



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA**

TAINÁ CAROLINE DA COSTA MOREIRA

**A UTILIZAÇÃO DE ANESTÉSICOS NA PISCICULTURA:
UM TRABALHO DE REVISÃO**

CRUZ DAS ALMAS

2018.2

TAINÁ CAROLINE DA COSTA MOREIRA

**A UTILIZAÇÃO DE ANESTÉSICOS NA PISCICULTURA:
UM TRABALHO DE REVISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Pesca, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenheiro de Pesca.

Orientador: Prof. Marcelo Carneiro de Freitas, D. Sc.

CRUZ DAS ALMAS

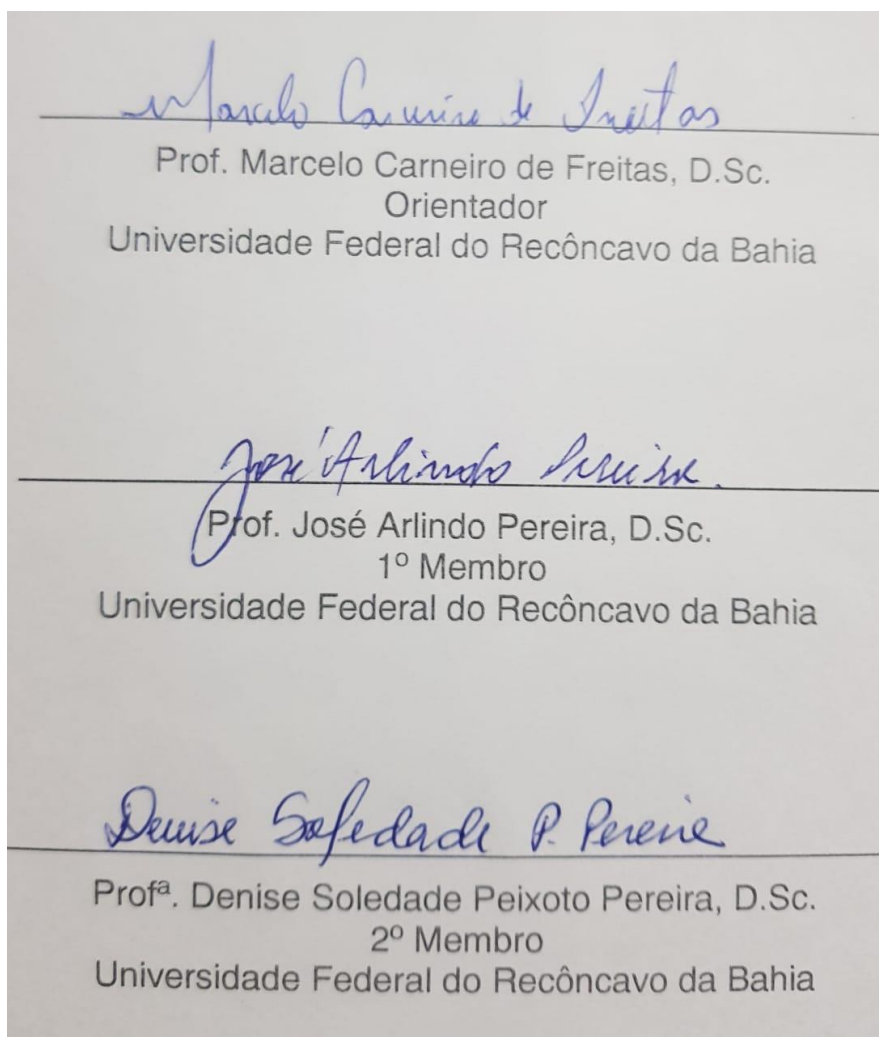
2018.2

TAINÁ CAROLINE DA COSTA MOREIRA

A UTILIZAÇÃO DE ANESTÉSICOS NA PISCICULTURA: UM TRABALHO DE REVISÃO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Pesca como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia de Pesca, outorgado pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Aprovada em: 13 / 02 / 2019.



The image shows three handwritten signatures in blue ink, each on a horizontal line. Below each signature is the printed name, title, and affiliation of the professor.

Marcelo Carneiro de Freitas
Prof. Marcelo Carneiro de Freitas, D.Sc.
Orientador
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

José Arlindo Pereira
Prof. José Arlindo Pereira, D.Sc.
1º Membro
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Denise Soledade P. Pereira
Profª. Denise Soledade Peixoto Pereira, D.Sc.
2º Membro
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

¶ Deus e todos que acreditam em mim...

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me ajudou nesse momento importante da minha vida, aos meus pais Gileno e Estela que tiveram muita paciência para esperar eu terminar essa luta, ao meu irmão Vinicius que logo estará em sua jornada.

A minha família em especial Rosa e Flor, minha afilhada querida que trouxe muita alegria a minha vida, a minha amada Tia Nazinha (*in memoriam*) que deixa um enorme buraco em meu coração, ao meu Tio Vandinho (*in memoriam*) que teve uma participação especial em minha vida, a minha querida prima Luciana (*in memoriam*) que moldou muitas partes de mim.

A Henrique, amor de minha vida que me aturou e sempre esteve ao meu lado e não me deixou desistir.

Ao meu padrinho Vando que mesmo longe sempre se preocupou comigo. Á Helena (*in memoriam*) que era uma amiga muito querida e que mora no meu coração e que adoraria me prestigiar nesse momento.

Ao meu orientador bonitão que me auxiliou muito e ao corpo docente da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, alguns realmente são anjos em minha vida.

Aos inúmeros amigos que conquistei nesses anos, em especial a Larissa e Rafaela que serão minhas amigas para sempre, as maluquices de Karoline que nunca me esquecerei, a Victor e Diego companheiros fieis, a Ângela por aturar meus pedidos de material e a todos os outros que caminharam comigo pelas físicas e cálculos da vida.

Não posso esquecer de agradecer a todas as pessoas que torceram por mim e que rezaram por mim. Devo a vocês o agradecimento por honrarem a minha vida com a amizade e o carinho de vocês todos. E que essa jornada seja mais uma gratificação em minha vida.

“Nossa maior fraqueza está em desistir. O caminho mais certo de vencer é tentar mais uma vez.”

(THOMAS EDISON)

RESUMO

As pesquisas foram realizadas no período de setembro de 2018 a fevereiro de 2019 com o objetivo de fornecer informações sobre o uso dos anestésicos no manejo de peixes na piscicultura além das práticas causadoras de estresses na piscicultura, apresentar os anestésicos naturais e sintéticos e suas respectivas funcionalidades em diversas espécies e descrever os malefícios e benefícios no uso de anestésicos. Foram utilizados 88 meios de pesquisa, sendo 74 artigos, 1 boletim, 5 dissertações de mestrado, 2 teses de doutorado, 8 livros, e uma monografia de especialização, entre os anos de 1981 e 2018. Nos dados obtidos os agentes estressantes estão relacionados a fatores ambientais e de manejo, como captura, intensidade de luz, transporte e etc, O uso de produtos naturais, como óleos essenciais derivados de plantas, tem se mostrado uma alternativa viável para anestesia de peixes além do anestésicos sintéticos que já são amplamente usados. Nesse trabalho a padronização das concentrações ideais de cada anestésico para diversas espécies é visível, além de como essas doses afetam diretamente a homeostase dos peixes.

Palavras-chave: Estresse, manejo, produtos naturais.

ABSTRACT

The researches were carried out from September 2018 to February 2019 with the objective of providing information on the use of anesthetics in the management of fish in aquaculture in addition to the stress-causing practices in fish farming, presenting natural and synthetic anesthetics and their respective functionalities in several species and to describe the harms and benefits in the use of anesthetics. A total of 88 research resources were used, including 74 articles, 1 bulletin, 5 master's dissertations, 2 doctoral theses, 8 books, and a specialization monograph between 1981 and 2018. In the data obtained the stressors are related to environmental and management factors such as capture, light intensity, transport, etc. The use of natural products, such as essential oils derived from plants, has been shown to be a viable alternative for fish anesthesia in addition to synthetic anesthetics that are already widely used. In this work the standardization of the ideal concentrations of each anesthetic for several species is visible, in addition to how these doses directly affect fish homeostasis.

Key words: Stress, management, natural products

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fontes de referência da revisão bibliográfica.....	12
Figura 2 - Quantidade de artigos por ano de publicação.....	13
Figura 3 - Referências acadêmicas por ano de publicação.....	13
Figura 4 - Distribuição percentual da quantidade de referências bibliográficas por tipo de anestésico.	14
Figura 5 - Percentual de referências bibliográficas utilizando o mentol em espécies de peixes.....	15
Figura 6 - Distribuição percentual da administração do mentol, no referencial bibliográfico.	15
Figura 7 - Percentual de referências bibliográficas utilizando a benzocaína em espécies de peixes.....	16
Figura 8 - Distribuição percentual da administração da benzocaína, presente no referencial bibliográfico.	16
Figura 9- Percentual de referências bibliográficas utilizando o eugenol em espécies de peixes.....	17
Figura 10 - Respostas do estresse evidenciadas por Diniz e Honorato em 2012.	19
Figura 11- Planta Menta (<i>Mentha arvensis</i> L.)	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estágios de anestesia e recuperação segundo ROUBACH; GOMES (2001).	24
Tabela 2 - Forma de utilização dos anestésicos mais comumente encontrados no Brasil.	25
Tabela 3- Doses efetivas de Eugenol para várias espécies criadas no Brasil.	27
Tabela 4 - Doses efetivas de Mentol para várias espécies criadas no Brasil.	31
Tabela 5 - Comparação dos efeitos da benzocaína, eugenol e o mentol para anestesia de tambaqui.....	32
Tabela 6- Doses efetivas da benzocaína para várias espécies criadas no Brasil.	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. OBJETIVO GERAL.....	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3. MATERIAS E MÉTODOS.....	12
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
CAPÍTULO I – FATORES DE ESTRESSE NA PISCICULTURA	18
1. AGENTES CAUSADORES DE ESTRESSE.....	20
CAPÍTULO 2 – OS ANESTÉSICOS NA PISCICULTURA.....	22
1. IMPORTÂNCIA DOS ANESTÉSICOS.....	22
2. A AÇÃO DOS ANESTÉSICOS EM PEIXES.....	23
3. ANESTÉSICOS NATURAIS	25
3.1. ÓLEO DE CRAVO OU EUGENOL.....	26
3.1.1. EUGENOL EM PEIXES.....	27
3.2. MENTOL.....	29
3.2.1. MENTOL EM PEIXES.....	30
4. ANESTÉSICOS ARTIFICIAIS	34
4.1. BENZOCAÍNA.....	34
4.1.1. BENZOCAÍNA EM PEIXES	35
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
7. CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma atividade em crescimento no mundo e as práticas de manejo são essenciais, para a operacionalização da atividade aquícola. Na aquicultura, alguns procedimentos de rotina são fontes de estresse para os peixes, entre eles está a biometria, o transporte, a reprodução induzida e a extrusão, sendo necessário anestésiar para facilitar o manejo, diminuir o estresse e os danos físicos (ROSS; ROSS, 1999).

Na piscicultura, os agentes estressantes estão relacionados a fatores ambientais e de manejo, como captura, intensidade de luz, transporte (LUZ; PORTELA, 2005; ABREU, *et al.*, 2009) e têm o potencial de afetar o desempenho zootécnico (sobrevivência, crescimento e reprodução) (BARTON, 1997). Como consequências, podem ocorrer desde perda do apetite e peso, redução no crescimento, aparecimento de doenças até a morte dos animais (BARCELLOS, SOUZA, WOEHL, 2000). O estresse pode ser definido como uma condição em que o equilíbrio dinâmico do organismo ou homeostase, é ameaçado ou perturbado pela ação de estímulos denominados estressores (WENDEELAR-BONGA, 1998).

Na literatura, diversas estratégias são indicadas para minimizar o estresse em peixes, porém os anestésicos têm sido utilizados em algumas práticas de manejo (INOUE; HACKBARTH; MORAES, 2004). Os anestésicos são agentes químicos ou físicos, que podem acalmar um animal e depois causam perda de mobilidade, equilíbrio, consciência de acordo com o aumento da exposição ou concentração (SUMMERFELT; SMITH, 1990).

Os anestésicos são produtos importantes utilizados para facilitar o manejo e, possivelmente, reduzir o estresse em animais terrestres e aquáticos, especialmente peixes, tanto na pesquisa, quanto em práticas rotineiras no campo (SMALL, 2004).

Os anestésicos naturais estão sendo utilizados como uma alternativa aos sintéticos pois algumas substâncias sintéticas podem apresentar diversos inconvenientes nos peixes, tais como a perda de muco, irritação nas brânquias e danos nas córneas (INOUE *et al.*, 2002).

No Brasil os mais utilizados são o eugenol, ou óleo de cravo, extraído das folhas e dos brotos de árvores do gênero *Eugenia*, e o mentol, extraído de plantas do gênero *Mentha* (SIMÕES; GOMES, 2009).

