

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA - CCCh  
CURSO DE ZOOTECNIA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ÓLEO ESSENCIAL DE *MELALEUCA ALTERNIFÓLIA* SOBRE O  
COMPORTAMENTO E O EFEITO ANESTESICO EM *PANGASIUS  
HYPOPHTHALMUS***

DISCENTE: Antonio Thiago Rodrigues de Oliveira

ORIENTADORA: Prof.<sup>a</sup> Dra. Jane Mello Lopes

CHAPADINHA – MA

2023

ANTONIO THIAGO RODRIGUES DE OLIVEIRA

**ÓLEO ESSENCIAL DE *MELALEUCA ALTERNIFÓLIA* SOBRE O  
COMPORTAMENTO E O EFEITO ANESTESICO EM *PANGASIUS  
HYPOPHTHALMUS***

TCC apresentado a coordenação do curso de zootecnia, Centro de Ciências de Chapadinha, da Universidade Federal do Maranhão como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jane Mello Lopes

CHAPADINHA – MA

2023

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Oliveira, Antonio Thiago Rodrigues de.

ÓLEO ESSENCIAL DE MELALEUCA ALTERNIFÓLIA SOBRE O  
COMPORTAMENTO E O EFEITO ANESTESICO EM PANGASIUS  
HYPOPTHALMUS / Antonio Thiago Rodrigues de Oliveira. -  
2023.

38 p.

Orientador(a): Jane Mello Lopes.

Monografia (Graduação) - Curso de Zootecnia,  
Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2023.

1. Anestésicos. 2. Melaleuca alternifolia. 3. Óleos  
Essenciais. 4. Pagasius hypophthalmus. I. Lopes, Jane  
Mello. II. Título.

ANTONIO THIAGO RODRIGUES DE OLIVEIRA

**ÓLEO ESSENCIAL DE *MELALEUCA ALTERNIFÓLIA* SOBRE O  
COMPORTAMENTO E O EFEITO ANESTESICO EM *PANGASIUS HYPOPHthalmus***

TCC apresentado a coordenação do curso de zootecnia,  
Centro de Ciências de Chapadinha, da Universidade  
Federal do Maranhão como pré-requisito para obtenção  
do título de bacharel em Zootecnia.

ORIENTADORA: Prof.<sup>a</sup> Dra. Jane Mello Lopes

Aprovado: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Jane Mello Lopes  
Orientadora  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. Dr. Alécio Matos Pereira  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. Dr. Gustavo André de Araújo Santos  
Universidade Federal do Maranhão

CHAPADINHA – MA

2023

Dedico este trabalho a Deus e a todos que me acompanharam durante essa trajetória.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as bênçãos dadas, obrigado por todas as situações boas e ruins que aconteceram na minha vida, pois tudo serviu como aprendizado. Gratidão!

A minha mãe Francisca Maria Rodrigues de Oliveira, um exemplo de integridade, companheirismo, honestidades e resiliência. Agradeço por todo carinho e amor incondicional, por sempre me apoiar e nunca desistir de mim. Te amo muito!

Agradeço ao meu pai Antonio Araújo Oliveira, por sempre me apoiar nos estudos, por todas as lições que me ajudaram a moldar o meu caráter, obrigado aos meus irmãos por todo apoio. Amo todos vocês.

Obrigado a minha família de Chapadinha, em especial a tia Toinha, tia Salete, tio Luiz, muito obrigado por me acolherem aqui em chapadinha, obrigado por me ajudarem sempre que eu precisei, e desculpe as minhas esquisitices.

A todos os familiares que de certa forma contribuíram para realização desta etapa em minha vida.

Agradeço aos meus amigos Jessica, Pereira, Claudia e Renata, por fazerem parte da minha vida e por toda ajuda durante esses anos de graduação, pelas conversas, ensinamentos e pela amizade.

A minha orientadora Jane Mello Lopes, pela paciência, incentivo, dedicação, pelas broncas e agradeço por me aceitar como orientado, e por ser uma fonte de inspiração.

Agradeço aos meus colegas e amigos do grupo pescados, Josenildes Botelho, Gildean Andrade, Francisco Pereira, Francisco Jhonathan, Naionara Almeida, por toda ajuda, por todos trabalhos realizados juntos, por todas risadas, por todos ensinamentos, obrigado a todos vocês, sempre vou lembrar-me de vocês.

Obrigado a Vanessa Ferreira, por ter cedido os animais para realização deste estudo, sem sua contribuição não seria possível este trabalho.

Agradeço a Rafael Marchão, pelo apoio e ajuda na análise estatística desse trabalho.

Ao Centro de Ciências de Chapadinha e todo seu corpo docente e demais funcionários pela base e ensinamentos repassados e por colaborar de forma significativa para minha formação acadêmica.

Obrigado a todos os colegas e amigos que fizeram parte da minha trajetória na UFMA, em especial Milena Veiga, Maria Patrícia, senhor Eduardo, Andiará Leão (*In Memoriam*), pelos bons momentos de convivência, pelas horas de estudos juntos, e as conversas paralelas, muito obrigado.

Obrigado a todos que me acompanharam nessa jornada e contribuíram de forma significativa.

**MEU MUITO OBRIGADO!!!**

“Se você não gosta de estar, mova-se. Você não é uma árvore”

- Mayara Benatti



## RESUMO

O uso dos óleos essenciais obtidos das plantas tem sido centro de estudos em aquicultura devido as suas propriedades, anestésica, antioxidante e antimicrobiana. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficiência do óleo essência de Melaleuca alternifolia (OEMA) na sedação, anestesia e recuperação em juvenis de pangas (peso médio de 4,08 g e comprimento médio de 7,9 cm) e a influência das diferentes concentrações do OEMA sobre o número de subidas à superfície pelos pangas. No primeiro experimento foi avaliado o tempo de indução a sedação, anestesia e recuperação em diferentes concentrações do OEMA (25, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 µL/L) além do controle (etanol) com cinco repetições cada. Além disso foi monitorado a qualidade da água nos tempos zero antes de colocar a solução anestésica e após inserir o anestésico. O óleo essencial de melaleuca foi eficaz como sedativo e anestésico para pangas. Na sedação e anestesia as concentrações que apresentaram menor tempo de indução foram 250, 300 e 350 µL/L. Na recuperação todas as doses foram eficientes em um tempo menor que três minutos, porém observou-se um efeito dose-independente. Com relação ao número de subidas, observou-se uma correlação negativa com o aumento das concentrações de OEMA. De acordo com que aumentava as dosagens de óleo essencial de melaleuca diminuía o número de subidas pelos pangas.

