

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

CLÁUDIO ANTUNES MACHADO FILHO

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA E SEGURANÇA DO ÓLEO ESSENCIAL DE  
PALMAROSA, *Cymbopogon martinii*, COMO SEDATIVO E ANESTÉSICO PARA  
CARPAS ORNAMENTAIS, *Cyprinus carpio*

VIÇOSA - MINAS GERAIS

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

CLÁUDIO ANTUNES MACHADO FILHO

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA E SEGURANÇA DO ÓLEO ESSENCIAL DE  
PALMAROSA, *Cymbopogon martinii*, COMO SEDATIVO E ANESTÉSICO PARA  
CARPAS ORNAMENTAIS, *Cyprinus carpio*

Relatório final, apresentado à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências para a obtenção  
do título de Bacharel em Biologia.

Orientador: Jener Alexandre Sampaio  
Zuanon

VIÇOSA - MINAS GERAIS

2025

CLÁUDIO ANTUNES MACHADO FILHO

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA E SEGURANÇA DO ÓLEO ESSENCIAL DE  
PALMAROSA, *Cymbopogon martinii*, COMO SEDATIVO E ANESTÉSICO PARA  
CARPAS ORNAMENTAIS, *Cyprinus carpio*

Relatório final, apresentado à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências para a obtenção  
do título de Bacharel em Biologia.

Orientador: Prof. Jener Alexandre  
Sampaio Zuanon

APROVADO EM: 14 de Julho de 2025

Prof. Jener Alexandre Sampaio Zuanon  
(Orientador)  
(UFV)

M.Sc Pedro Segantini Tótola  
(UFV)

M.Sc. Jheneze Guimarães Pereira Rocha  
(UFV)

CLÁUDIO ANTUNES MACHADO FILHO

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA E SEGURANÇA DO ÓLEO ESSENCIAL DE  
PALMAROSA, *Cymbopogon martinii*, COMO SEDATIVO E ANESTÉSICO PARA  
CARPAS ORNAMENTAIS, *Cyprinus carpio*

Relatório final, apresentado à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências para a obtenção  
do título de Bacharel em Biologia.

Orientador: Prof. Jener Alexandre  
Sampaio Zuanon

APROVADO EM: 14 de Julho de 2025  
Assentimento:

Documento assinado digitalmente  
 CLAUDIO ANTUNES MACHADO FILHO  
Data: 17/07/2025 17:42:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Cláudio Antunes Machado Filho

Autor

Documento assinado digitalmente  
 JENER ALEXANDRE SAMPAIO ZUANON  
Data: 17/07/2025 17:29:32-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Jener Alexandre Sampaio Zuanon

Orientador

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, por me dar a oportunidade e a força para continuar a melhorar todos os dias e que agora, me fez avançar mais uma etapa.

Para os meus pais, que me permitiram sonhar sem limites e que continuam me apoiando em todas as etapas, obrigado Cláudio Antunes Machado, por me ensinar a amar a natureza e a vida e, obrigado Carla Jacinto do Carmo, por me ensinar que o conhecimento e o trabalho sempre dão frutos, amo vocês do fundo do meu coração.

Para Sabrina Gabriela Lopes, que esteve comigo durante toda a jornada universitária, obrigado por ser a minha melhor amiga e a pessoa que eu escolhi para amar.

Para todos os meus amigos de Muriaé que sempre touxeram a tona um sorriso em meu rosto e que me ajudaram a manter a cabeça no lugar, agradecimentos especiais a Yves Stanzani Garcia Reis Lourenço, Filipe Carvalho Lacerda e Lucas Silvestre Peixoto que estiveram comigo nas melhores e piores fases.

Para minha família, que me mostrou como conviver com a natureza era o caminho certo a se seguir.

Para meus professores, que acreditaram em mim e me apoiaram em aprender sempre mais sobre peixes, em especial Jener Alexandre Sampaio Zuanon, Ana Lúcia Salaro, Jorge Abdala Dergam dos Santos e Guido Salardani Fernandes, que além de me mostrarem o quão incríveis podem ser os peixes, se tornaram bons amigos.

Para todos os meus amigos que conheci em Viçosa, com quem tive o prazer de compartilhar varios momentos incríveis e que me fizeram crescer como pessoa.

Para todos do Laboratório de Fisiologia Aplicada a Piscicultura (LAFAP), que me receberam muito bem e que sem eles não teria conseguido concluir este trabalho.

Mensão honrosa para o Laboratório de Nutrição de Peixes (LANUPE), onde conheci pessoas incríveis, determinadas e que me ensinaram.

No fim, espero que este humilde trabalho consiga, mesmo que de forma singela, ajudar alguém a melhorar sua pesquisa.