O eugenol do óleo de cravo é conhecido depressor do sistema nervoso central em peixes (ANDERSON *et al.*, 1997). Além disso, possuem também uma série de propriedades medicinais, como sua ação antimicrobiana, antisséptica e analgésica sendo indicado para o tratamento de diversas dores. Em peixes apresenta uma eliminação do organismo rápida sendo assim ideal.

Diante da importância dos anestésicos para a piscicultura, este trabalho de revisão será importante para estabelecer as eficácias e problemáticas na administração deste produto.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

- Fornecer informações sobre o uso dos anestésicos no manejo de peixes na piscicultura.

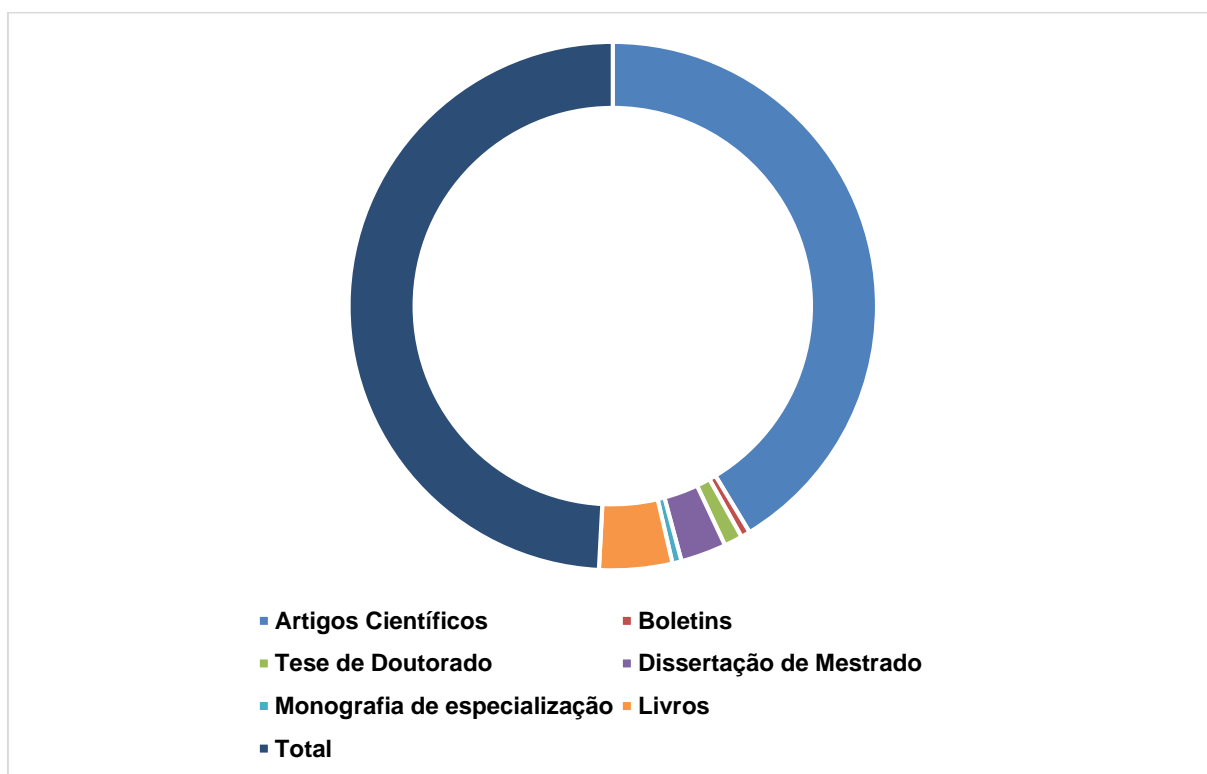
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever as práticas de manejo causadoras de estresses na piscicultura.
- Apresentar os anestésicos naturais e sintéticos e suas respectivas funcionalidades em diversas espécies.
- Descrever os malefícios e benefícios no uso de anestésicos.

3. MATERIAS E MÉTODOS

Foram utilizados no total 88 meios de pesquisa, sendo 74 artigos, 1 boletim, 5 dissertações de mestrado, 2 teses de doutorado, 8 livros, e uma monografia de especialização, entre os anos de 1981 e 2018 (FIGURA 1). Os livros eram escritos na língua inglesa e dos 74 artigos, 20 também eram em língua inglesa. Todas os outros meios foram provenientes de diversas regiões do Brasil. Os artigos foram publicados no período de 1987 a 2015 (FIGURA 2), enquanto que, os boletins foram dos anos de 2008 a 2018.

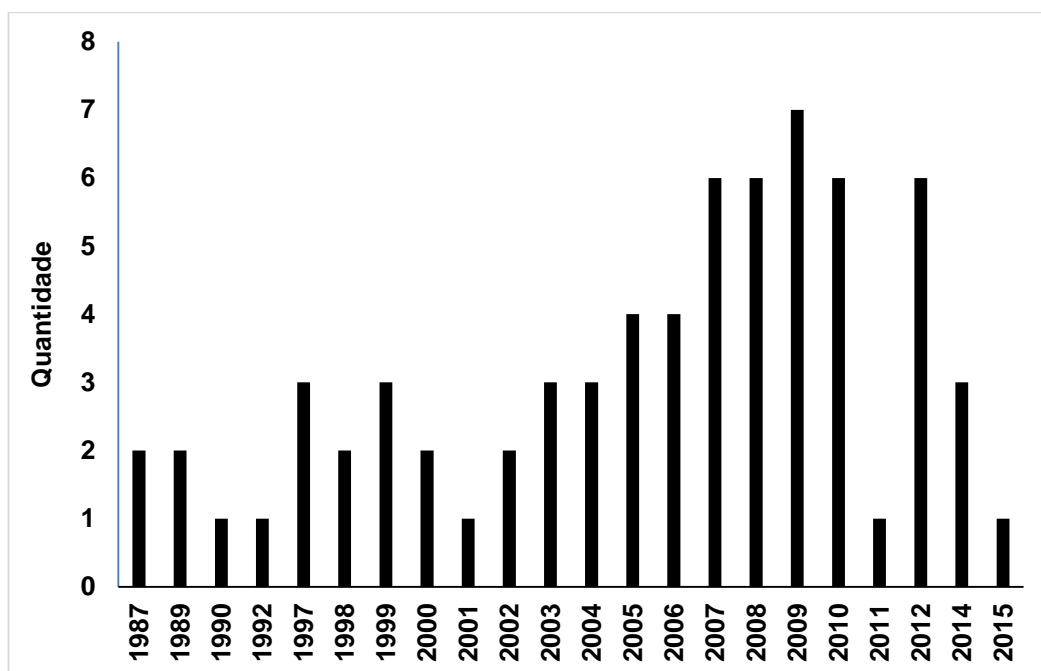
Figura 1 - Fontes de referência da revisão bibliográfica



Fonte: Elaborada pelo autor

O ano que demonstrou o maior número de artigos publicados foi 2012, pois os mesmos autores, aproveitaram o mesmo estudo para analisarem outros objetivos.

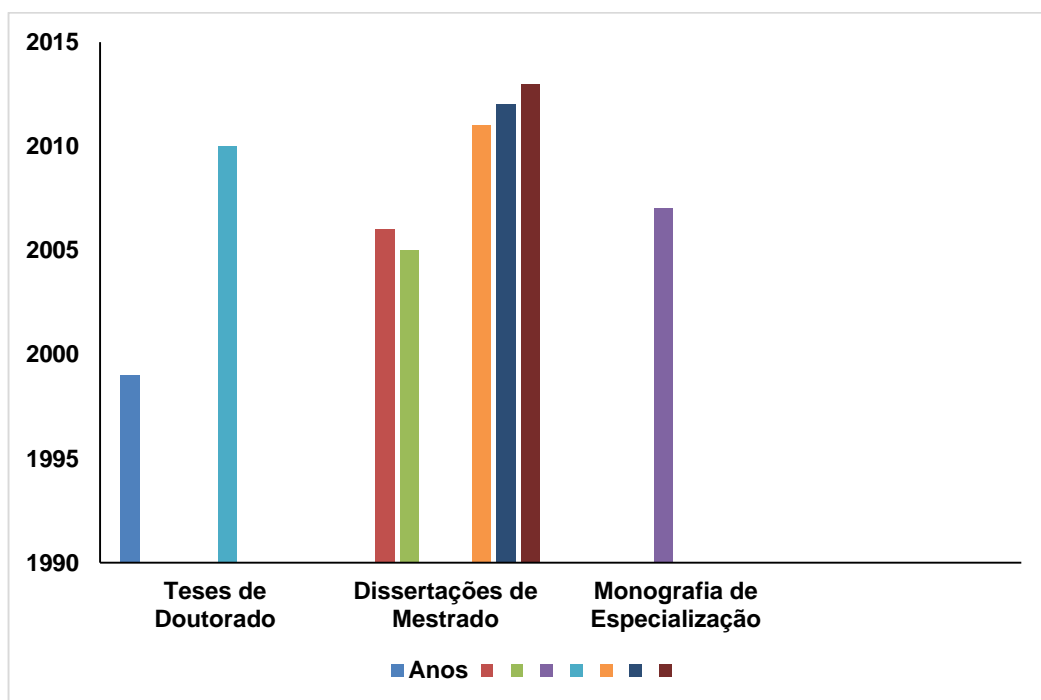
Figura 2 - Quantidade de artigos por ano de publicação.



Fonte: Elaborada pelo autor

As referências acadêmicas corresponderam a dissertações de mestrado, teses de doutorado, trabalho de conclusão de curso e teses de pós-graduação, correspondentes aos anos de 2006 a 2015 (FIGURA 3).

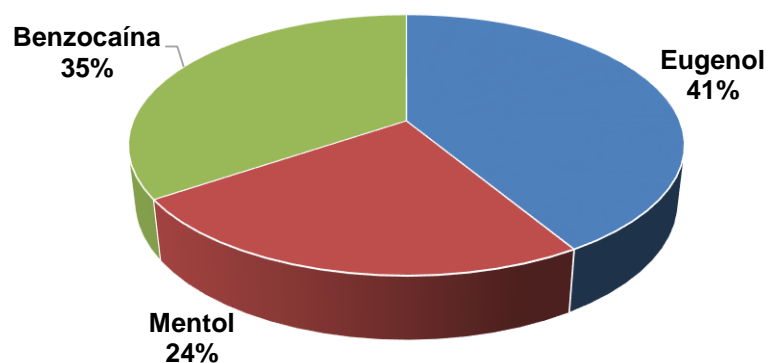
Figura 3 - Referências acadêmicas por ano de publicação



Fonte: Elaborada pelo autor

Em relação ao referencial correspondente aos tipos de anestésicos, a maioria corresponde ao eugenol, seguido da benzocaína e do mentol (FIGURA 4). No capítulo 3, os meios foram divididos de acordo com os em relação ao total, como mostra o gráfico abaixo. Fica evidente que a maior porcentagem é em relação ao eugenol.

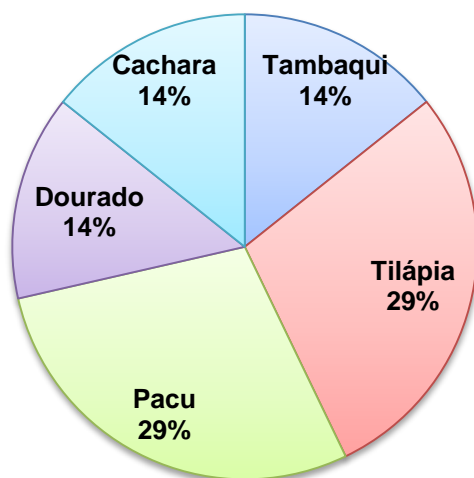
Figura 4 - Distribuição percentual da quantidade de referências bibliográficas por tipo de anestésico.



Fonte: Elaborada pelo autor

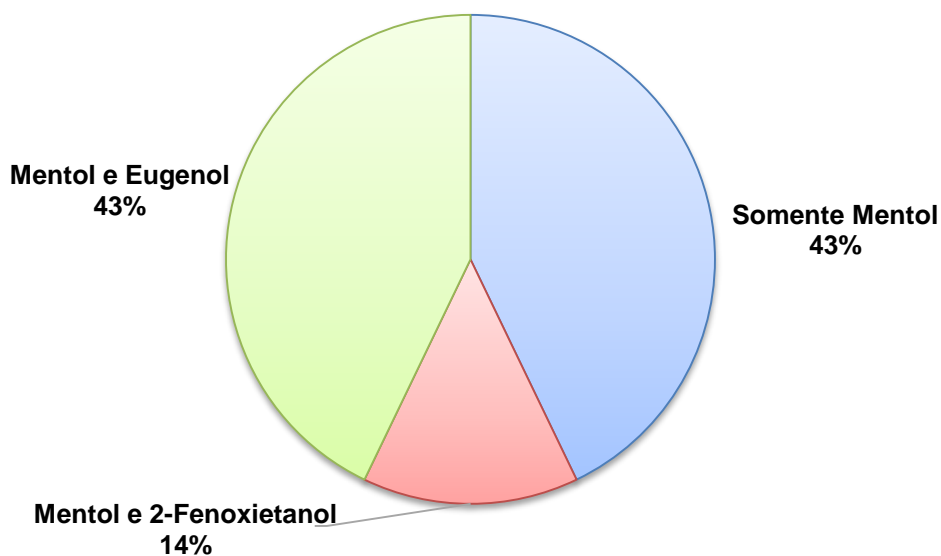
No referencial referente ao mentol verificou-se que a maioria tratou de sua utilização na tilápia e no pacu, correspondendo a 29% cada (FIGURA 5). Verificou-se ainda que as referências citaram em igual percentual a utilização somente do anestésico mentol, com sua associação ao eugenol, correspondendo a 43% cada (FIGURA 6).