**Palavras-Chaves:** Anestésicos; Melaleuca alternifolia; Óleos essenciais; Pagasius hypophthalmus.

## ABSTRACT

The use of essential oils obtained from plants has been the center of studies in aquaculture due to their anesthetic, antioxidant and antimicrobial properties. In this sense, the objective of this research was to evaluate the efficiency of *Melaleuca alternifolia* essence oil (OEMA) in sedation, anesthesia and recovery in pangas juveniles (average weight of 4.08 g and average length of 7.9 cm) and the influence of different concentrations of OEMA on the number of ascents to the surface by pangas. In the first experiment, the time of induction to sedation, anesthesia and recovery was evaluated in different concentrations of OEMA (25, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350  $\mu\text{L/L}$ ) in addition to the control (ethanol) with five repetitions each. In addition, water quality was monitored at zero times before placing the anesthetic solution and after inserting the anesthetic. Tea tree essential oil was effective as a sedative and anesthetic for pangas. In sedation and anesthesia, the concentrations that presented the shortest induction time were 250, 300 and 350  $\mu\text{L/L}$ . In recovery, all doses were efficient in less than three minutes, but a dose-independent effect was observed. With regard to the number of rises, a negative correlation was observed with the increase in OEMA concentrations. As the dosages of tea tree essential oil increased, the number of climbs by the pangas decreased.

**Keywords:** Anesthetics; *Melaleuca alternifolia*; Essential oils; *Pagasius hypophthalmus*.

## Lista de Figura

- Figura 1** - Fotografia de ramos de uma planta adulta de *Melaleuca alternifolia* evidenciando os detalhes da inflorescência ----- 15
- Figura 2** - Exemplar de juvenil de panga (*P. Hypophthalmus*) ----- 16
- Figura 3** - Tanque onde os animais ficaram estocados durante o período de adaptação (A). Aquários plásticos onde foi feito o experimento (B) ----- 19
- Figura 4** - Equipamentos de medição de temperatura, pH e oxigênio ----- 20
- Figura 5** - Gráfico de regressão. Número de subidas a superfície de pangas durante banho anestésico com óleo essencial de *M. alternifolia*. ----- 26

## **Lista de Tabela**

**Tabela 1** - Características comportamentais dos peixes observadas de acordo com os diferentes estágios de anestesia ----- 19

**Tabela 2** - Valores médios dos tempos de indução a sedação, anestesia, e recuperação como uso do OEMA em juvenis de panga ----- 25

## Lista de Siglas e Abreviatura

µL	Microlitro
°C	Graus Celsius
ANOVA	Análise de variância
CCCh	Centro de Ciências de Chapadinha
E1	Estágio 1
E2	Estágio 2
E3	Estágio 3
E4	Estágio 4
h	Hora
L	Litro
MA	Maranhão
M <sup>3</sup>	Metro cúbico
mg/L	Miligramas por litros
min	Minutos
O <sub>2</sub> D	Oxigênio dissolvido
OE	Óleo essencial
OEMA	Óleo essencial de melaleuca alternifolia
OEs	Óleos essenciais
<i>P. hypophthalmus</i>	<i>Pangasius hypophthalmus</i>
pH	Potencial de hidrogênio
s	Segundos
SNK	Student Newman Keuls
T	Temperatura
UFMA	Universidade Federal do Maranhão

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	15
2	OBJETIVOS .....	17
2.1	Objetivo Geral: .....	17
2.2	Objetivos Específicos: .....	17
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3.1	Panga ( <i>Pangasius Hypophthalmus</i> ) .....	18
3.2	Uso de anestésicos na piscicultura .....	19
3.3	Óleos Essenciais como Anestésicos .....	20
3.4	Melaleuca ( <i>Melaleuca alternifolia</i> ) .....	21
4	Materiais e Métodos .....	22
4.1	Local e animais .....	22
4.2	Obtenção do óleo .....	22
4.3	Indução Anestesia e Recuperação.....	22
4.4	Avaliação da Qualidade da água.....	24
4.5	Análise Estatística .....	25
5	Resultados e Discussão.....	26
6	Conclusão .....	31
	Bibliografia .....	32

## 1 INTRODUÇÃO

O consumo global de peixe teve um acentuado aumento nos últimos anos, segundo o relatório da SOFIA (2022) a taxa média anual do consumo de pescado foi de 3,1% de 1961 a 2017, uma taxa quase duas vezes superior à do crescimento anual da população mundial (1,6%) no mesmo período e superior à de todos os outros alimentos de proteína animal (carne, laticínios, leite), que aumentaram 2,1% ao ano.

Atualmente, quase metade da produção de pescado vem da aquicultura (FAO, 2022) Assim, o aumento do consumo *per capita* de pescado dependerá cada vez mais da disponibilidade de produtos da aquicultura e de sua capacidade de adaptação às demandas do mercado consumidor (ROCHA, RESENDE, et al., 2013).

A produção animal aquícola alcançou 87,5 milhões de toneladas, 6% a mais que em 2018, por outro lado, a produção da pesca de captura caiu para 90,3 milhões de toneladas, o que representa um decréscimo de 4,0% em relação à média registrada nos três anos anteriores, essa redução na produção pesqueira de captura foi impulsionada principalmente pela pandemia de COVID-19, que interrompeu severamente as atividades de pesca, o acesso ao mercado e as vendas (FAO, 2022).

O Brasil tem grande potencial para a aquicultura, pelas condições naturais, pelo clima favorável e pela sua matriz energética, este potencial está relacionado à sua extensão costeira de mais de oito mil quilômetros, à sua zona econômica exclusiva (ZEE) de 3,5 milhões de km<sup>2</sup> e à sua dimensão territorial, que dispõe de, aproximadamente, 13% da água doce renovável do planeta. Em relação às águas continentais, fazem parte desse volume as áreas alagadas artificialmente pela construção de barragens, contidas em reservatórios de usinas hidrelétricas, bem como áreas particulares para produção em viveiros de terra escavados. Entre elas, destaca-se a possibilidade de utilização das águas da União, tanto as de reservatórios de hidrelétricas, como as de estuários para a instalação de parques aquícolas (ROCHA, RESENDE, et al., 2013).

O consumo está projetado para aumentar em 15% e alcançará 21,4 kg *per capita* em 2030, impulsionado principalmente pelo aumento da renda e urbanização, mudanças nas práticas de pós-colheita e distribuição e novas tendências alimentares, com atenção especial à melhoria da saúde e nutrição (FAO, 2022).