## RESUMO

ANTUNES, Cláudio, B.Sc, Universidade Federal de Viçosa, de 2025. **AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA E SEGURANÇA DO ÓLEO ESSENCIAL DE PALMAROSA, *Cymbopogon martinii*, COMO SEDATIVO E ANESTÉSICO PARA CARPAS ORNAMENTAIS, *Cyprinus carpio*** Orientador: Jener Alexandre Sampaio Zuanon

Os manejos de classificação por tamanho, transferência entre tanques e o transporte, bem como manipulações durante pesquisas, causam estresse nos peixes, desencadeando redução da imunidade e do crescimento e da reprodução, resultando em prejuízos econômicos. A mitigação desses distúrbios frequentemente é feita pelo uso de aditivos na água, que permitem manter o bem-estar dos peixes, como o sal comum e sedativos sintéticos e naturais, como os óleos essenciais. Dentre os sedativos naturais, óleo essencial de palmarosa, *Cymbopogon martinii*, apresenta potencial como sedativo e anestésico por apresentar altas concentrações de geraniol, um potente anestésico, comprovadamente eficaz em peixes. Além disso, o óleo de palmarosa também apresenta propriedades como antibacteriana, antifúngica, anti-inflamatória e antioxidante, que o tornam promissor para uso durante o manejo e transporte de peixes. Contudo, sua eficácia e segurança como sedativo e anestésico para peixes ainda não foi avaliada. Portanto, objetivamos avaliar a eficácia e segurança do óleo de palmarosa como sedativo/anestésico para juvenis de carpa ornamental, *Cyprinus carpio*. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com 13 tratamentos e dez repetições. As concentrações de óleo de palmarosa testadas foram de: 30; 40; 50; 60; 70; 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140 150 µL/L. Cada peixe foi considerado uma unidade experimental. Foram utilizados dois aquários de vidro (5 L), sob aeração contínua e temperatura controlada (25 °C), sendo um destinado à anestesia e outro à recuperação dos peixes. No aquário utilizado para a anestesia, foi adicionada a solução estoque de óleo de palmarosa para obtenção das concentrações desejadas. Para avaliar a segurança do óleo de palmarosa, após a recuperação da anestesia, os peixes foram transferidos para aquários de 60L onde a mortalidade foi monitorada durante 96h. Houve redução significativa dos tempos de indução aos diferentes estágios de sedação/anestesia com o aumento da concentração de óleo de palmarosa. Contudo, quanto maior a concentração do óleo, maior foi o tempo de recuperação. Após 96h de observação, o óleo de palmarosa não influenciou a taxa de sobrevivência dos peixes submetidos a anestesia e recuperação, indicando sua segurança. Portanto, concluímos que o óleo essencial de palmarosa é eficaz e seguro como sedativo para juvenis de carpa em doses de até 90 µL/L. Contudo, sua eficácia como anestésico não foi comprovada, pois não atende aos critérios estipulados no presente estudo para os tempos de indução à anestesia profunda e à recuperação.

Palavras-chave: capim-rosa; extratos vegetais; gerânio da Índia, peixes ornamentais; tranquilizante

## ABSTRACT

ANTUNES, Cláudio, B.Sc, Universidade Federal de Viçosa, de 2025. EVALUATION OF THE EFFICACY AND SAFETY OF PALMAROSA ESSENTIAL OIL, *CYMBOPOGON MARTINII*, AS A SEDATIVE/ANESTHETIC FOR ORNAMENTAL CARP, *CYPRINUS CARPIO* Advisor: Jener Alexandre Sampaio Zuanon

Size classification, transfer between tanks, and transportation, as well as manipulations during research, cause stress in fish, triggering reduced immunity and growth and reproduction, resulting in economic losses. Mitigation of these disorders is often done by using additives in the water, which allow maintaining fish welfare, such as common salt and synthetic and natural sedatives, such as essential oils. Among natural sedatives, palmarosa essential oil, *Cymbopogon martinii*, has sedative/anesthetic potential because it contains high concentrations of geraniol, a potent anesthetic that has been proven to be effective in fish. In addition, palmarosa oil also has antibacterial, antifungal, anti-inflammatory, and antioxidant properties, which make it promising for use during fish handling and transportation. However, its efficacy and safety as an anesthetic for fish have not yet been evaluated. Therefore, we aimed to evaluate the efficacy and safety of palmarosa oil as a sedative/anesthetic for juvenile ornamental carp, *Cyprinus carpio*. A completely randomized design with 13 treatments and ten replicates was used. The concentrations of palmarosa oil tested were: 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 110; 120; 130; 140; and 150  $\mu\text{L/L}$ . Each fish was considered an experimental unit. Two glass aquariums (5 L) were used, under continuous aeration and controlled temperature (25°C), one for anesthesia and the other for fish recovery. In the aquarium used for anesthesia, the stock solution of palmarosa oil was added to obtain the desired concentrations. To evaluate the safety of palmarosa oil, after recovery from anesthesia, fish were transferred to 60 L aquariums where mortality was monitored for 96 h. There was a significant reduction in the induction times to the different stages of sedation/anesthesia with the increase in the concentration of palmarosa oil. However, the higher the concentration of the oil, the longer the recovery time. After 96 h of observation, palmarosa oil did not influence the survival rate of fish subjected to anesthesia and recovery, indicating its safety. Therefore, we conclude that palmarosa essential oil is effective and safe as a sedative for juvenile carp at doses up to 90  $\mu\text{L/L}$ . However, its efficacy as an anesthetic has not been proven, since it does not meet the criteria stipulated in the present study for the times of induction to deep anesthesia and recovery.