Figura 5 - Percentual de referências bibliográficas utilizando o mentol em espécies de peixes.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 6 - Distribuição percentual da administração do mentol, no referencial bibliográfico.

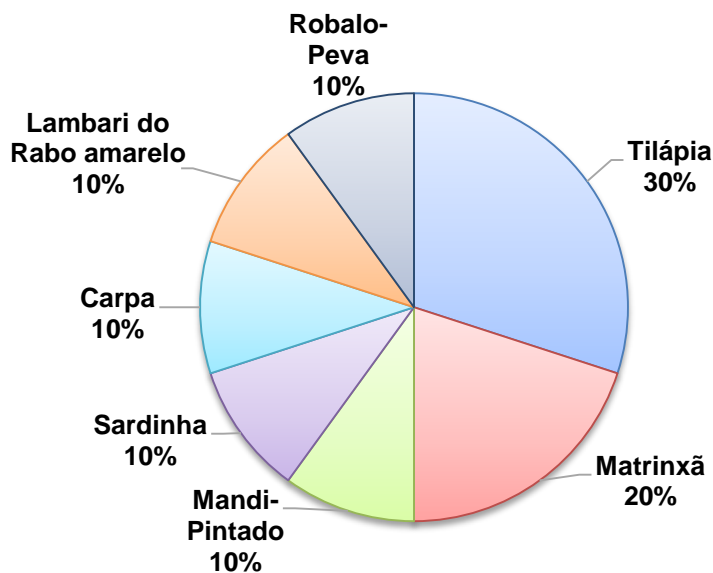


Fonte: Elaborada pelo autor.

No referencial referente ao anestésico benzocaína verificou-se que a maioria tratou de sua utilização na tilápia (30%), seguida da matrinxã (20%) (FIGURA 7). Verificou-se ainda que a maioria das referências citou a utilização somente do anestésico benzocaína (40%), seguido de sua associação com o eugenol (30%) (FIGURA 8).

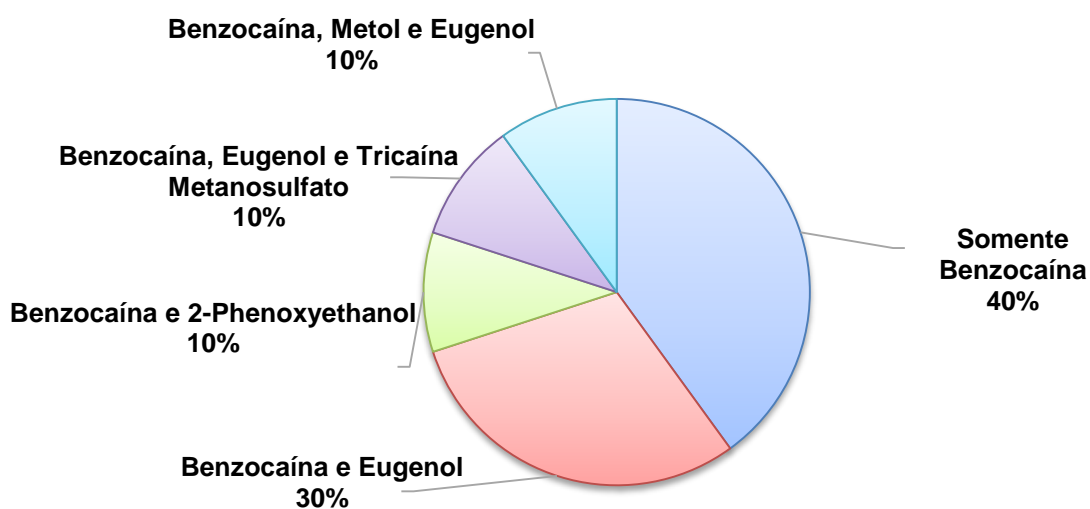
No referencial referente ao anestésico eugenol verificou-se que a maioria tratou de sua utilização na tilápia (25%), seguida da matrinxã (17%) (FIGURA 9).

Figura 7 - Percentual de referências bibliográficas utilizando a benzocaína em espécies de peixes.



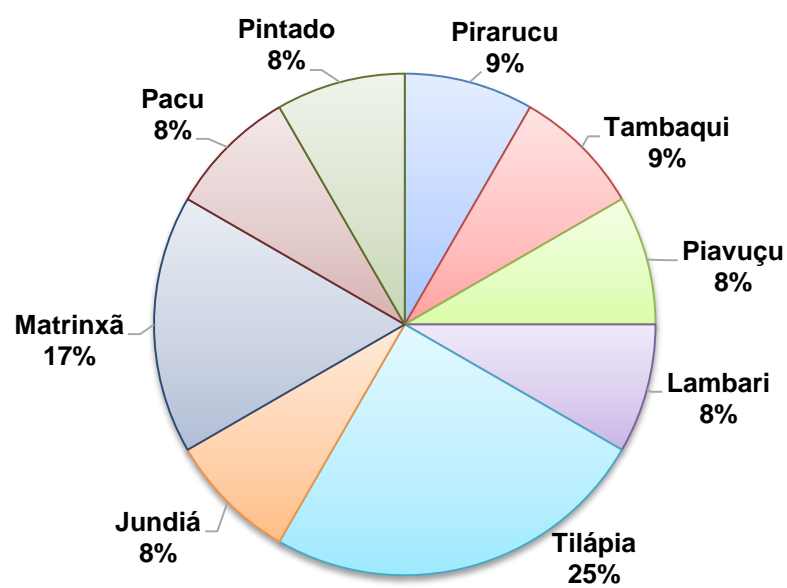
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 8 - Distribuição percentual da administração da benzocaína, presente no referencial bibliográfico.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 9- Percentual de referências bibliográficas utilizando o eugenol em espécies de peixes.



Fonte: Elaborada pelo autor.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO I – FATORES DE ESTRESSE NA PISCICULTURA

Em piscicultura intensiva, a alimentação dos peixes é com ração balanceada e adequada para cada espécie, de acordo com a fase de cultivo, manejo criterioso e utiliza espécies adaptadas à criação em alta estocagem, onde a situação de estresse está constantemente presente, e pode afetar o desempenho produtivo dos peixes, prejudicando o estado de saúde e aumentando a suscetibilidade a doenças (OLIVEIRA; CYRINO, 2005).

Segundo BARTON, (2002); devido ao seu íntimo contato com o ambiente aquático e à sua condição de animal poiquilotérmico, peixes enfrentam constantes desafios, os quais vão desde aspectos físico-químicos da água até conflitos de animais dominantes dentro do cardume ou da população.

O ambiente aquático é extremamente dinâmico com mudanças rápidas ou extremas na concentração de O₂ dissolvido, no pH e na salinidade (YOSHIOKA et al., 2009) e essas mudanças atingem diretamente o bem-estar dos peixes.

O conhecimento de métodos que permitam intervenções com o mínimo de interferência nas funções vitais e fisiológicas dos peixes é importante a fim de que a mortalidade seja mínima durante o transporte ou manejo (CUNHA, 2010). O bom manejo como já foi citado influencia na minimização dos impactos nos peixes.

O somatório das mudanças fisiológicas desencadeadas quando o peixe reage a desafios químicos, físicos e biológicos mais a tentativa de compensação são comumente referidos como respostas ao estresse (WEDEMEYER et al., 1990).

O estresse é “um conjunto de reações que o organismo desenvolve ao ser submetido a uma situação que exige esforço para adaptação”, e estressor “é todo agente ou demanda que evoca reação de estresse, seja de natureza física, mental ou emocional” causando assim vários aspectos negativos no animal como baixo crescimento e suscetibilidades á agentes patogênicos (SEGANTIN; MAIA, 2007).

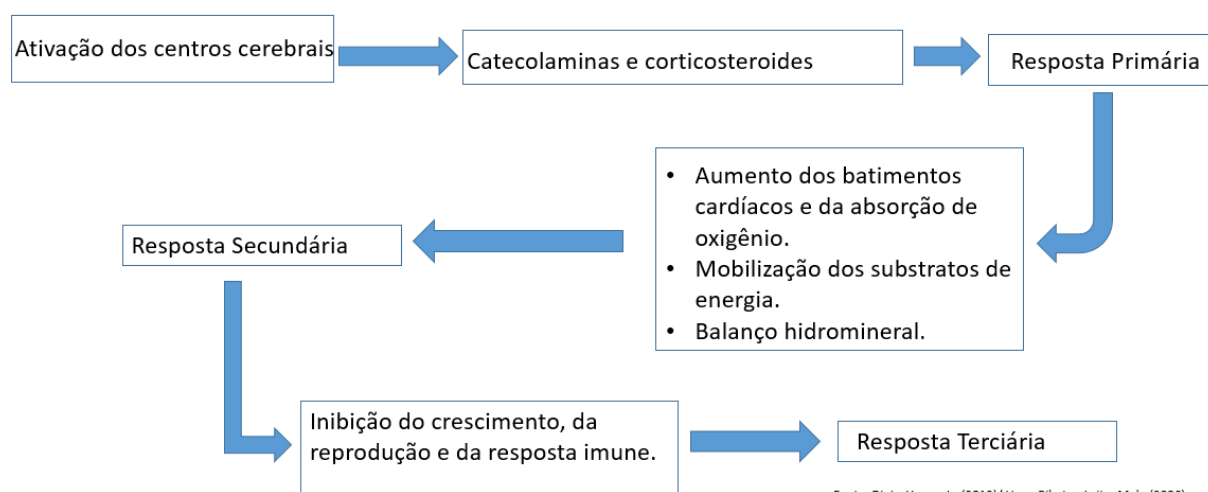
Para uma resposta integrada ao estresse em peixes, é comum fazer-se distinção entre resposta primária, secundária e terciária (PICKERING, 1981);

A resposta primária compreende a ativação dos centros cerebrais, resultando em massiva liberação de catecolaminas e corticosteroides (DINIZ; HONORATO, 2012)

A resposta secundária é definida como a canalização das ações e dos efeitos imediatos desses hormônios em nível sanguíneo e de tecidos, incluindo o aumento dos batimentos cardíacos, e da absorção de oxigênio, e a mobilização de substratos de energia, e, ainda, a perturbação do balanço hidromineral (DINIZ; HONORATO, 2012)

A resposta terciária manifesta-se em nível de população traduzindo-se em inibição do crescimento, da reprodução e da resposta imune. A limitação da capacidade do animal de tolerar estressores subsequentes ou adicionais também é atribuída a uma manifestação da resposta terciária (LIMA et al., 2006).”

Figura 10 - Respostas do estresse evidenciadas por Diniz e Honorato em 2012.



Fonte: Modificada de DINIZ; HONORATO, 2012 e LIMA et al., 2006.

No caso da resposta primária, o cortisol, principal corticosteróide em peixes, é considerado um bom indicador para avaliação de estresse primário (MOMMSEN et al., 1999), os exames propícios para indicar esse nível de cortisol ainda são de alto custo sendo praticamente inviável o uso em pequenas pisciculturas (OBA et al., 2009)

Um bom indicador para resposta secundária é a glicose do sangue ou plasma, pois esta avaliação pode ser realizada na criação, com medidores de glicose de simples utilização e facilmente encontrados no mercado (WELLS; PANKHURST, 1999). O lactato também é um bom indicador de estresse, e indica o acúmulo de ácido láctico decorrente do aumento do exercício físico à medida que os animais são expostos a um estressor (BARTON, 2002)

Segundo OBA et al., (2009), os agentes estressores podem ser de natureza química como as alterações de oxigênio dissolvido, concentração elevada de amônia

e nitrito, ou de natureza física como alta densidade populacional e confinamento. Os estressores também podem ser de curta ou de longa duração e podem possuir intensidades distintas (RORIZ et al., 2015).

1. AGENTES CAUSADORES DE ESTRESSE

Segundo INOUE *et al.*, (2010), as práticas de manejo são bastante prejudiciais para piscicultura, pois rompem o equilíbrio dos animais com o ambiente, iniciando as respostas do estresse, que são o conjunto das reações metabólicas em resposta a um ou mais estímulos adversos do ambiente ou imposto pelo produtor rural com fins de operacionalização dos sistemas de produção. As causas do estresse em peixes são inevitáveis, pois as atividades praticadas na piscicultura, além de variações ambientais até o próprio cultivo influenciam nesse estresse (CARNEIRO; URBINATI, 2001).