A piscicultura como qualquer outra atividade de cultivo possui suas práticas de manejo, às quais os peixes estão submetidos, e que são consideradas estressantes, como por exemplo a captura, o transporte, a densidade de estocagem, a interação social e a alimentação (URBINATI e CARNEIRO, 2004; VIDAL, 2008). Devido esse estresse causado, os peixes podem diminuir a sua produção ou até ocorrer mortalidades (BARCELOS, 2000).

O uso de anestésicos, durante os manejos, pode minimizar a maioria das reações relacionadas ao estresse (Ross & Ross, 2008), além de reduzir a mortalidade e facilitar o manejo dos peixes (Inoue et al., 2005).

Os anestésicos sintéticos mais utilizadas na anestesia de peixes são: tricafina metano sulfonato (MS-222), quinaldina e fenoxietanol. A maioria destas substâncias têm apresentado toxicidade e outros efeitos adversos (GOMES et al., 2001). Diante desses aspectos é necessário um aumento na produção e na pesquisa por produtos anestésicos de baixo custo e de fácil aquisição que sejam seguros tanto ao manipulador quanto para os peixes. Alguns óleos essenciais derivados de plantas têm se mostrado uma alternativa viável para reduzir o estresse em peixes durante procedimentos de captura e manuseio (SILVA et al., 2013).

Sendo assim, esse trabalho objetivou avaliar a atividade anestésica do óleo essencial de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) em juvenis de pangas.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL:

Avaliar a atividade anestésica do óleo essencial de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*) e o tempo de recuperação após a exposição ao óleo em juvenis de panga (*Pangasius hypophthalmus*).

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Investigar a ação do OE de melaleuca como sedativo/anestésico, o tempo de indução e recuperação em pangas;
- ✓ Avaliar a qualidade da água e a sobrevivência dos pangas durante a exposição ao óleo essencial de melaleuca (*M. alternifolia*);
- ✓ Avaliar o comportamento dos animais em relação a frequência de subida para obter ar quando submetidos a diferentes concentrações do OE de *M. alternifolia*.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 PANGA (*Pangasius Hypophthalmus*)

O panga (*Pangasius hypophthalmus*), é uma espécie de origem asiática, membro da Família Pangasidae, é um peixe de água doce oriundo do Delta do Rio Mekong no Vietnã (GUIMARÃES, 2016), e que tem bastante importância econômica no país, pois é um dos peixes mais exportados, para China, EUA, União Europeia, México e Brasil (VASEP, 2022).

Este peixe apresenta características migratórias, percorrendo centenas de quilômetros por ano, o adulto desta espécie pode chegar a 130 cm e pesar aproximadamente 44 kg, o panga pertence à uma espécie onívora, alimentando-se de peixes, crustáceos e restos de vegetais durante sua criação (GUIMARÃES, 2016).

O panga apresenta o corpo comprido, dorso preto acinzentado, barriga branca e boca grande (Figura 2). Atinge o peso comercial (0,8-1,3 kg) entre 6 a 8 meses em função da temperatura da água e da disponibilidade de alimento. O panga apresenta respiração aérea acessória através da bexiga natatória, suportando águas com baixos níveis de oxigênio dissolvido. Sua zona de conforto térmico varia de 22 a 26 °C e níveis de pH da água ideais que variam de 6,5 a 7,5. O *P. hypophthalmus* pode suportar níveis extremamente baixos de oxigênio dissolvido (O<sup>2</sup>D), cerca de 0,05 a 0,10 mg/L (VASEP, 2020; FAO,2018).



Figura 2. Exemplar de juvenil de panga (*P. Hypophthalmus*)

### 3.2 USO DE ANESTÉSICOS NA PISCICULTURA

Durante o ciclo produtivo de uma piscicultura ocorrem diversos manejos que possibilitam o controle da produção, mas ocasionam condições estressantes aos animais, tais como biometrias, vacinações, transporte, entre outras. Esses manejos envolvem a manipulação dos peixes, e são potenciais causadores de estresse nos animais, por isso, durante essas práticas é aconselhável a utilização de anestésicos. A anestesia é definida como um estado controlado de inconsciência, acompanhado por perda parcial ou total dos reflexos protetores incluindo a habilidade de respiração com independência a responder voluntariamente à estimulação física (BENGTSON, BENGTSON, et al., 2006).

Os anestésicos mais utilizados no mundo são os anestésicos sintéticos. Eles são os mais difundidos em piscicultura em laboratórios de pesquisas, porém, esses tipos de anestésicos não são totalmente seguros para uso nos animais e para os manipuladores, como o MS-222 (tricaína metano sulfonato), Benzocaína (ethyl-p-aminobenzoato), Quinaldina (2-4-metilquinolina) e 2-fenoxietanol (fenoxietanol) (Sigma®), algumas dessas substâncias podem apresentar efeitos adversos, tais como a perda de muco, irritação nas brânquias e danos nas córneas (INOUE et al., 2003)

A maioria desses anestésicos são de difícil obtenção, pois, além de serem bastantes onerosos, o único que é aprovado pela Food and Drug Administration (FDA) é o MS222, não possui fabricação no Brasil. No Brasil não existem leis que

regulamentem o uso de anestésicos para peixes, e por isso é recomendado seguir as orientações da FDA (FAÇANHA e GOMES, 2005; ROUBACH e GOMES, 2001).

Devido a essas características dos anestésicos sintéticos, tem-se desenvolvido novas pesquisas com produtos alternativos, como o caso de alguns óleos essenciais. Os óleos essenciais vêm demonstrando ser uma alternativa eficiente para substituição aos anestésicos convencionais (CUNHA, ZEPPEFELD, et al., 2010). Esses produtos naturais não são tão caros e facilmente encontrados no mercado nacional (ROUBACH e GOMES, et al., 2005).

### 3.3 ÓLEOS ESSENCIAIS COMO ANESTÉSICOS

Os óleos essenciais (OEs) são compostos produzidos e armazenados pelas plantas, que podem ser extraídas de flores, folhas, raízes, sementes, frutos e outras partes das plantas. Esses compostos possuem diversas propriedades como: calmante, estimulante, conservante, cicatrizante, desinfetante, inseticida, fungicida, bactericida (PARISE, 2020). Os óleos essenciais normalmente são extraídos das plantas através da técnica de arraste de vapor, mas também podem ser obtidos através da prensagem do pericarpo de frutos cítricos. A sua composição é formada através de metabólitos secundários das plantas, como os mono e sesquiterpenos, e de fenilpropanoides, e são esses compostos que garantem as suas características organolépticas (BIZZO, HOVELL e RESENDE, 2009), (CRAVEIRO e QUEIROZ, 1993).

A utilização dos óleos essenciais obtidos das plantas tem sido centro de estudos em aquicultura devido as suas propriedades, como por exemplo anestésica, antioxidante e antimicrobiana, e vem demonstrando melhorar o bem estar dos animais durante a manipulação (SOUZA, BALDISSERA, et al., 2019).