Keywords: Indian geranium; ornamental fish; plant extracts; rose grass; tranquilizer

|                                                       |                      |           |
|-------------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....                            | <b>SUMÁRIO</b> ..... | 9         |
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                            |                      | <b>10</b> |
| <b>2. OBJETIVOS .....</b>                             |                      | <b>11</b> |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                    |                      | <b>12</b> |
| 3.1 PREPARAÇÃO DAS SOLUÇÕES.....                      |                      | 12        |
| 3.2 MANEJO DOS PEIXES E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS ..... |                      | 13        |
| 3.3 INDUÇÃO À ANESTESIA E RECUPERAÇÃO .....           |                      | 13        |
| 3.4 TAXA DE SOBREVIVÊNCIA .....                       |                      | 14        |
| 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....                         |                      | 15        |
| <b>4. RESULTADOS .....</b>                            |                      | <b>15</b> |
| <b>5. DISCUSSÃO .....</b>                             |                      | <b>18</b> |
| <b>6. CONCLUSÕES.....</b>                             |                      | <b>19</b> |
| <b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>             |                      | <b>20</b> |

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                                                                                            |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Tabela 1. Composição do Óleo Essencial Palmarosa-WNF ® ( <i>Cymbopogon martinii</i> ).....                                                                                 | 12     |
| Tabela 2 . Características comportamentais referentes aos estágios de anestesia e recuperação conforme descrito por Woody <i>et. al.</i> (2002). ....                      | 14     |
| Tabela 3. Taxa de sobrevivência em juvenis de <i>Cyprinus carpio</i> 96h após serem submetidos a sedação/anestesia por diferentes concentrações de óleo de palmarosa. .... | 18     |
| <br>Figura 1. Tempo de indução ao estágio 1, segundo Woody <i>et al.</i> (2002), em juvenis de <i>C. carpio</i> pelo óleo de palmarosa.....                                | <br>15 |
| Figura 2. Tempo de indução ao estágio 2, segundo Woody <i>et al.</i> (2002), em juvenis de <i>C. carpio</i> pelo óleo de palmarosa.....                                    | 16     |
| Figura 3. Tempo de indução ao estágio 3, segundo Woody <i>et al.</i> (2002), em juvenis de <i>C. carpio</i> pelo óleo de palmarosa.....                                    | 16     |
| Figura 4. Tempo de indução ao estágio 4, segundo Woody <i>et al.</i> (2002), em juvenis de <i>C. carpio</i> pelo óleo de palmarosa.....                                    | 17     |
| Figura 5. Tempo de recuperação, segundo Woody <i>et al.</i> (2002), em juvenis de <i>C. carpio</i> pelo óleo de palmarosa. ....                                            | 17     |

## 1. INTRODUÇÃO

O manejo de classificação por tamanho, transferência de tanques e o transporte de peixes ornamentais são práticas rotineiras em sua criação e comercialização. Contudo, o transporte e os manejos envolvidos causam estresse (BRYDGES *et al.*, 2009), desencadeando redução da imunidade (MARLOWE *et al.*, 2013) e do crescimento (GRACE *et al.*, 2023), inibição da reprodução (SCHRECK, 2001), mudanças de coloração da pele (BORDER *et al.*, 2018) e alterações comportamentais (GHISLENI *et al.*, 2012), resultando em prejuízos econômicos. A mitigação desses distúrbios pode ser feita pela prática do jejum antes do manejo/transporte, manutenção da qualidade da água, diminuição de luminosidade e uso de aditivos na água, que permitem manter o bem-estar dos peixes (HOSEINI, 2018). Dentre os aditivos utilizados na água de transporte e manejo de peixes, destacam-se o sal comum, probióticos e sedativos sintéticos ou naturais, como os óleos essenciais (HOSEINI, 2018).