Quando os animais são submetidos à captura, seja ela realizada por redes, anzóis ou puçás, os peixes tendem à fuga, passam por posterior exposição aérea, resultando, entre outras respostas, no aumento da concentração de lactato e íons H no músculo, que podem ser identificados na corrente sanguínea, além de elevadas concentrações de cortisol e glicose (INOUE, et al., 2008)

Os agentes de estresse ou estressores em peixes podem ser de inúmeros tipos, entre os quais contam: natureza física, como o transporte, o confinamento e o manuseio, natureza química como os contaminantes, o baixo teor de oxigênio ou pH da água: ácido ou alcalino, reduzido ou elevado e percebidos pelo peixe, por exemplo, a presença de predadores e a natureza biológica, como territorialismo (DINIZ; HONORATO, 2012)

O transporte de peixes vivos é um sistema bastante complicado pois exige bastante atenção em diversos fatores como tempo de transporte, que pode ser influenciado pelo percurso a ser percorrido (FAGUNDES, 2005), temperatura da água, tamanho dos peixes, jejum antes do transporte, uso de anestésicos e espécie de peixe então os anestésicos são uma boa opção pois reduzem a atividade metabólica dos peixes em situações como o transporte (KUBITZA, 1997).

Em relação as atividades impostas na piscicultura, práticas de manejo, tratamentos e altas densidades dificultam o bem estar dos peixes, assim eles precisam encontrar meios para garantir sua sobrevivência (LIMA et al., 2006), a

exposição a condições extremas de qualidade de água também são atualmente alguns dos principais problemas em estações de piscicultura, por causarem grande estresse nos peixes (WEDEMEYER, 1996).

Quando expostos a situações estressantes severas ou de longa duração, os peixes têm seus processos reprodutivos perturbados devido à depressão da glândula pituitária e de níveis plasmáticos de gonadotropinas (CARRAGHER et al., 1989) o que leva ao decréscimo de níveis de hormônios esteróides (PICKERING et al., 1987) e à redução do tamanho dos ovos e da qualidade das larvas (CAMPBELL et al., 1992) além da manifestação de doenças em toda a população e também na morte de animais (IWAMA et al. 2004).

Diversas estratégias são apontadas na literatura com afinidade de atenuar os efeitos do estresse em peixes tanto para estimular o sistema imunológico através de suplementação de sua alimentação com vitaminas e minerais (FUJIMOTO et al., 2005).

O manejo apropriado das espécies aquícolas é fundamental para o sucesso da aquicultura (DINIZ; HONORATO, 2012). Tal manejo consiste no monitoramento das variáveis como qualidade da água, alimentação, densidade de estocagem, sanidade que têm como finalidade proporcionar o bem-estar dos peixes em cultivo, com melhores condições, para que os peixes expressem seu potencial de crescimento (OLIVEIRA; GALHARDO, 2007). Para auxiliar os manejos, visando amenizar a intensidade do estresse destas atividades, têm-se utilizado anestésicos (GONÇALVES et al., 2008)

CAPÍTULO 2 – OS ANESTÉSICOS NA PISCICULTURA

1. IMPORTÂNCIA DOS ANESTÉSICOS

O primeiro relato do uso de anestésicos em peixes ocorreu na década de 1930, e deste então, foram desenvolvidos diversos agentes químicos e diferentes procedimentos para a insensibilização de peixes (HOSKONEN; PIRHONEN, 2004)

Diversas substâncias, com propriedades diferentes, são frequentemente utilizadas como anestésico para peixes com o objetivo de reduzir o estresse e facilitar o manejo (FAÇANHA; GOMES, 2005) além de facilitar o transporte dos peixes.

Os anestésicos surgiram como uma ferramenta importante na aquicultura, pois tanto reduzem a mortalidade (FAÇANHA; GOMES, 2005), como o estresse causado pelo manejo (PALIC, 2006).

Durante práticas como transporte, biometria, marcação, análise patológica e extrusão de gametas, é eficaz anestesiar os peixes com o intuito de facilitar o manejo, diminuir o estresse e diminuir danos físicos (ROSS, 1999). O peixe que sedado durante a captura, antes de ser abatido evita o estresse melhorando assim a qualidade da carne do peixe (SIMÕES, 2010).

Além disto, os movimentos bruscos dos animais colocam em risco também a segurança dos trabalhadores, principalmente quando estão manuseando equipamentos como: bisturis, agulhas, balanças eletrônicas etc. Esse risco aumenta quando os peixes são de grande porte e tem comportamento voraz (BARBOSA et al., 2007).

Vários produtos químicos são usados para anestesia de peixes, sendo os mais comuns a tricáina metanosulfato (MS222), a quinaldina e o 2-fenoxietanol (HOVDA; LINLEY, 2000) Porém, estes anestésicos são de difícil obtenção e apresentam alto custo (ROUBACH; GOMES, 2001). Além de que podem causar danos até irreversíveis aos peixes, como perda de muco, irritação da brânquia e lesões na córnea (INOUE et al., 2003). Desta forma, justifica-se a necessidade de se buscar alternativas mais baratas para procedimentos de anestesia de peixes (FAÇANHA; GOMES, 2005)

O uso de produtos naturais, como óleos essenciais derivados de plantas, tem se mostrado uma alternativa viável para anestesia de peixes (CUNHA, 2010). Anestésicos, como o óleo de cravo (eugenol) e o mentol, podem ser utilizados em procedimentos anestésicos com segurança e eficácia (HOSKONEN; PIRHONEN,

2004). Estes produtos são facilmente encontrados no mercado nacional e apresentam baixo custo (ROUBACH et al., 2005).

Fica evidente a importância dos anestésicos para o manejo de peixes, porém cada anestésico reage diferente dependendo do metabolismo e de diversos aspectos ambientais presentes no cultivo (BOSWORTH, 2007).

2. A AÇÃO DOS ANESTÉSICOS EM PEIXES

Os anestésicos compreendem um grande número de moléculas, de diferentes estruturas químicas capazes de bloquear reversivelmente a condução do estímulo nervoso (RIBEIRO et al., 2008).

Para que os anestésicos produzam o efeito farmacológico desejado é necessário que atravessem todas as membranas protetoras até atingir as membranas neuronais. É a propriedade de excitabilidade elétrica que possibilita às membranas das células nervosas e musculares gerar potenciais de ação propagados, que são essenciais para a condução do estímulo nervoso (ALVES, 2013).

As teorias propostas para explicar os mecanismos de ação dos anestésicos podem ser classificadas em duas categorias: a que atribui o efeito anestésico à ligação destes compostos à proteína canal de sódio e a que considera a interação dos anestésicos com os componentes lipídicos da membrana (conhecida como “hipótese do lipídio”) como determinante para o fechamento dos canais de sódio (RIBEIRO et al., 2008).

A maior parte dos anestésicos afeta o sistema nervoso central e atua primeiro sobre o córtex cerebral (SUMMERFELT; SMITH, 1990). O aumento da concentração ou do tempo de exposição difunde os seus efeitos por meio do tronco cerebral para o centro respiratório medular e da medula espinhal (SUMMERFELT; SMITH, 1990)

Em peixes, esses agentes farmacológicos são capazes de conduzi-los a um estado de perda parcial ou completa da percepção dos estímulos externos, comprometendo a capacidade de restabelecimento da postura normal de nado na coluna de água (SUMMERFELT; SMITH, 1990) os estágios de anestesia são visíveis, inicia-se com a redução do movimento opercular até a perda de sentido dos peixes (GIMBO et al., 2008). Como mostra a tabela 1.

Tabela 1 - Estágios de anestesia e recuperação segundo ROUBACH; GOMES (2001).

Estágio de anestesia	Descrição de comportamento
Sedação leve	Perda de reação a movimentos visuais e ao toque.
Anestesia leve	Perda parcial do equilíbrio
Anestesia profunda	Perda total do equilíbrio
Anestesia cirúrgica I	Diminuição dos movimentos operculares
Anestesia cirúrgica II	Mínimo movimento opercular, o peixe fica estático
Colapso medular	Overdose (dose em excesso) ou tempo excessivo de anestesia
Recuperação	Recuperação do equilíbrio e natação normal

Fonte: ROUBACH; GOMES (2001).

A indução deve levar de 1 a 3 minutos e a recuperação não deve ultrapassar 5 minutos, quando se considera a anestesia necessária à biometria (ROUBACH; GOMES, 2001).

A eficácia dos anestésicos depende dos fatores: qualidade da água, que pode influenciar diretamente em cada estágio anestésico, a temperatura, pois a recuperação de peixes em temperaturas mais altas é mais eficiente, porém em temperaturas mais baixas a indução anestésica é maior (HOSKONEN; 2004). Também a eficácia varia entre as espécies, peixes com idade, sexo e tamanho diferente podem se comportar de forma contrária a uma concentração, e as respostas podem ser influenciadas diretamente por diversos fatores como pH, salinidade e nível de oxigênio dissolvido na água (Z AHL, 2009).

A anestesia em peixes geralmente é realizada por imersão (TABELA 2), ou seja, o composto anestésico é adicionado na água (VICENTE, 2014), para espécies como o pirarucu (*Arapaima gigas*) que possuem respiração pulmonar o método de aspersão do anestésico diretamente nas brânquias é ideal (HONCZARYK; INOUE, 2009). A concentração necessária para indução à anestesia varia de acordo com a espécie e está relacionada à tolerância e ao tempo de recuperação (SUMMERFELT; SMITH, 1990).

Tabela 2 - Forma de utilização dos anestésicos mais comumente encontrados no Brasil.

Anestésico	Formas de apresentação	Preparo da solução e estocagem
Benzocaína	Pó	Dissolvida em acetona ou álcool. Armazenada em vidro escuro.
Mentol	Cristal	Dissolvida em acetona ou álcool. Armazenada em vidro escuro
Eugenol	Líquido	Dissolvida em acetona ou álcool.

Fonte: modificada de ROUBACH; GOMES (2001)

A escolha desses anestésicos baseiam-se nos critérios de disponibilidade, facilidade de utilização, natureza do estudo e segurança tanto para o usuário como para o ambiente (KING, 2005). Porém no Brasil não existem leis que regulamentem o uso de anestésicos para peixes, o único anestésico químico aprovado pelo FDA para uso em peixes é o MS222 que não é produzido no Brasil, por isso é justificável a necessidade de se buscar alternativas baratas e naturais para procedimentos de anestesia de peixes (FAÇANHA; GOMES, 2005)

3. ANESTÉSICOS NATURAIS

O uso de produtos naturais, como óleos essenciais derivados de plantas, tem se mostrado uma alternativa viável para anestesia de peixes (FAÇANHA; GOMES, 2005) muitos desses produtos naturais também possuem outras diversas aplicações, cabem aos estudos avaliar se essas aplicações além da anestésica se são positivas ou negativas.

Segundo CUNHA (2010) em peixes mais agitados e grandes, que dificultam a sua manipulação afim de evitar o estresse e até mesmo machucados que podem acarretar em doenças patogênicas e essas alterações são capazes de afetar o desempenho normal dos peixes, tornando o uso de anestésicos naturais uma alternativa para minimizar o efeito das intervenções nas funções vitais e fisiológicas desses animais.

Os principais anestésicos naturais utilizados no Brasil são o eugenol, ou óleo de cravo, extraído das folhas e dos brotos de árvores do gênero *Eugenia*, e o mentol,

extraído de plantas do gênero *Mentha* (SIMÕES; GOMES, 2009). Em relação ao Eugenol ele é extraído por destilação simples e é encontrado bem concentrado no mercado já o mentol é mais encontrado sólido.

Estes produtos são facilmente encontrados no mercado nacional e apresentam baixo custo (FAÇANHA; GOMES, 2005)

3.1. ÓLEO DE CRAVO OU EUGENOL

O Eugenol (cravo, planta do gênero *Eugenia*) e seus derivados têm sido intensivamente estudados como anestésicos para várias espécies de peixes e os resultados obtidos demonstram ser uma alternativa aos produtos sintéticos, normalmente utilizados (OLIVEIRA et al., 2009). Além disso, é um produto de uso interno consagrado na odontologia como componente (misturado ao óxido de zinco) de preenchimentos temporários para restaurações (HONCZARYK; INOUE, 2009).

Também é utilizado como flavorizante na indústria alimentícia e como agente analgésico, antibacteriano, antifúngico, antiviral e anestésico local na odontologia (KEENE, 1998)

O óleo de cravo tem como substância ativa o eugenol, conhecido depressor do sistema nervoso central em peixes (ANDERSON, 1997), sendo considerado seguro para o meio ambiente e para o manipulador (IVERSEN, 2003). Em peixes apresentou uma rápida eliminação do organismo, sendo assim considerado ideal.