Inúmeros estudos já relataram a eficácia desses compostos naturais sendo utilizados como anestésicos em peixes. Óleos essenciais de cravo (PEREIRA-DASILVA *et al.*, 2009), *Lippia alba* (CUNHA, BARROS, et al., 2010), *Occimum gratissimum* (BOAVENTURA, 2022), entre outros, já mostraram serem eficazes para diferentes espécies de peixes.

### 3.4 MELALEUCA (*Melaleuca alternifolia*)

A *Melaleuca alternifolia* é a principal representante do gênero *Melaleuca* (*Myrtaceae*), e que tem um extenso histórico no uso medicinal pelos aborígenes australianos. É uma planta arbustiva nativa da Austrália, que é conhecida por “tea tree” ou “árvore do chá” que cresce naturalmente em regiões pantanosas (SHARIFI-RAD, SALEHI, et al., 2017) (Figura 1). Ela é muito utilizada na medicina por suas características antibacterianas, antifúngicas, e anti-inflamatórias (CARSON, HAMMER e RILEY, 2006).



Figura 1. *Melaleuca* (*Melaleuca alternifolia*)

Fonte: Safari Garden

O óleo essencial de *Melaleuca* (OEMA), chamado de “óleo de árvore do chá” (Teatreeoil - TTO) possui mais de 100 componentes, sendo a maioria monoterpene e hidrocarbonetos sesquiterpênicos e seus álcoois, sendo seu principal componente o terpinen-4-ol (HART, BRAND, et al., 2000). Já é conhecido e explorado as propriedades antibacteriana, antimicrobiana e antifúngica (SHARIFI-RAD *et al.*, 2017) além de apresentar propriedades anestésicas e analgésicas (CORREIA, 2015). A ação anestésica do óleo de *Melaleuca* é pouca explorada em peixes (HAJEK, 2011), e por isso a necessidade de estudos relacionados.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL E ANIMAIS

Os experimentos foram realizados no setor de Piscicultura, do Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão (UFMA/CCCh), utilizando juvenis de panga cedidos do Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANUMA), da Maranhão da Universidade Federal do Maranhão.

No setor de piscicultura os peixes foram mantidos por 15 dias num tanque de concreto (6 m<sup>3</sup>) na parte exterior do prédio do setor, até o início dos experimentos (Figura 3a). Durante esse período, os animais foram alimentados uma vez ao dia até a saciedade aparente. O protocolo experimental deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Bem-Estar Animal da UFMA sob o número de registro 23115.004974 / 2016-46.

### 4.2 OBTENÇÃO DO ÓLEO

O Óleo de *Melaleuca alternifolia* (OEMA) utilizado foi um OE comercial. Segundo as informações do rótulo, o óleo é extraído por meio de destilação por arraste a vapor d'água, sendo utilizadas as partes dos ramos e folhas, obtendo uma composição 100% pura e orgânica.

### 4.3 INDUÇÃO ANESTESIA E RECUPERAÇÃO

Na avaliação do tempo de indução à anestesia e recuperação foram utilizados aquários plásticos (Figura 3b) contendo 1L de água continuamente aerada. Foram testadas oito concentrações do óleo de melaleuca (25; 50; 100; 150; 200; 250; 300; 350µL/L) previamente diluídos em etanol (1:10), além do tratamento controle com 3150 µL de etanol. Foram utilizados um total de 45 animais sendo que para cada tratamento incluindo o controle foram usados 5 animais (n=5). Os peixes foram coletados aleatoriamente das caixas de estocagem e submetidos individualmente ao banho anestésico. Cada peixe foi usado apenas uma vez e o tempo máximo de exposição ao óleo foi de 30 minutos.

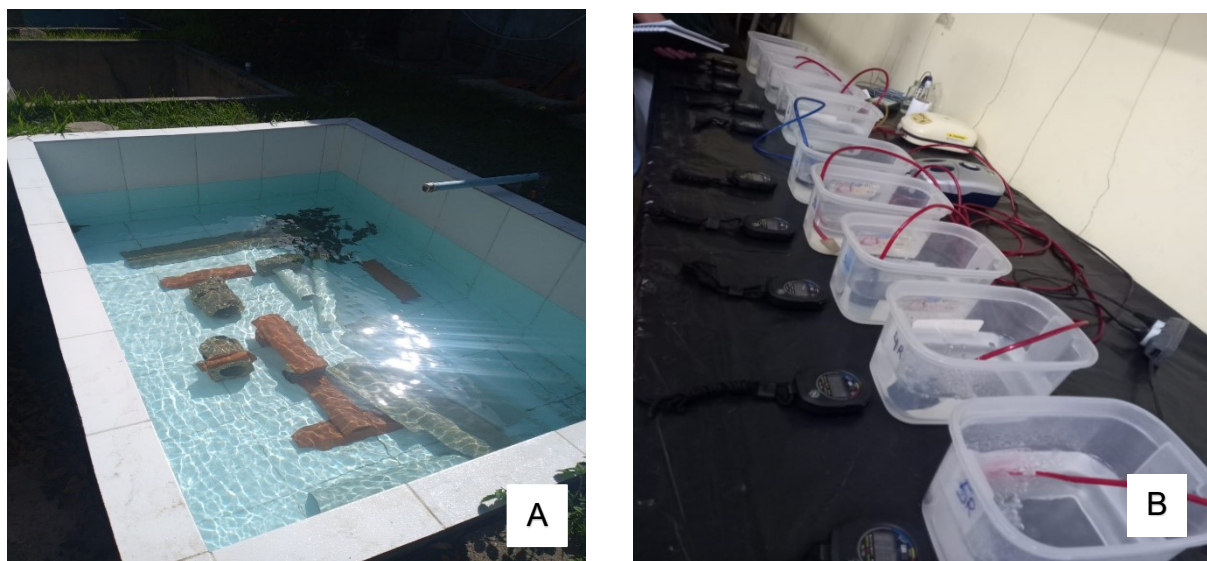


Figura 3 – Tanque onde os animais ficaram estocados durante o período de adaptação (A). Aquários plásticos onde foi feito o experimento (B).

O tempo de indução a cada estágio foi monitorado por meio de cronômetro digital.

A determinação dos estágios anestésicos foi realizada pela observação do comportamento dos peixes como a perda de resposta a estímulos externos e o nado errático. A avaliação da resposta a ação de estímulos externos foi realizada utilizando um bastão de vidro para tocar a cauda do animal de uma forma firme, porém sem agressão. Os estágios de indução à anestesia (Tabela 1) avaliados neste experimento foram baseados no estudo SMALL (2003).

Tabela 1 – Características comportamentais dos peixes observadas de acordo com os diferentes estágios de anestesia.

Estágio	Comportamento Característico
<b>(E1) Sedação:</b>	Pouca reação a estímulos externos, perda parcial do equilíbrio, natação errática;
<b>(E2) Anestesia:</b>	Total perda de equilíbrio, sem locomoção;
<b>(E3) Recuperação:</b>	Recuperação da posição de nado e da capacidade de nadar

Fonte: Adaptado de SMALL(2003)

Durante a exposição as diferentes concentrações do óleo foram observadas a frequência da subida à superfície, sendo anotado na planilha o número de vezes que o animal emerge para buscar ar.

Após a indução ao anestésico ou o tempo máximo de observação de 30min, os peixes foram transferidos para aquários (1L), livres do óleo essencial, para observação do tempo de recuperação. Foram considerados recuperados quando os mesmos apresentarem natação normal e resposta de reação a estímulos externos. O tempo máximo de observação da recuperação foi de 30 min.

Após a recuperação, os animais foram pesados e agrupados de acordo com o protocolo anestésico e transferidos para caixas de 150L onde foram observados por 24h, em relação a comportamento anormal ou mortalidade. 24 horas antes e durante os experimentos os animais não foram alimentados.

#### 4.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Os parâmetros físico-químicos da água foram avaliados antes (tempo zero) e durante a exposição ao OE. Foram avaliados a temperatura, o oxigênio dissolvido e o pH. A temperatura e os níveis de oxigênio dissolvido foram avaliados com auxílio de um oxímetro digital (HANNA, T160) e o pH da água com pHmetro digital (DMPH-2 pH) (Figura 4). A água usada no experimento foi do poço artesiano da própria instituição.



Figura 4 - Equipamentos de medição de temperatura, pH e oxigênio.



#### 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos e cinco repetições, mais um tratamento controle também com cinco repetições. A avaliação da atividade anestésica entre o óleo e as suas concentrações foi realizada pela análise de variância (ANOVA), em seguida foi aplicado o teste de comparações múltiplas SNK. Diferenças entre médias foram testadas a um nível de significância de 5%. O número de subidas a superfície foi avaliado por regressão.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade da água durante o experimento se mantiveram dentro dos limites ideais para o cultivo da espécie (VASEP 2020 e FAO 2018), exceto o pH. A temperatura se manteve entre 25 a 26,04 °C, e o oxigênio dissolvido entre 5,57 a 8,48 mg/L. Levando em consideração que os pangas suportam ambientes com pouca oxigenação de 0,05 a 0,10 mg/litro de acordo com a FAO (2018), os níveis apresentados neste estudo podem ser considerados excelentes. Em relação ao pH da água houve uma variação entre 4,60 a 5,38 sendo que para o cultivo do peixe o ideal é o pH entre 6,5 a 8,5. Alterações no pH na água de cultivo pode afetar o funcionamento branquial, o que prejudica o equilíbrio osmótico e a respiração (KUBITZA 2003).

O comportamento inicial dos peixes ao serem introduzidos nos aquários com anestésico foi de hiperatividade, os peixes nadavam de forma acelerada e batendo contra as paredes dos aquários, seguido por natação lenta, e frequentes subidas a superfície, até que eles paravam de se movimentar por completo, tendo pouco estímulos de movimentar a cauda.

O grupo controle apenas, não foi eficiente em garantir a sedação e a anestésias dos peixes. Os tratamentos com 25 e 50 µL/L de óleo essencial de *Melaleuca* não apresentaram efeito sedativo e anestésico durante a exposição por 30 min ao óleo, porém, as concentrações de 100, 150, 200, 250, 300 e 350 µL/L apresentaram efeito sedativo e anestésico nos peixes testados.

O aumento da concentração do OEM na água determinou um aumento na resposta aos estágios de sedação e anestésica dos peixes testados. Esses resultados também foram observados por Hajek (2011), testando o mesmo óleo essencial em carpa comum (*Cyprinus carpio* L).

O tempo de sedação (E1) nas concentrações de 100 e 150 µL /L foram efetivas em torno de 7 e 5 minutos, respectivamente. As doses maiores (200-350 µL /L) foram eficientes para promover esse estágio em menos de 1 minuto, sendo que a dose 350 µL/L conseguiu induzir a sedação em 30 segundos.

Com relação ao estágio de anestesia (E2) assim como no E1 as doses 25 e 50 não foram efetivas. A concentração de 100 µL/L induziu a anestesia a um tempo de 14 minutos. Um tempo bastante elevado para obter resposta anestésica segundo Ross e Ross (2008) que é de no máximo 6 minutos. As concentrações de 150 e 200

$\mu\text{L/L}$  induziram a anestesia, em tempos de 11 e 6 minutos, respectivamente. As concentrações de 250, 300 e 350  $\mu\text{L/L}$  anestesiaram os peixes mais rápido (tabela 2). A concentração de 300  $\mu\text{L/L}$  apresentou resposta em torno de 2 minutos, e a maior concentração testada (350  $\mu\text{L/L}$ ) induziu estágio anestésico em 1:45 minutos. Nossos resultados corroboram com os encontrados por Altenhofen et al (2022) onde testando o OEMA em juvenis de *Cyprinus Carpio* observou que a dose de 330  $\mu\text{L}$  induziu os peixes a anestesia em torno de 3 minutos, já que os melhores resultados obtidos deste experimento vieram da dose de 300  $\mu\text{L}$  de OEMA.

Tabela 2 – Valores médios dos tempos de indução a sedação (E1), anestesia (E2), e recuperação (E3) como uso do OEMA em juvenis de panga.

Concentrações ( $\mu\text{L/L}$ )	Médias de Tempo (s)		
	Sedação	Anestesia	Recuperação
100	466,6 A	876,6 A	145,0 A
150	329,8 B	684,8 B	158,6 A
200	65,8 C	386,0 C	162,8 A
250	52,2 CD	185,6 D	105,4 B
300	41,8 CD	120,2 E	98,0 B
350	30,4 D	86,8 E	118,6 B
CV (%)	14,81	18,63	17,94
EP (%)	24,10	47,37	10,07

Média com letras diferentes nas colunas diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si (Análise de variância – ANOVA seguida do teste SNK).

CV (%) = Coeficiente de Variação em porcentagem.

EP (%) = Erro Padrão em porcentagem

E1= Estágio de sedação, E2= Estágio de anestesia, E3= Estágio de recuperação.