As vantagens do uso do Eugenol estão no seu baixo preço de custo e em sua capacidade de causar pouco ou nenhum efeito indesejado para os peixes e para quem o administra (CUNHA; 2010)

A eficiência e segurança do Eugenol para anestesia são descritas na literatura para várias espécies de peixes, tanto para o manejo nas condições de criação intensiva, quanto nas pesquisas em laboratório (RIVAS, 2007).

Foi testado com pirarucus e aparentemente mostrou-se viável pois foi seguro para os manipuladores e os animais sofreram estresse mínimo e não houve mortalidades (HONCZARYK; INOUE, 2009).

3.1.1. EUGENOL EM PEIXES

Os estudos sobre a utilização do eugenol como anestésico em piscicultura, surgiram da necessidade de se encontrar novas substâncias eficazes, seguras e de baixo custo (ROUBACH et al., 2005).

Vários autores já demonstraram a eficiência do anestésico, em diversas espécies de regiões diferentes (TABELA 3).

Tabela 3- Doses efetivas de Eugenol para várias espécies criadas no Brasil.

Espécie	Dose efetiva	Autor
Juvenis de Pintado (<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>)	Concentração de 50 mg L-1 por 49 s.	VIDAL et al., 2006
Matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>)	Concentração de 60 mg L-1 por 10 min.	BARBOSA et al., 2007
Juvenis de matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>)	Concentração de 50 mg L-1	OLIVEIRA et al., 2007
Juvenis de piavuçu (<i>Leporinus macrocephalus</i>)	Concentração de 37,5 mg L-1 por 1 min.	VIDAL et al., 2007
Alevinos de lambaris (<i>Astyanax altiparanae</i>)	Concentração de 50 mg L-1	SILVA et al., 2008
Pirarucu (<i>Arapaima gigas</i>)	Concentração de 60 mg L-1	HONCZARYK: INOUE, 2009
Tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Concentração de 250 mg L-1 para anestesia cirúrgica. Concentração de 100 mg L-1 para anestesia de biometria.	SIMÕES et al., 2010
Tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Concentração de 120 mg L-1	MOREIRA et al., 2010
Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)	Concentração de 20 mg L-1 por 15 min	
Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>)	Concentração de 175 a 240 mg L-1 para pesos de 50 g á 250 g	ROTILI et al., 2012
Juvenis de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Concentração de 250 mg L-1 para anestesia cirúrgica. Concentração de 150 mg L-1 para anestesia de biometria.	SIMÕES et al., 2012
Jundiá (<i>Rhamdia voulezi</i>)	Concentração de 50 mg L-1 com para pesos de 32,5 e 450 g.	DIEMER et al., 2012

Fonte: modificada de ROUBACH; GOMES (2001).

No estudo de VIDAL et al., 2006 sobre juvenis de pintado só houve uma morte nos ensaios. Deve-se considerar que a temperatura da água influenciou na velocidade dos estágios anestésicos.

No estudo de BARBOSA et al., (2007), sobre as respostas metabólicas do matrinxã submetidos a banhos anestésicos de eugenol, os valores plasmáticos de glicose, lactato e amônia, que são indicadores de estresse apresentaram elevações significativas em resposta ao manuseio imposto aos peixes para a realização dos banhos. Porém pode-se encontrar uma solução ideal que não houve observação de estresse. No estudo de OLIVEIRA et al., 2007 sobre juvenis de matrinxã, durante todos os tratamentos os peixes apresentaram hiperatividade ao eugenol evidenciada pela rápida movimentação no aquário.

No estudo de HONCZARYK; INOUE (2010) sobre a anestesia do pirarucu por aspersão direta nas brânquias do eugenol em solução aquosa teve o principal objetivo de avaliar o eugenol como anestésico em pirarucu, como são peixes de grande porte as práticas de manejo podem ser perigosas, sendo que já foi comprovada pancadas violentas em pesquisadores e trabalhadores rurais. Foram utilizados cinco animais jovens e foi anotado o tempo para a perda total de equilíbrio, o tempo disponível para o manejo e o tempo de recuperação anestésica.

Como o pirarucu é um peixe pulmonado foi utilizado o método de aspersão do anestésico diretamente nas brânquias, pois se fosse aplicada diretamente na água ocorreria o risco de afogamento. Como resultado o eugenol mostrou-se viável como anestésico para o pirarucu e para os técnicos provando ser seguro para o manejo.

No estudo de SIMÕES et al., (2010) sobre o eugenol como anestésico em adultos de tilápia do Nilo, onde o objetivo foi testar a eficiência do eugenol como anestésico em adultos de tilápia do Nilo, durante o manejo e avaliar sensorialmente os parâmetros organolépticos, aroma e sabor do filé após a anestesia. A partir de 12 horas após a exposição ao anestésico, os peixes não apresentaram aroma ou sabor diferenciado.

No estudo de MOREIRA et al., (2010), sobre a eficácia do eugenol extraído da planta *Eugenia aromática* como anestésico para a realização de biometrias em adultos de tilápia do Nilo que teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações de eugenol em adultos de tilápia e determinar a concentração ideal para uma biometria. Ficou evidente que elevadas dosagens de anestésicos produzem

efeito no batimento opercular dos peixes, sendo este inversamente proporcional à concentração do eugenol.

No estudo de INOUE et al., (2010), sobre a avaliação de respostas metabólicas do tambaqui exposto ao eugenol em banhos anestésicos onde o objetivo foi avaliar as respostas metabólicas do peixe em questão utilizando parâmetros sanguíneos e plasmáticos em banhos simulados e perceber a vantagem do uso desse anestésico e suas limitações. Ficou evidente com o aumento do lactato do plasma, glicose e amônia que são indicativos de estresse, concluindo que o eugenol provou-se eficiente em sua função anestésica, porém não pode reduzir as respostas metabólicas do estresse em tambaquis.

No estudo de SIMÕES et al., (2012), sobre o uso do eugenol como anestésico em juvenis avançados de tilápia do Nilo onde o objetivo foi determinar a concentração e o tempo ideal de exposição do eugenol como anestésico para juvenis avançados de tilápia do Nilo durante o manejo, além de verificar as respostas de estresse dos peixes expostos a concentração ideal deste anestésico.

A exposição a concentração ideal de eugenol por 10 minutos, não causou estresse severo, ocorrendo alterações após a anestesia somente nos níveis de glicose e hematócrito.

3.2. MENTOL

O mentol é extraído de óleos essenciais da planta *Menta (Mentha arvensis L.)* (MATOS, 2000). Poucos imaginam a imensa propriedade analgésica do mentol ou também conhecido como hortelã. Porém, ele é muito conhecido pelas suas propriedades anestésicas e anti-inflamatórias utilizado em tratamentos na garganta. Além disso, possui a propriedade de barrar os receptores de opióides, que são receptores celulares para neurotransmissores presentes no sistema nervoso humano, e eles são importantes na regulação normal da sensação da dor.

Figura 11- Planta Menta (*Mentha arvensis* L.)



Fonte: Shambelle Cosméticos.

De forma similar à benzocaina, o mentol tem várias características que o qualificam como um anestésico adequado para peixes: eficácia e boa margem de segurança para o peixe e para o operador na concentração utilizada (ROUBACH; GOMES, 2001).

O mentol possui valor acessível e competitivo quando comparado aos demais fármacos, especialmente em relação aos anestésicos sintéticos (PÁDUA et al., 2010)

3.2.1. MENTOL EM PEIXES

Os estudos sobre o uso de substâncias naturais, como o mentol utilizado como anestésico em piscicultura tem origem na necessidade de se encontrar produtos alternativos eficazes em substituição aos anestésicos sintéticos (FAÇANHA; GOMES, 2001).

No estudo de FAÇANHA e GOMES em 2005 sobre a eficácia do mentol anestésico para tambaqui onde o objetivo foi determinar a eficácia do mentol durante o manejo e determinar o protocolo de anestesia com o mentol para o tambaqui. Assim foram avaliadas as várias concentrações para anestesia e o tempo máximo de exposição ao mentol.

Tabela 4 - Doses efetivas de Mentol para várias espécies criadas no Brasil.

Espécie	Dose efetiva	Autor
Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)	Concentração de 150 mg L ⁻¹ para anestesia cirúrgica. Concentração de 100 mg L ⁻¹ para anestesia de biometria.	FAÇANHA; GOMES, 2005
Juvenis de pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>)	Concentração de 100 mg L ⁻¹ para o mentol. Concentração de 50 mg L ⁻¹ para eugenol.	GONÇALVES et al., 2008
Dourado (<i>Salminus brasiliensis</i>)	Concentração de 60 mg L ⁻¹ considerando o melhor custo	PÁDUA et al., 2010
Tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Concentrações de 60, 180 e 240 mg L ⁻¹ para alevinos, juvenis e adultos respectivamente.	TEIXEIRA et al., 2011
Tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	As concentrações de 0,90 mL L ⁻¹ de 2-fenoxietanol e 125 mg L ⁻¹ de mentol são adequadas para fins de manejo	MELLO et al., 2012
Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>)	Concentração de 150 mg L ⁻¹ para o mentol. Concentração de 150 mg L ⁻¹ para eugenol.	SANCHEZ et al., 2014
Cacharas (<i>Pseudoplatystoma reticulatum</i>)	Concentração de 150 mg L ⁻¹ para o mentol. Concentração de 100 mg L ⁻¹ para eugenol.	SANCHEZ et al., 2014

Fonte: modificada de ROUBACH; GOMES (2001)

A concentração ideal não causou distúrbios fisiológicos de glicose plasmática e no Na⁺ plasmático, porém fica evidente um distúrbio no K⁺ plasmático.

Com o objetivo de comparar os anestésicos em tambaqui, fica evidente na tabela abaixo que o mentol atende de forma geral aos critérios de bom anestésico como a benzocaína e o eugenol.

Tabela 5 - Comparação dos efeitos da benzocaína, eugenol e o mentol para anestesia de tambaqui.

Critério	Benzocaína	Eugenol	Mentol
Facilmente administrado	+++	+++	+++
Eficaz em curto período de exposição	+++	+++	+++
Eficaz em concentração baixa	+++	+++	+++
Induz ao estado desejado rapidamente	+++	+++	+++
Fácil de manter o estado desejado	+++	+++	+++
Fácil de inverter o processo	+++	+++	+++
Recuperação rápida e tranqüila	+++	++	++
Margem de segurança	++	+++	+++
Solubilidade na água	+	+	+
Não produzir a hiperatividade durante a indução	+	+	+
Não deve induzir uma resposta forte de estresse	+	++	+
Segurança ao manipulador	+++	+++	+++
Resíduos insignificantes no tecido	+	+++	?
Baixo tempo residual	+	+++	?
Baixo custo	+++	+++	+++

+ - razoável; ++ - bom; +++ - muito bom; ? - desconhecido.

Fonte: FAÇANHA; GOMES (2005).

No estudo de GONÇALVES et al., (2008), sobre o mentol e eugenol como substitutos da benzocaína na indução anestésica de juvenis de pacu onde o objetivo é avaliar diferentes concentrações de mentol e eugenol, em comparação a benzocaína na indução anestésica em juvenis de pacu.

No estudo de PÁDUA et al., (2010), sobre o mentol como anestésico para dourado onde o objetivo foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de mentol sobre o tempo de indução e recuperação anestésico de dourado.

Em relação ao custo do anestésico, o valor gasto por litro de água para cada concentração avaliada (60, 90, 120 e 150 mg L⁻¹) foi de R\$0,026; R\$ 0,040; R\$ 0,053 e R\$ 0,066 respectivamente.

No estudo de TEIXEIRA et al., (2011) sobre o mentol como anestésico para diferentes classes de tamanho de tilápia do Nilo onde o objetivo foi avaliar o mentol como anestésico e determinar a concentração recomendada para o manejo de diferentes classes de tamanho de tilápia do Nilo.

Ficou evidente que as menores concentrações (30, 60 e 120 mg L⁻¹) não induziram a tilápia nos estágios de anestesia profunda, confirmando que a resistência ao anestésico se eleva com o aumento do tamanho dos espécimes. As maiores concentrações (180, 240 e 300 mg L⁻¹) induziram ao estágio de anestesia profunda, ideal para manejos rápidos e biometrias.

No estudo de MELLO et al., (2012), sobre a avaliação de 2-fenoxietanol e mentol como agentes anestésicos em tilápias) onde o objetivo foi determinar o tempo de indução e recuperação de tilápias nilóticas submetidas ao 2-fenoxietanol e ao mentol.

Fica evidente que para os juvenis de tilápia mantidos sob as mesmas condições, com o aumento de ambos os anestésicos ocorre uma redução do tempo de indução e recuperação anestésica para atingir o estágio 3 de cada fase.

No estudo de SANCHEZ et al., (2014) sobre o efeito do mentol e eugenol sobre as respostas fisiológicas de pacu onde o objetivo foi avaliar o tempo de indução, o tempo de recuperação e as respostas fisiológicas de pacu submetidos a doses usuais de mentol e eugenol.

As duas concentrações, tanto de mentol como de eugenol foram capazes de induzir todos os animais ao estágio de anestesia cirúrgica. Porém peixes submetidos ao eugenol apresentaram hiperatividade, observada pela euforia e rápida movimentação.