O óleo essencial de melaleuca apresenta como principal componente o terpinen-4-ol, e de acordo com alguns autores o terpinen-4-ol é principal responsável pelas suas características medicinais (SILVA, et al, 2019). Seu efeito anestésico tem sido estudado, e já se mostrou eficiente segundo Correia, (2015) e Hajek, (2011).

Em estudo com peixe-palhaço *Amphiprion clarkii*, Correia, (2015), relatou que as menores concentrações de OEMA testadas (200 e 300  $\mu\text{L/L}$ ) foram as doses menos eficientes e que demoraram mais tempo a indução tanto de sedação quanto de anestesia. De acordo com os autores, existe uma correlação negativa entre o aumento das concentrações com o tempo de indução.

Segundo estudo de Ross e Ross (2008), o tempo ideal para que um óleo essencial induza o estado de anestesia não deve ultrapassar os 6 minutos. Já de acordo com Oliveira (2009) o estágio de anestesia deve ser atingindo até 3 minutos. Sendo assim as concentrações de 250, 300, 350  $\mu\text{L/L}$  foram compatíveis com esse requisito, e desta forma descartando as menores concentrações do OEM testados no presente estudo, como anestésicos para pangas.

Durante a fase de recuperação (E3) observou-se um efeito dose-independente. Nas concentrações de 100  $\mu\text{L}$  até a dose de 200  $\mu\text{L/L}$  o tempo de recuperação foi crescente, entretanto em 250 e 300  $\mu\text{L/L}$  observou-se uma queda no tempo de recuperação, seguida de um aumento no tempo na concentração de 350  $\mu\text{L/L}$ . O menor tempo de recuperação foi de 2 minutos observado na concentração de 300  $\mu\text{L}$  (tabela 2).

Nossos resultados corroboram aos de Hajek (2011) testando o OEMA em carpa comum, *Cyprinus carpio* L. onde os autores observaram uma tendência de subida seguida de queda do tempo e depois outra tendência de subida seguida novamente de queda na resposta do animal ao estágio de recuperação. Desta forma é possível entender que o tempo de recuperação não está vinculado com o aumento da dosagem de anestésico, mas sim com a capacidade do próprio organismo do animal em eliminar a substância anestésica do corpo.

De acordo com Neiffer e Stamper (2009), o tempo ideal para que os animais se recuperem da anestesia é de 10 minutos, segundo os autores, os animais que se recuperam acima desse tempo podem apresentar algum tipo de debilitação ou pode indicar uma dosagem excessiva de anestésico. Para Roubach e Gomes (2001) o tempo ideal para recuperação de animais submetidos a anestesia deve ser menor que 5 minutos.

Sendo assim todas as concentrações testadas neste estudo estão dentro desses parâmetros, já que o maior tempo de recuperação dos peixes foi de um pouco mais de 3 minutos.

Em relação a recuperação, a dosagem mais eficiente é a que possibilita o animal se recuperar mais rapidamente. Por isso, as concentrações de 250, 300 e 350 µL/L de OEMA que possibilitaram a recuperação dos pangas em torno de 2 minutos, são as mais recomendadas.

Este estudo também verificou o número de vezes que os animais subiam a superfície para pegar ar, afim de determinar se existe alguma correlação entre as concentrações testadas de OEMA e a respiração aérea (RA).

As subidas a superfície, é um movimento natural dos pangas, já que ele é classificado como um peixe de respiração aérea facultativa. Esta espécie é conhecida por ser sensível a perturbações, com natação vigorosa e comportamento de fuga mesmo após o menor estímulo (LEFEVRE et al 2011).

Embora a respiração aérea seja importante para se manter em situação de hipóxia (MACKENZIE et al 2012), e seja geralmente considerada um comportamento benéfico, esse comportamento de subir superfície incorre em um custo energético (LEFEVRE et al 2013).

Esse comportamento é comum em peixes que se desenvolvem em ambientes com águas hipóxicas e fornece uma via adicional para a absorção de oxigênio quando o metabolismo é aumentado durante a atividade física, digestão ou temperatura elevada (GRIGG, 1965; MACKENZIE et al 2012), como é o caso dos pangas em ambiente natural.

Como é possível observar na figura 5 existe uma correlação negativa entre o número de subidas a superfície com o aumento das concentrações do óleo. O coeficiente de determinação da análise de regressão explica 60 % dos resultados obtidos ( $R^2= 0,644$ ). Claramente esse comportamento não é devido ao oxigênio dissolvido na água, pois em ambientes normóxicos os pangas não possui o comportamento de subir a superfície com tanta frequência (LEFEVRE et al, 2011) e durante o experimento os aquários estavam sendo constantemente aerados.

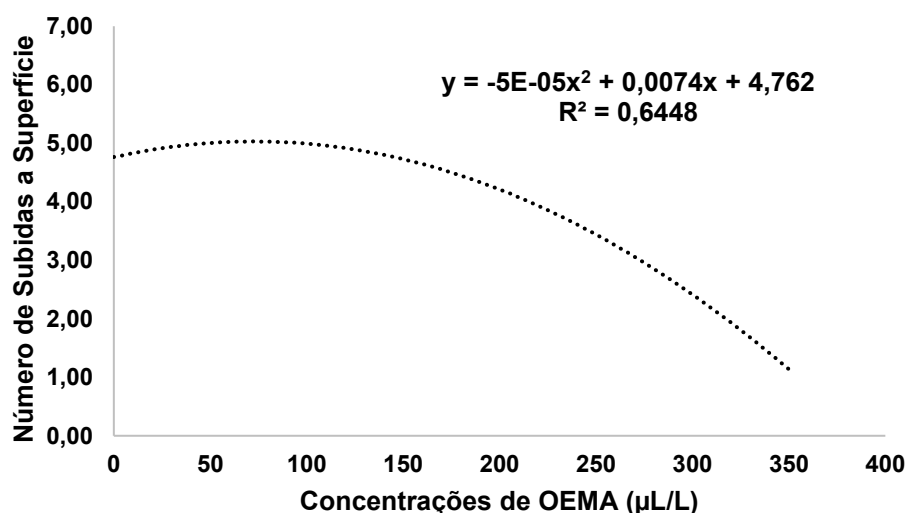


Figura 5 – Número de subidas (NS) a superfície de pangas durante banho anestésico com óleo essencial de *M. alternifolia* (OEMA).

O número de subidas a superfície pode derivar, do baixo do pH da água durante o experimento, e de acordo com Kubitzka (2003) a redução no pH pode aumentar na taxa respiratória dos peixes, além disso o estresse inicial dos peixes devido a introdução deles em um ambiente reduzido (aquário de 1L) e com a solução de anestésico que até então é uma substância estranhas para os animais, sendo agentes estressores de acordo com Mackenzie et al 2012, tudo isso, levando-os a recorrerem a RA. Porém com o aumento nas concentrações de OEMA o número de subidas foi reduzido de forma proporcional, o que nos indicou as características anestésicas do OEMA.

## 6 CONCLUSÃO

Conclui-se que as concentrações mais eficientes do óleo essencial de melaleuca para indução da sedação, anestesia e recuperação em *Pangasius Hippophthalmus* são as doses de 250, 300, 350 pois induziram os menores tempos nos três estágios avaliados. O aumento nas concentrações de OEMA determinou um menor número de subidas a superfície pelos pangas.

Dessa forma se recomenda o OEMA nas concentrações de 250; 300 e 350  $\mu\text{L/L}$  para manejos diários e assim evitando o estresse nos peixes e perdas na produção.

## BIBLIOGRAFIA

Altenhofen R. S.; Deschamps G. T.; Venancio A.; Silva D. F.; Jatobá A.; Weber R. 2022. Avaliação Da Eficácia Anestésica Dos Óleos Essenciais De Eucalyptus Globulus, Zingiber Officinalis, Melaleuca Alternifolia, E Ocimum Gratissimum Em Juvenis De Cyprinus Carpio. **Anais da Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar (MICTI)**, v. 1, n. 15.

BARCELLOS, L.J.G.; SOUZA, S.M.G. de; WOEHL, V.M., 2000. Estresse em peixes: fisiologia da resposta ao estresse, causas e consequências (revisão). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.26, p.99-111.

Bengtson, C. R. G. 2006. Uso da Anestesia Geral em Odontopediatria The use of general anesthesia in pedodontics. **Rev Inst Ciênc Saúde**, v. 24, n. 4, p. 319-325.

Bizzo, H. R.; Hovell, A. M. C.; RESENDE, C. M. 2009. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Quim. Nova**, Rio de Janeiro, 588-594.

Boaventura, T. P.. **USO DO ÓLEO ESSENCIAL DE Ocimum gratissimum L DURANTE ANESTESIA E TRANSPORTE DO PACAMÃ *Lophiosilurus alexandri*: HEMATOLOGIA, BIOQUÍMICA E ESTRESSE OXIDATIVO**. 2022. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia. Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em : <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/46127>. Acesso em: 19 de Abril 2023.

Carson, C. C ; Hammer,K.A. ; Riley, T V. 2006. Melaleuca alternifolia (Tea Tree) Oil: a Review of Antimicrobial and Other Medicinal Properties. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 19, p. 50-62.

Correia, A. M.. **Uso dos óleos essenciais *Eugenia caryophyllata*, *Melaleuca alternifolia* e *Ocimum basilicum* como anestésicos e analgésicos em peixes-palhaços *Amphiprion clarkii***. 2015. Dissertação (Mestrado) - Curso de Aquicultura.Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível



em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/158403>. Acesso em: 19 de Abril 2023.

Craveiro, A. A.; QUEIROZ, D. C. de. 1993 Óleos Essenciais e Química fina. **Química Nova**, 224-228.

Cunha, M. A. da; Zeppenfeld, C. C.; Garcia, L. de O.; Loro, V. L.; Fonseca, M. B. da; Emanuelle, T.; Veeck, A. P. de L.; Copatti, C. E.; Baldisserotto, B.. 2010 Anesthesia of silver catfish with eugenol: time of induction, cortisol response and. **Ciência Rural**, V 40. 2107-2114.

Cunha, M. A. da; Barros, F. M. C. de; Garcia, L. de O.; Veeck, Ana P. de L.; Heinzmann, B. M.; Loro, V. L.; Emanuelli, T.; Baldisserotto, B.. 2010 Essential oil of *Lippia alba*: A new anesthetic for silver catfish, *Rhamdia quelen*. **Aquaculture**, v. 309, p. 403-406.

Façanha, M. F.; GOMES, Levy de C.. 2005. A Eficácia do mentol como anestésico para tambaqui (*COLOSSOMA MACROPOMUM*, CHARACIFORMES: CHARACIDAE). **Acta Amazonica**, V 35, p 71-75.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. Acesso 29 junho de 2023. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-bm085e.pdf>

FAO. **Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura**, 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/es/c/1585153/#:~:text=O%20valor%20total%20das%20primeiras,%2C%20aproximadamente%2021%25%20eram%20mulheres>. Acesso em: 28 mar. 2023.

FISHBASE. *Pangasianodon hypophthalmus* ( Sauvage , 1878 ). **FishBase**. Disponível em: <https://www.fishbase.se/summary/Pangasianodon-hypophthalmus>. Acesso em: 12 Abril 2023.

Guimarães, C. F. M.. **QUALIDADE QUÍMICA E EFEITO DA RADIAÇÃO UV-C EM FILÉS DE PEIXE PANGA (*Pangasius hypophthalmus*)**. 2016. Tese (Doutorado) -

Área de concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/28485>. Acesso em: 19 de Abril 2023.

Gomes, LC, Chippari-Gomes, AR, Lopes, NP, Roubach, R., & Araujo-Lima, CA (2001). Eficácia da benzocaína como anestésico em juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v 32, p 426-431.

Grigg, G. C.. 1965. Estudos sobre o peixe pulmonar de Queensland, *Neoceratodus forsteri* (krefft) III. respiração aérea em relação aos hábitos. **Australian Journal of Zooligy**, v. 13, p. 413-422.

Hajek, G.. 2011. The anaesthetic-like effect of tea tree oil in common carp *Cyprinus carpio* L. **Aquaculture Research**, v. 42, p. 296-300.

Inoue, L.A.K.A., Santos Neto, CD, Moraes, G. (2003). Óleo de cravo como anestésico para juvenis de matrinxã *Brycon cephalus* (Gunther, 1869). **Ciência Rural**, v 33 , p 943-947.

INOUE, L.A.K.A.; AFONSO, L.O.B.; IWAMA, G.K.; MORAES, G., 2005. Efeito do óleo de cravo na resposta de estresse do matrinxã (*Brycon cephalus*) submetido ao transporte. *Acta Amazonica*, v.35, p.289-295.

Hart, P. H.; Brand, C.; Carson, C. F.; Riley, T.V.; Prage, R. H.; Finlay-Jones, J. J. 2000. Terpinen-4-ol, the main component of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil), suppresses inflammatory mediator production by activated human monocytes. **Inflammation Research**, v. 49, p. 619–626.

KUBITZA, F. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. Ed. F. Kubitza: Jundiaí. 229p.