Observou-se efeito de interação entre os fatores para os valores de hemoglobina sendo que para peixes anestesiados com mentol a 150 mg L⁻¹ foram reduzidos nos valores de hemoglobina 12 horas após a indução porém esta permaneceu inalterada 24 horas após a anestesia, ligados ao eugenol.

No estudo de SANCHEZ *et al.*, (2014), sobre as respostas fisiológicas de cacharas submetidos a anestésicos naturais onde o objetivo foi avaliar o tempo de indução e o tempo de recuperação, respostas fisiológicas de cacharas anestesiados com eugenol e mentol. Houve mortalidade de peixes.

As concentrações de eugenol e mentol induziram todos os animais ao estágio de anestesia cirúrgica. Os peixes apresentaram hiperatividade ao primeiro contato com o eugenol evidenciada pela euforia e movimentos natatórios acelerados. Já os peixes com mentol não demonstraram reações adversas, porém apresentaram os estágios iniciais de anestesia, como perda parcial de equilíbrio, perda de reação a

estímulos e redução de batimentos operculares até atingir o estágio de anestesia cirúrgica.

Os parâmetros de oxigênio dissolvido e temperatura aferidos foram adequados para a produção de cacharas. Para concluir as concentrações tanto do eugenol como o mentol, podem ser utilizados de forma segura na indução anestésica em cacharas durante a realização de práticas de manejo como biometrias.

4. ANESTÉSICOS ARTIFICIAIS

Os anestésicos sintéticos são bastante conhecidos e utilizados nas pisciculturas, entretanto estas substâncias químicas são tóxicas e onerosas (ROUBACH, 2001).

As substâncias anestésicas mais utilizadas são tricaína metano sulfonato (MS-222), quinaldina e 2-fenoxietanol, com custos significativos e efeitos adversos, como irritabilidade e efeitos deletérios nos manuseadores (ROUBACH; GOMES 2001). Portanto seu uso é bastante limitado em muitos estudos.

A obtenção de alguns anestésicos sintéticos para peixes pode ser difícil; além disso, o único anestésico aprovado pelo Food and Drug Administration (FDA) para uso em peixes é o MS-222, que ainda não possui produção comercial no Brasil (FAÇANHA; GOMES, 2005) e também existe um período de carência da utilização do peixe para o abate, tem que esperar 21 dias para esse fim, pois a presença desse anestésico no peixe ocasiona efeitos indesejados no produto final.

4.1. BENZOCAÍNA

. É um anestésico de uso humano e as doses utilizadas em peixes não causam nenhum dano ao operador (ROUBACH, 2001). Além de ter baixo custo e boa margem de segurança para os peixes (GILDERHUS; MARKING, 1987; GILDERHUS, 1989) é conhecido pela sua eficácia apropriados para os peixes. Mesmo assim o uso extensivo de produtos químicos pode gerar muitos danos aos peixes, afetando assim o seu bem-estar e muitos casos o produto final.

A benzocaína (éster etílico do ácido para-aminobenzóico) é um anestésico local utilizado em mamíferos, e em peixes é usado como anestésico geral por imersão (MEINERTZ, 1999).

É quimicamente similar ao MS-222, ou seja, é um anestésico sintético, possui baixa solubilidade em água, não diminui pH, não provoca alterações fisiológicas indesejáveis e provou-se ser seguro para o manuseador e para o ambiente.

A indução da anestesia com benzocaína ocorre entre dois a quatro minutos, e a recuperação em tempo inferior a dez minutos (ANTUNES et al., 2008).

A benzocaína tem sido utilizada para tranquilização, analgesia e anestesia de peixes de várias espécies, tendo sido observada margem de segurança muito pequena entre a dose eficaz e a dose letal (OLFERT et al., 1993).

Dentre os anestésicos mais utilizados no Brasil atualmente, a benzocaína é o produto mais comum no manejo (anestesia e sedação) do robalo peva (*Centropomus parallelus*) (FERRAZ et al., 2004).

4.1.1. BENZOCAÍNA EM PEIXES

A benzocaína apresenta ação rápida sobre o sistema nervoso, sem complicações posteriores para o peixe, além de ser econômico e de fácil manipulação (PIRHONEN; SCHRECK, 2003). Por isso diversos estudos com a benzocaína são apreciados (OLFERT et al., 1993).

Tabela 6- Doses efetivas da benzocaína para várias espécies criadas no Brasil.

Espécie	Dose efetiva	Autor
Juvenis de matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>)	Concentração de 60 mg L-1 por 1 min.	INOUE et al., 2002
Matrinxã (<i>Brycon amazonicus</i>)	Concentração de 250 a 600 mg L-1 para o 2-phenoxyethanol. Concentração de 40 a 70 mg L-1 para a benzocaína.	INOUE et al., 2004
Tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Concentração de 80 mg L-1 para o eugenol. Concentração de 100 mg L-1 para a benzocaína.	DELBON, 2006
Carpas (<i>Cyprinus carpio</i>)	Os resultados permitem concluir que partindo de uma dose mínima de 125,79mg/ml e peso de 147,45g, um aumento no peso da carpa em 1g, corresponde a um aumento de 0,158 mg/L.	ANTUNES et al., 2008
Lambari do rabo amarelo (<i>Astynax bimaculatus</i>)	Concentração de 1000 mg L-1	GIMBO et al., 2008
Juvenis de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Concentração de 120 mg L-1 para o eugenol. Concentração de 135 mg L-1 para a benzocaína.	COSTA, 2011
Juvenis do robalo peva (<i>Centropomus parallelus</i>)	Concentração de 37,5 mg L-1 para o eugenol. Concentração de 75 mg L-1 para a benzocaína. Concentração de 150 mg L-1 para a mentol.	SOUZA et al., 2012
Tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Partindo de uma dose mínima de 146,60 e peso 25,64 um aumento no peso em 1g, corresponde a um aumento de 0,032 mg/l na dose de benzocaína.	ROCHA et al., 2012
Juvenis e adultos sardinha verdadeira (<i>Sardinella brasiliensis</i>)	Concentração de 40 mg L-1 para o eugenol para juvenis. Concentração de 37,5 mg L-1 para a benzocaína para juvenis. Concentração de 150 mg L-1 para o MS222 para juvenis. Concentração de 50 mg L-1 para a benzocaína para adultos.	TAKEUCHI, 2012
Juvenis do mandi- Pintado (<i>Pimelodus britskii</i>)	Concentração de 70 mg L-1 para o eugenol. Concentração de 200 mg L-1 para a benzocaína.	JÚNIOR et al., 2014

Fonte: modificada de ROUBACH; GOMES (2001)

No estudo de INOUE et al., (2004) sobre a avaliação dos anestésicos 2-phenoxyethanol e da benzocaína no manejo de matrinxã onde o objetivo foi avaliar o uso de 2-phenoxyethanol e da benzocaína no manejo de matrinxã, quantificando algumas das suas principais respostas fisiológicas e bioquímicas á anestesia leve e

profunda. Os dados também têm finalidade de contribuir para o aperfeiçoamento das técnicas de manuseio do matrinxã empregadas em condições de campo e laboratório.

O matrinxã apresentou valores de hematócrito mais elevados quando submetidos a anestesia profunda dos dois anestésicos. Os valores de glicose plasmática foram mais elevados devido ao uso de 2-phenoxyethanol para anestesia profunda. Os valores de lactato plasmático aumentaram, porém o 2-phenoxyethanol proporcionou menor produção de lactato, enquanto a benzocaína diminuiu a produção de lactato apenas em um teste. A excreção nitrogenada foi mais prejudicada com o uso do 2-phenoxyethanol.

No estudo de DEBLON em 2006 sobre a ação da benzocaína e do eugenol sobre parâmetros fisiológicos de tilápia onde o objetivo foi analisar a ação de dois anestésicos, o eugenol e a benzocaína em tilápia.

Os peixes submetidos ao eugenol apresentaram menor tempo de indução e maior recuperação do que a benzocaína. A temperatura não influenciou o anestésico. Os valores de hematócrito e no cortisol foram influenciados pelos anestésicos, ou seja, minimizou os efeitos relacionados ao estresse. Para procedimentos longos o eugenol é ideal, já que o tempo de recuperação dos peixes é maior comparado com a benzocaína.

No estudo de GIMBO et al., 2008 (2008), sobre diferentes concentrações de benzocaína na indução anestésica do lambari do rabo amarelo (*Astynax bimaculatus*) onde o objetivo foi avaliar a eficiência da benzocaína na anestesia de lambaris com diferentes concentrações, buscando assim a concentração mais adequada e segura para o manejo dos animais.

O tempo necessário para a anestesia profunda das concentrações 125 e 50 mg L⁻¹ sofreu mudanças significativas. Já o de 100 e 125 mg/l não houve. A maior taxa de sobrevivência foi encontrada na concentração de 100 mg/l com 100% e a menor na concentração 125 mg/l com 37,5 %. Os parâmetros avaliados como ph, oxigênio dissolvido e temperatura permaneceram nas faixas consideradas ideais.

No estudo de Costa (2012) sobre a avaliação do eugenol e benzocaína como anestésicos para juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) onde o objetivo foi avaliar diferentes fases de indução e recuperação da anestesia em juvenis de tilápia submetidos a diferentes concentrações de benzocaína e do eugenol.

No estágio 2 as concentrações de (85, 110, 135 e 160 mg/l de benzocaína) e (120 e 140 mg/l de eugenol) alcançaram um tempo de permanência menor que as concentrações de 60 mg/l tanto de benzocaína quanto de eugenol.

No estágio 3 as concentrações mais elevadas de benzocaína (135 e 160 mg/L) e de eugenol (120 e 140 mg/L) apresentaram uma tendência de estabilizar o tempo em função da dose. Para concluir a benzocaína e o eugenol foram eficientes na anestesia de juvenis de Tilápia.

No estudo de SOUZA et al., (2012) sobre o efeito comparativo da benzocaína, mentol e eugenol como anestésicos para juvenis de robalo peva (onde o objetivo foi avaliar diferentes concentrações de benzocaína, eugenol e mentol na indução de juvenis de robalo peva. Os anestésicos foram utilizados nas seguintes concentrações. benzocaína: 50, 75, 100, 150 mg L⁻¹; mentol: 50, 100, 150, 200 mg L⁻¹; eugenol: 25, 37,5, 50, 62,5 mg L⁻¹.

Após a exposição dos peixes às diferentes concentrações de cada anestésico, os estágios foram computados e monitorados, são eles: Estágio 1 – diminuição do movimento opercular; Estágio 2 – início de perda de equilíbrio, caracterizado pelo movimento natatório na posição normal intercalado por movimentos de lado; Estágio 3 – perda total de equilíbrio, correspondendo ao movimento natatório de lado, sem coordenação; Estágio 4 – perda total de reação ao estímulo (WOODY et al., 2002).

Após atingirem o quarto estágio da anestesia, os peixes foram submetidos a biometria e sucessivamente levados a tanques de água limpa, onde foi medido o tempo levado até a recuperação.

Todos os peixes atingiram o estágio 4 e não houve mortalidade durante os testes. Com o uso de benzocaína a concentração mais eficaz foi de 150mg/L, levando (1,12 min) para atingir o estágio 4. Com a utilização do eugenol a concentração mais eficaz foi a de 62,5 mg/L, apresentando diferenças significativas com relação às outras concentrações. Com a utilização do mentol às concentrações mais eficientes foram 150mg/L e 200mg/L respectivamente.

No estudo de TAKEUCHI em 2012 sobre Utilização de benzocaína, eugenol, e tricaína metanossulfato (MS-222) como anestésico em juvenis e adultos para a sardinha verdadeira, onde o objetivo foi avaliar os efeitos e a eficácia de três agentes anestésicos (benzocaína, eugenol e MS-222) em juvenis e adultos de sardinha.

Para a *Sardinella brasiliensis* as concentrações ideais foram: eugenol (40 mg/L), MS-222 (100 mg/L), benzocaína (37,5 mg/L) para juvenis e de 50 mg/L de

benzocaína para os adultos. No estudo de JÚNIOR et al., (2014) sobre benzocaína e eugenol como anestésicos para juvenis do mandi- Pintado onde o objetivo foi encontrar a melhor dose de benzocaína e eugenol para indução e recuperação anestésica em juvenis de mandi-pintado.

Foi observado que para a concentração de 40 mg/L de eugenol obteve-se o maior tempo de indução (265s), já para a dose de 220 mg/L obteve-se o menor tempo (83,1 s). Ficou evidenciado que a concentração mais eficaz do eugenol foi a de 70 mg/L para a indução e recuperação.

Para a benzocaína a concentração mais eficaz é a de 200 mg/L, sendo que a dose de 125 mg/L não se mostrou eficiente, não alcançando o estágio de ausência de reação a qualquer estímulo.