LAN, T. T.; PRESTON, T.R.; LENG, R.A.,2016. A alimentação com biochar ou carvão vegetal aumentou a taxa de crescimento do bagre listrado (*Pangasius hypophthalmus*)

e melhorou a qualidade da água. **Pesquisa Pecuária para o Desenvolvimento Rural**, v. 28, n. 5, pág. 84.

Lefevre S.; Thanh H. D. T., Tobias W.; Phuong N. T., Bayley M. 2011. Hypoxia Tolerance And Partitioning Of Bimodal Respiration In The Striped Catfish (*Pangasianodon Hypophthalmus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 158, p. 207-214.

Lefevre, S.; Wang T.; Huong D. T. T.; Phuong N. T. ; Bayley M.. 2013. Partitioning Of Oxygen Uptake And Cost Of Surfacing During Swimming In The Air-Breathing Catfish *Pangasianodon Hypophthalmus*. **Journal of Comparative Physiology B** , v. 183, n. 2, pág. 215-221.

McKenzie D. J.; Steffensen J. F. ; Taylor E. W. ; Abe A. S..2012. A contribuição da respiração aérea com alcance aeróbico e o desempenho do exercício do peixe faca anilhado *Gymnotus Carapo* L. **The Journal of Experimental Biology**, v. 215, p. 1323-1330.

Oliveira, A. S. 2009. **Avaliação de três anestésicos para espécies de peixes reprodutores utilizando o método de imersão**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG. Disponível: chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/2230/1/texto%20completo.pdf. Acesso: 25 de Junho de 2023.

Parise, G.. O que são os óleo essenciais e pra que eles servem? . **Liv Up**, 2020. Disponível em: <https://blog.livup.com.br/o-que-sao-os-oleos-essenciais-e-pra-que-eles-servem/>. Acesso em: 20 Abril 2023.

Pereira-da-Silva, E. M.; Oliveira, R. H. F. de; Ribeiro, M. A. R.; Coppola, M. P.. 2009 Efeito anestésico do óleo de cravo em alevinos de lambari. **Ciência Rural** , Santa Maria, v. 39, p. 1851-1856.

Rocha, C. M. C. da; Resende, E. K. de; Routledge, E. A. B.; Lundstedt, L. M.. 2013 Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v 48 , p 4-6.

Rodrigues, J. S. 2020. **Densidade de estocagem de *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878) Criado em sistema Raceway**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Goiânia - Goiás. Disponível: [https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/10413/5/Disserta%  
%20-%20Juliano%20Silva%20Rodrigues%20-%202020.pdf](https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/10413/5/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20-%20Juliano%20Silva%20Rodrigues%20-%202020.pdf). Acesso: 20 de Junho de 2023

ROSS, L.G.; ROSS, B, 2008. Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals. 3rd ed. Oxford: Blackwell Science. 236p

Roubach, R. ; Gomes, L. de C.. 2001 O Uso de Anestésicos durante o Manejo de Peixes. **Panorama da Aquicultura**. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/o-uso-de-anesteticos-durante-o-manejo-de-peixes/#:~:text=Diversos%20autores%20acreditam%20que%2010,diminuir%20a%20dose%20do%20anest%C3%A9sico>. Acesso em: 05 Março 2023.

Roubach, R.; Gomes, L. C.; Fonseca, F. A. L.; Val, A. L.. 2005. Eugenol as an efficacious anaesthetic for tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v 36, p 1056-1061.

Sampaio, F. G.; Losekann, M. E.; Barreto, A. J. L.; Neves, M. C.; Frascá-Scorvo, C. M. D.; Rodrigues, G. S.. 2013. Monitoramento E Gestão Ambiental Da Piscicultura Em Tanques-Rede Em Reservatórios. **Informe Agropecuário**, v 34, p 1-11.

Sharifi-Rad, J.; Salehi, B.; Varoni, E. M.; Sharopov, F.; Yousaf, Z.; Ayatollahi, S. A.; Kobarfard, F.; Sharifi-Rad, M.; Afdjei, M. H.; Sharifi-Rad, M.; Iriti, M.. 2017. Plants of the *Melaleuca* Genus as Antimicrobial Agents: From Farm to Pharmacy. **Phytotherapy Research**, v. 31, p. 1475-1494.

Silva, LDL, Silva, DTD, Garlet, QI, Cunha, MA, Mallmann, CA, Baldisserotto, B., ... & Heinzmann, BM (2013). Atividade anestésica de plantas nativas brasileiras em jundiás (*Rhamdia quelen*). **Neotropical Ichthyology**, v 11 , p 443-451.

Silva, L. L. da; Almeida, R. de; Verícimo, M. A.; Macedo, H. W. de; Castro, H. C.. 2019 Atividades terapêuticas do óleo essencial de melaleuca (*melaleuca alternifolia*) Uma revisão de literatura / Atividades terapêuticas do óleo essencial de melaleuca (*melaleuca alternifolia*) Uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 2, p. 6011–6021.

Small, B. C. 2003. 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, p. 177-185, 27.

SOFIA. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA), 2022. Acesso em 11 de julho de 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ca9229en/online/ca9229en.html#tab1>.

Souza, C. de F.; Baldissera, M. D.; Baldisserotto, B.; Heinzmann, B. M.; Martos-Sitcha, J. A.; Mancera, J. M.. 2019. Essential Oils as Stress-Reducing Agents for Fish Aquaculture:A Review. **Frontiers in Physiology**, v. 10, p 1-17.

Nguyen, N. H.. **Associação de Exportadores e Produtores de Frutos do Mar do Vietnã - VASEP**, 2020. Disponível em: <https://seafood.vasep.com.vn/vasep-publications/pangasius-26-q-a/what-are-biology-characteristics-of-tra-and-basa-fish-17788.html>. Acesso em: 12 ABRIL 2023.

Urbinati, Elisabeth Criscuolo; Carneiro, Paulo César Falanghe, 2004. Práticas de manejo e estresse dos peixes em piscicultura intensiva. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropicas intensiva**, p. 171-194.

VASEP. RELATÓRIO SOBRE O SETOR DO VIETNÃ PANGASIUS 2017-2022. **VASEP**, 2022. Disponível em: <https://seafood.vasep.com.vn/reports/report-on->

[vietnam-seafood-products/report-on-vietnam-pangasius-sector-2017-2022-forecast-to-2025-22972.html](https://www.vietnam-seafood-products.com/report-on-vietnam-pangasius-sector-2017-2022-forecast-to-2025-22972.html). Acesso em: 12 ABRIL 2023.

Vidal, L. V. O., Albinati, R. C. B., Albinati, A. C. L., Lira, A. D. D., Almeida, T. R. D., & Santos, G. B. (2008). Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v 43, p 1069-1074.