5. MALEFÍCIOS DOS ANESTÉSICOS

Apesar da anestesia aparentemente minimizar o impacto de agentes estressores, é importante a determinação de concentrações ótimas de fármacos com características anestésicas para se evitar os efeitos negativos da prática, pois a utilização de quantidade excessiva de anestésicos pode promover alterações metabólicas detectadas somente horas após a exposição, ou ainda a morte dos peixes (SUMMERFELT; SMITH, 1990)

Alguns anestésicos sintéticos, como a triclaína metano sulfonato (MS-222) e a benzocaína, são amplamente utilizados, mas podem causar efeitos adversos nos peixes como perda de muco, irritação das brânquias, danos na córnea (INOUE et al., 2003) aumento da susceptibilidade a doenças patogênicas e infecciosas (YUKIHIRO et al. 2008). Segundo FELIZARDO (2010) esses dois anestésicos são solúveis em gordura podendo ser acumulada nos tecidos dos peixes destinados ao consumo humano.

Entretanto, alguns anestésicos, dependendo da concentração ou do tempo de exposição, podem ser causadores de estresse em peixes sendo sintéticos ou naturais (BARBOSA et al., 2007; KIESSLING et al., 2009).

Normalmente, os anestésicos causam a supressão de diversas respostas de estresse, o que facilita ao animal (peixe) a manutenção de sua homeostase mesmo quando é intensamente manejado (MARTÍNEZ-PORCHAS et al., 2009).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para começar esta revisão diversos meios de pesquisa foram escolhidos criando assim uma linha de conexão entre a piscicultura, estresse, fatores que causam esse estresse em peixes e o uso de anestésicos.

Através desta revisão ficou evidente que diversos fatores afetam o bem-estar dos peixes, que podem ser diversos como: temperatura, alimentação, densidade entre outros, são fatores que causam o estresse, que podem ser físicas ou químicas. As físicas podem ser expressas como falta de crescimento, aparecimento de patógenos, o territorialismo entre outros, as químicas são aumento do cortisol, lactato que são indicadores de estresse em peixes.

Os peixes de piscicultura em si vivem sempre em situação de estresse, pois diversas atividades realizadas na piscicultura os afetam, como biometrias, densidades elevadas, transporte entre outros. Fazendo com que os anestésicos sejam uma solução muito boa para esses problemas.

A utilização de anestésicos está cada vez mais presente em diversas atividades dentro de uma piscicultura, trazendo segurança para os manipuladores e segurança para o próprio animal, até porque diversas espécies tem tanto a fisiologia quanto o comportamento complicado de se manejar.

A questão em si é qual tipo de anestésico é mais viável para cada espécie, os naturais ou os artificiais? Os naturais em questão, eugenol e mentol apresentaram resultados satisfatórios em quase todos os meios desta revisão, porém como toda substância aplicada em um animal é necessário se ter um cuidado em relação a sua concentração. Já os artificiais são mais potentes, porém são de alto custo, inviabilizando o seu uso em pequenas pisciculturas, há também um problema em relação a maioria deles serem tóxicos para os seres humanos.

O eugenol mostrou-se bastante viável na maioria das espécies em que foram pesquisadas nesta revisão, como o tambaqui onde o anestésico não reduziu as respostas induzidas pelo estresse, porém a função anestésica foi satisfatória. No caso do piavuçu o anestésico também foi eficiente, porém dosagens acima do padrão causaram mortalidades no experimento. Em alevinos de lambari esse anestésico também se mostrou satisfatório com a dosagem de 50 mg L⁻¹ em certo tempo. Já no

experimento do Pintado, um novo dado foi introduzido, a temperatura influenciou na velocidade dos estágios anestésicos, porém o anestésico em si foi satisfatório.

Mais espécies mostraram resultados satisfatórios, como o matrinxã, pacu e jundiá. No caso da tilápia o eugenol produziu efeitos no batimento opercular dos peixes, sendo inversamente proporcional as concentrações de eugenol, no pirarucu a resposta ao estresse não foi reduzida, porém função anestésica também foi satisfatória.

Partindo para outro anestésico natural, o mentol também foi eficaz para todas o K+ plasmático sofreu alterações em concentrações acima de 50 mg/L, porém foi eficaz. Outras espécies tiveram resultados satisfatórios, como o pacu tilápia. Em dourados a melhor concentração evidente foi de 60 mg/L-1, em cacharas houve mortalidade de peixes com o uso do mentol.

Pela dificuldade em achar fontes de pesquisa sobre os anestésicos naturais, a benzocaína foi o mais explanado. Mesmo os anestésicos artificiais apresentarem custos elevados a benzocaína no Brasil tem um custo bastante viável sendo bastante apreciada como anestésico.

Um estudo bastante importante foi o comparativo da benzocaína com o 2-phenoxyethanol, outro anestésico artificial, onde os dois anestésicos aumentaram os valores de hematócrito em matrinxãs, porém somente a benzocaína apresentou alterações fisiológicas brandas na indução de anestesia profunda. Em tilápias e robalos – peva, a utilização de benzocaína é menos eficaz que o eugenol. Já em sardinhas e lambaris a benzocaína foi bastante eficaz. Na tabela abaixo mostram as devidas conclusões e observações dos trabalhos citados.

7. CONCLUSÃO

Para concluir ficou evidente em muitos estudos que os anestésicos não diminuíram o estresse em peixes, porém a ação anestésica em muitas espécies foi eficiente, muitos desses estudos facilitaram em padronizar as concentrações ideais para cada espécie para se atingir os níveis anestésicos ideais.

Mostrando que os anestésicos em grande maioria foram eficientes nas ações anestésicas, porém em relação a redução das respostas fisiológicas do estresse os que foram testados foram ineficientes. Essa ineficiência deve-se a pouco estudo em relação aos aspectos químicos dos peixes, como lactato, valores de hemoglobina, valores de cortisol entre outros, pois estudos com esses parâmetros são caros, ficando inviáveis para as pequenas pisciculturas, porém são interessantes para se descobrir quais são as doses ideais para não aumentarem o estresse.

Já que atividades rotineiras em pisciculturas por menores que sejam influem diretamente no bem-estar dos peixes, causando estresse, então o interessante é se descobrir as doses ideais em que os peixes fiquem anestesiados e que essas respostas do estresse não aumentem.

Os anestésicos naturais mostraram ser bem mais eficientes que os artificiais, fazendo com que eles sejam muito mais utilizados, há também um atenuante em relação aos artificiais, para o peixe ser abatido é necessário a espera de 21 dias.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. Anestésicos locais. 2013. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2013.
- ANDERSON, W.G.; MCKINLEY, R.S.; COLAVECCHIA, M. 1997 The use of clove oil as an anesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance. **North American Journal of Fisheries Management**, Bethesda, 17(2): 301-307.
- ANTUNES, M. SPURIO, R. GODOI, D. GRUMADAS, C. ROCHA, M. *Cloridrato de benzocaína na anestesia de carpas (Cyprinus carpio)*. **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 29, núm. 1, enero-marzo, 2008, pp. 151-155 Universidade Estadual de Londrina
- BARBOSA, L. MORAES, G. INOUE, L. Respostas metabólicas do matrinxã submetido a banhos anestésicos de eugenol. **Acta Scientiarum**. Biological Sciences, vol. 29, núm. 3, 2007, pp. 255-260 Universidade Estadual de Maringá .png, Brasil.
- BARCELLOS, L.; SOUZA, S.; WOEHL, V. M. Estresse em peixes: fisiologia da resposta ao estresse, causas e consequências (Revisão). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.26, p. 99-111. 2000.
- BARTON, A. Stress in Fishes: A Diversity of Responses with Particular Reference to Changes in Circulating Corticosteroids Integrative and Comparative Biology, Volume 42, Issue 3, 1 July 2002, Pages 517–525,
- BARTON, B.A. Stress in finfish: past, present and future—a historical perspective. In: Iwama, G. et al. (Eds.), *Fish Stress and Health in Aquaculture*, Cambridge: Univ. Press. 1997, p. 1 – 33, (**Society for Experimental Biology Seminar Series 62**).
- BOSWORTH, B.G.; SMALL, B.C.; GREGORY, D.; KIM, J.; BLACK, S.; JERRETT, A. Effects of rested-harvest using the anesthetic AQUI-S™ on channel catfish, *Ictalurus punctatus*, physiology and fillet quality. **Aquaculture**, v.262, p.302-318,2007.
- BRANDÃO, F. GOMES, L. CHAGAS, E. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta amazônica**. VOL. 36(3) 2006: 349 – 356.
- CAMPBELL PM, POTTINGER TG, SUMPTER JP. Stress reduces the quality of gametes produced by rainbow trout. **Biol Reprod**, v.47, p.1140-1150, 1992.
- CARNEIRO, P. C. F.; URBINATI, E. C.; MARTINS, M. L. Estresse devido ao transporte e à ação da benzocaína em parâmetros hematológicos e população de parasitas em matrinxã, *Brycon cephalus* (TELEOSTEI: CHARACIDAE). **Estresse provocado pelo transporte e respostas fisiológicas do matrinxã, Brycon cephalus (TELEOSTEI: CHARACIDAE)**. Jaboticabal, SP. 139 p. Tese (Doutorado em Zootecnia), 2001.
- CARRAGHER JF, SUMPTER JP, POTTINGER, TG, PICKERING AD. The deleterious effects of cortisol implantation on reproductive function in two species of trout. *Salmo trutta* L. and *Salmo gairdneri* Richardson. **Gen Comp Endocrinol**, v.76, p.310-321, 1989.

COSTA, L, **Avaliação de óleo de cravo e benzocaína como anestésicos para juvenis de tilápia nilótica**. 2011. 54f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2011.

CUNHA, M. A. Anesthesia of silver catfish with eugenol: time of induction, cortisol response and sensory analysis of fillet. **Ciência Rural**, v.40, n.10, p.2107-2114, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010005000154>>.

CYRINO, J. E. P. et al. A nutrição de peixes e o ambiente. In: I Simpósio de nutrição e saúde de peixes, 2005, Botucatu. **Anais**. Botucatu: AQUANUTRI, 2005. CD-ROM.

DEBLON, M. **Ação da benzocaína e do óleo de cravo sobre parâmetros fisiológicos de tilápia *Oreochromis niloticus***. 2006. 91f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2006.

DEIMER, O. NEU, D. BITTENCOURT, F. SIGNOR, A. BOSCOLO, W. FEIDEN, A. Eugenol como anestésico para jundiá (*Rhamdia voulezi*) em diferentes pesos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1495-1500, jul./ago. 2012.

DINIZ, N. M.; HONORATO, C. A. Algumas alternativas para diminuir os efeitos do estresse em peixes de cultivo – revisão. **Arq. Ciênc. Vet. Zool.** UNIPAR, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 149-154, jul./dez. 2012.

FAÇANHA, M.FERREIRA. GOMES, L. CARVALHO. A eficácia do mentol como anestésico para tambaqui (*colossoma macropomum*, characiformes: characidae). **Acta amazônica**. VOL. 35(1) 2005: 71 – 75. 2005

FAGUNDES, M. **Respostas fisiológicas do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) a estressores comuns na piscicultura**. 2005. 66 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

Felizardo, V. **Efeitos da exposição ao eugenol e da indução hormonal reprodutiva no ritmo biológico dos peixes**. 2010. 69f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2010.

FERRAZ, E.M.; ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.; CERQUEIRA, V.R.; CANDIDO, S. 2004 Validation of an ovarian biopsy method for monitoring oocyte development in the fat snook *Centropomus parallelus* Poey, 1860 in captivity. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, 47(4): 643-648.

FUJIMOTO, R. Y. et al. Efeito da suplementação alimentar com cromo trivalente em pacu, *piaractus mesopotamicus* (Holmeberg, 1887) mantido em diferentes densidades de estocagem. Parâmetros Fisiológicos. **Boletim Instituto da Pesca**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 155-162, 2005.

GALHARDO, R.; OLIVEIRA, R. Bem-estar animal:um conceito legítimo para peixes? **Revista de Etologia**, Ribeirão Preto, v. 8, n. 1, p. 51-61, 2006.

GILDERHUS, P. A. Efficacy of benzocaine as an anesthetic for salmonid fishes. **North American Journal of Fisheries Management**, Bethesda, v.9, p.150-153. 1989.

GILDERHUS, P.A.; MARKING, L.L. Comparative efficacy of 16 anesthetic chemicals on rainbow trout. North Am. **J. Fish. Manage.** v. 7, p. 288– 292, 1987.

GIMBO, R. SAITA, M. GONÇALVES, A. TAKAHASHI, L. *Diferentes concentrações de benzocaína na indução anestésica do lambari-do-rabo-amarelo (Astyanax altiparanae)*. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.9, n.2, p. 350-357, abr/jun, 2008.

GONÇALVES, A. SANTOS, E. FERNANDES, J. TAKAHASHI, L. Mentol e eugenol como substitutos da benzocaína na indução anestésica de juvenis de pacu. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, vol. 30, núm. 3, 2008, pp. 339-344 Universidade Estadual de Maringá .png, Brasil.

HONCZARYK, A. INOUE, L. Anestesia do pirarucu por aspersão direta nas brânquias do eugenol em solução aquosa. **Ciência Rural**, v.39, n.2, mar-abr, 2009.

HOSKONEN, P.; PIRHONEN, J. Temperature effects on anaesthesia with clove oil in six temperature- zone fishes. **Journal of Fish Biology**, v.64, p.1136-1142, 2004.

HOVDA, J. e LINLEY, T.J. 2000 The potential application of hypothermia for anesthesia in adult Pacific salmon. **North American Journal of Aquaculture**, Bethesda, 62: 67-72.

INOUE, L. BOIJINK, C. RIBEIRO, P. SILVA, A. AFFONSO, E. *Avaliação de respostas metabólicas do tambaqui exposto ao eugenol em banhos anestésicos*. **Acta Amazônica**, v.41, 2010.

INOUE, L. HACKBARTH, A. MORAES, G. Avaliação dos anestésicos 2-phenoxyethanol e benzocaína no manejo do matrinxã *Brycon cephalus* (GUNTHER, 1869). **Biodiversidade Pampeana**. PUCRS, Uruguaiana, 2004.

INOUE, L. SANTOS NETO, C. MORAES, G. Benzocaína como anestésico para juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Boletim técnico do CEPTA**, Pirassununga, v.15, p.23-30, 2002.

IVERSEN, M.; FINSTAD, B.; MCKINLEY, R.S.; ELIASSEN, R.A. 2003. The efficacy of metomidate, clove oil, Aqui-S™ and Benzoak® as anesthetics in Atlantic salmon (*Salmo solar* L.).

IWAMA, G.; ACKERMAN, A. Anesthetics. In. HOCHACHKA, P.; MOMMSEN. (Ed.) Analytical techniques in biochemistry and molecular biology of fishes. **Amsterdam: Elsevier Science**, 1994. v.3, cap.1, p.1-5.

JÚNIOR, M. DIEMER, O. NEU, D. BITTENCOURT, F. BOSCOLO, W. FEIDEN, A. Benzocaína e eugenol como anestésicos para juvenis de *Pimelodus britskii* (mandi-pintado). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 9, núm. 1, 2014, pp. 134-138. Universidade Federal Rural de Pernambuco Pernambuco, Brasil.

KEENE, J.L.; NOAKES, D.L.G.; MOCCIA, R.D.; SOTO, C.G. 1998 The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Aquaculture Research**, Oxford, 29(2): 89-101

KING, W.V. et al. The use of clove oil, metomidate, tricaine methanesulphonate and 2-phenoxyethanol for inducing anaesthesia and their effect on the cortisol stress response in black sea bass (*Centropristis striata* L.). **Aquaculture Research**, v.36, p.1442-1449, 2005. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118667215/PDFSTART>>

KUBITZA, F. Transporte de peixes vivos. **Panorama da aquicultura**, São Paulo, V. 07. Nº 43. Páginas 20 -26. Set/Out 1997.

LIMA, L. RIBEIRO, L. LEITE, R. MELO, D. Estresse em peixes. **Rev Bras Reprod Anim**, Belo Horizonte, v.30, n.3/4, p.113-117, jul./dez. 2006.

LUZ, R. K.; PORTELLA, M. C. Freqüência alimentar na larvicultura de trairão (*Hoplias lacerdae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1442-1448, 2005.

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, p. 158-178, 2009

MATOS, F.J.A. 2000. Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. 2a ed. Fortaleza: **Imprensa Universitária-UFC**. 344p.

MEINERTZ, I. R. Metabolism, elimination, and pharmacokinetics of the fish anesthetic benzocaine. In: SMITH, D. J.; GINGERICH, W. H.; BECONI-BARKER, M.G. *Xenobiotics in fish*. **Dordrecht: Klumer Academic Publishers**, 1999. p.189-200.

MELLO, R. COSTA, L. OKAMURA, D. ARAÚJO, F. RIBEIRO, P. CORRÊA, F. ROSA, P. Avaliação de 2-fenoxietanol e mentol como agentes anestésicos em tilápia. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 38(1): 53 – 59, 2012.

MOMMSEN, T.P.; VIJAYAN, M.M.; MOON, T.W. 1999. Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, 9:211-268.

MOREIRA, A. TEIXEIRA, E. CARREIRO, C. LAFAIETE, R. Eficácia do eugenol extraído da planta *Eugenia aromatica* como anestésico para realização de biometrias em adultos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, vol. 32, núm. 4, 2010, pp. 419-423 Universidade Estadual de Maringá .png, Brasil.

OBA, E. T.; MARIANO, W. S., SANTOS, L. R. B. S.; Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo rentável. **Manejo e Sanidade de peixes em cultivo**. EMBRAPA Amapá, cap.8, p. 226-247, 2009.

OLFERT, E. D.; CROSS, B. M.; MCWILLIAM, A. A. Anesthetic and sedative drug dosage- fishes. In: *Guide to the care and use of experimental animals*. 2.ed. Ottawa: Canadian **Council on Animal Care**, 1993. p.192

OLIVEIRA, J. R. et al. Cloreto de sódio, benzocaína e óleo de cravo-da-Índia na água de transporte de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1163-1169, 2009.

PÁDUA, S. PIETRO, P. IGLESIAS-FILHO, P. ISHIKAWA, M. HISANO, H. *Mentol como anestésico para dourado (salminus brasiliensis)*. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 36(2): 143 – 148, 2010.

PALIĆ, D.; HEROLT, D. M.; ANDREASEN, C. B.; MENZEL, B. W.; ROTH, J. A. Anesthetic efficacy of tricaine methanesulfonate, metomidate and eugenol: Effects on plasma cortisol concentration and neutrophil function in fathead minnows *Pimephales promelas* Rafinesque, 1820). **Aquaculture**, v. 254, n. 1-4, p. 675-685, 2006.

PICKERING, AD. (Ed.). *Stress and fish*. London: **Academic Press**, 1981.

PICKERING, AD. POTTINGER, TG. Poor water quality suppresses the cortisol response in salmonid fish to handling and confinement. **J Fish Physiol**, v.30, p.363-374, 1987.

PIRHONEN, J.; SCHRECK, C. B. Effects of anesthesia with MS-222, clove oil and CO₂ on feed intake and plasma cortisol in steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, 220, p.507-514. 2003.

RIVAS L.R. 1986 Systematic review of the perciforms fishes of the genus *Centropomus*. **Copeia**, 3: 579-611.

RIBEIRO, D. PAULA, E. FRACETO, L. Anestésicos locais: Interação com membranas biológicas e com o canal de sódio voltagem-dependente. **Quim. Nova**, Vol. 31, No. 7, 1775-1783, 2008.

ROCHA, M. GRUMADAS, C. RIBEIRO, E. MIZUBUTI, I. LUDOVICO, A. CONSTATINO, C. Determinação da dose ótima de cloridrato de benzocaína na anestesia de tilápias (*Oreochromis niloticus*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2403-2410, nov./dez. 2012.

RORIZ, B. MARIANO, W. TAKAKO, A. CASTRO, F. GARCIA, R. Efeitos do estresse de exposição ao ar sobre parâmetros sanguíneos de juvenis de caranha, *Piaractus brachypomus*. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21, p. 2231. 2015.

ROSS, L. G.; ROSS, B. Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals. Oxford: **BlackwellScience**, 159 p. 1999.

ROTILI, D. DEVENS, M. DIEMER, O. LORENZ, E; LAZZARI, R. BOSCOLO, W. Uso de eugenol como anestésico em pacu. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, vol. 42, núm. 3, julho-septiembre, 2012, pp. 288-294 Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos Goiânia, Brasil.

ROUBACH, R. et al. Eugenol as an efficacious anesthetic for tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, Oxford, v. 36, n. 1, p. 1-6, 2005.

ROUBACH, R.; GOMES, L. Uso de anestésicos durante o manejo de peixes. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 66, p. 37-40, 2001.

SANCHEZ, M. RODRIGUES, R. NUNES, A. OLIVEIRA, A. FANTINI, L. CAMPOS, C. Efeito do mentol e eugenol sobre as respostas fisiológicas do pacu *Piaractus mesopotamicus*. **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 35, núm. 4, 2014, pp. 2799-2807. Universidade Estadual de Londrina Londrina, Brasil.

SANCHEZ, M. RODRIGUES, R. NUNES, A. OLIVEIRA, A. FANTINI, L. CAMPOS, C. Respostas fisiológicas de cacharas *Pseudoplatystoma reticulatum* submetidos a anestésicos naturais. **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 35, núm. 2, março-abril, 2014, pp. 1061-1069. Universidade Estadual de Londrina Londrina, Brasil.

SEGANTIN, O. G.; MAIA, L. F. M. **Estresse vivenciado pelos profissionais que trabalham na saúde**. 2007. 49 f. Monografia (Especialização) - Instituto de Ensino Superior de Londrina, Londrina, 2007. Disponível em: <<http://www.inesul.edu.br>>. Acesso em: 27 fev. 2019

SILVA, E. OLIVEIRA, R. RIBEIRO, M. COPOLLA, M. Efeito anestésico do óleo de cravo em alevinos de lambari. **Ciência Rural**, Santa Maria, Online Efeito, ISSN 0103-8478, 2008.

SIMÕES, L. GOMIDE, A. ALMEIDA-VAL, V. VAL, A. GOMES, L. O uso do óleo de cravo como anestésico em juvenis avançados de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Maringá**, v. 34, n. 2, p. 175-181, Apr.-June, 2012.

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

SIMÕES, L. PAIVA, G. GOMES, L. Óleo de cravo como anestésico em adultos de *tilapia-do-NILO*. **PESQ. AGROPEC. BRAS.**, BRASÍLIA, V.45, N.12, P.1472-1477, DEZ. 2010.

SMALL, BC. Effect of dietary cortisol administration on growth and reproductive success of channel catfish. **J Fish Biol**, v.64, p.589-596, 2004.

SOUZA, R. CARVALHO, C. NUNES, F. SCOPEL, B. GUARIZI, J. TSUZUKI, M. *Efeito comparativo da benzocaína, mentol e eugenol como anestésicos para juvenis de robalo peva*. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 38(3): 247 – 255, 2012.

SUMMERFELT, R.; SMITH, L. Anesthesia, surgery, and related techniques. p. 213-272 in *Methods for fish biology*. Bethesda, Maryland: **American Fisheries Society**, 1990. 684 p.

TAKEUCHI, R. **Utilização de benzocaína, eugenol, e tricaína metanossulfato (MS-222) como anestésico em juvenis e adultos para a sardinha verdadeira, *Sardinella brasiliensis* (STEINDACHNER, 1879)**. 2012. 36f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2012.

TEIXEIRA, E. MOREIRA, A. MOREIRA, R. LIMA, F. Mentol como anestésico para diferentes classes de tamanho de tilápia do Nilo. **Veterinary Science**, vol. 16, núm. 2, 2011, pp. 75-83.

VIDAL, L. FURUYA, W. GRACIANO, T. SCHAMBER, C. SANTOS, L. SOARES, C. Concentrações de Eugenol para anestesia profunda e toxicidade aguda em juvenis de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). **Acta Scientiarum**. Biological Sciences, vol. 29, núm. 4, 2007, pp. 357-362 Universidade Estadual de Maringá .png, Brasil.

VIDAL, L. ALBINATI, R. ALBINATI, A. MECEDO, G. Utilização do eugenol como anestésico para o manejo de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*). **Maringá**, v. 28, n. 3, p. 275-279, July/Sept., 2006.

VIDAL, L. FURUYA, W. GRACIANO, T. SCHAMBER, C. SILVA, L. SANTOS, L. SOUZA, S. Eugenol como anestésico para juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*). **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.8, n.4, p. 335-342, out/dez, 2007.

WANDELAAR BONGA, B. S. E. The stress response in fish. **Physiological Reviews**, v.77, p. 591-625, 1998.

WEDEMEYER GA, BARTON B, MC LEAY D. Stress and acclimation. In: Schereck C, Moyle P. (Ed.). *Methods for fish biology*. Bethesda, MD: **American Fisheries Society**, 1990. p. 451-489.

WEDEMEYER, GA. *Physiology of fish in intensive culture systems*. New York: **Chapman & Hall**, 1996.

WELLS, R.M.G.; PANKHURST, N.W. 1999. Evaluation of simple instruments for the measurement of blood glucose and lactate, and plasma protein a stress indicator in fish. **Journal of the World Aquaculture Society**. 30:276-284.

YOSHIOKA, E. MARIANO, W. SANTOS, L. Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo rentável. **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Páginas 227-247. 2009.

YUKIHIRO, R. G. et al. Diferentes concentrações de benzocaína na indução anestésica do lambari-do-raboamarelo (*Astyanax altiparanae*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 2, p. 350- 357, 2008.

ZAHL, I.H.; KIESSLING, A.; SAMUELSEN, O.B.; HANSEN, M.K. Anaesthesia of Atlantic cod (*Gadus morua*) – effect of pre anaesthetic sedation, and importance of body weight, temperature and stress. **Aquaculture**, v.295, p.52-59, 2009.