Os estudos com óleos essenciais em peixes têm demonstrado sua eficácia como tranquilizantes (ROSS; ROSS, 2008). Quando utilizados em doses mais baixas, apenas induzem os peixes à sedação, onde observa-se movimento opercular lento, perda do equilíbrio e dificuldade de se manter com a face ventral voltada para o substrato. Em doses mais altas, além da sedação, os peixes também apresentam comportamentos característicos da anestesia, como a completa perda do equilíbrio, incapacidade de se permanecer com a face ventral voltada para o substrato, e ausência de reação a estímulo tátil (Woody *et al.*, 2002). Muitos óleos essenciais promovem redução da sensibilidade aos estímulos ambientais e da dor, bem como redução da taxa metabólica (ROSS; ROSS, 2008). Consequentemente, há redução do consumo de oxigênio e da produção de CO<sub>2</sub>, que diminui a formação de H<sup>+</sup> e as alterações de pH da água (SAMPAIO; FREIRE, 2016). A redução do metabolismo também resulta na diminuição da excreção de amônia, o que contribui para a manutenção da qualidade da água (SAMPAIO; FREIRE, 2016).

Os óleos essenciais, além de atuarem como sedativos e anestésicos, podem apresentar propriedades adicionais como a redução das respostas de estresse, ação antimicrobiana, imunoestimulante e antioxidante (SOUZA *et al.*, 2019). Diversos óleos essenciais já foram avaliados como sedativos/anestésicos para peixes, mostrando sua eficácia e relativa segurança (SOUZA *et al.*, 2019). Apesar da maioria dos óleos essenciais apresentarem propriedades

antioxidantes, muitos podem desencadear estresse oxidativo em peixes (MARTINS, 2024; SOUZA *et al.*, 2019; TELES *et al.*, 2019). Portanto, a busca por novos sedativos naturais depende da avaliação de sua eficácia e segurança para os animais objetos de estudo (peixes), para os seres humanos e o meio ambiente.

O óleo essencial de palmarosa, *Cymbopogon martinii*, também conhecido como capim rosa, ou gerânio da Índia, contém em sua composição o geraniol em altas concentrações, composto que compartilha com outras espécies do mesmo gênero, *Cymbopogon*, que já tiveram sua eficácia como sedativo/anestésico demonstrada em peixes (COSTA, 2009). O geraniol também já foi avaliado como sedativo/anestésico para peixes e foi considerado eficaz e seguro (DE ARAÚJO *et al.*, 2021). Além de sua característica anestésica, também apresenta propriedades adicionais, como a antibacteriana (SCHERER *et al.*, 2009), que pode contribuir para a manutenção da qualidade da água e minimizar contaminações dos peixes por microrganismos patogênicos, antifúngica (ALMEIDA *et al.*, 2012), anti-inflamatória (OLIVEIRA *et al.*, 2024) e ação antioxidante (SCHERER *et al.*, 2009), que o tornam promissor para uso durante o manejo e transporte de peixes. Contudo, sua eficácia e segurança como anestésico para peixes ainda não foi avaliada.

## 2. OBJETIVOS

Objetivo geral: Avaliar a eficácia e segurança do óleo essencial de palmarosa, *Cymbopogon martinii*, na sedação e anestesia de juvenis de carpa ornamental, *Cyprinus carpio*.

Objetivos específicos:

1. Avaliar os tempos de indução à sedação e anestesia de juvenis de carpa ornamental, *Cyprinus carpio* pelo óleo essencial de palmarosa, *Cymbopogon martinii*;
2. Avaliar os tempos de recuperação à sedação/anestesia de juvenis de carpa ornamental, *Cyprinus carpio* pelo óleo essencial de palmarosa, *Cymbopogon martinii*;
3. Avaliar mortalidade de juvenis de carpa ornamental, *Cyprinus carpio* submetidos a sedação/anestesia pelo óleo essencial de palmarosa, *Cymbopogon martinii*;

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 PREPARAÇÃO DAS SOLUÇÕES

O experimento de sedação e anestesia de juvenis de carpa, *Cyprinus carpio*, foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Aplicada à Piscicultura (LAFAP) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com 13 concentrações de óleo essencial de palmarosa, *Cymbopogon martinii*, com dez repetições em cada concentração, sendo cada peixe considerado uma repetição. As concentrações de óleo de palmarosa testadas foram de: 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 110; 120; 130; 140; e 150  $\mu\text{L/L}$ . Foram utilizados juvenis de *C. carpio* ornamentais com peso médio de  $5,47 \pm 2,21$  g e comprimento médio de  $7,91 \pm 0,75$  cm, obtidos de uma piscicultura no Município de Capetinga MG.

Devido à baixa solubilidade dos óleos essenciais em água, o óleo de palmarosa foi previamente dissolvido em álcool. Portanto, uma solução estoque foi feita a partir da dissolução do óleo de palmarosa em álcool etílico absoluto (solução estoque 10% - 10 mL de óleo de palmarosa: 90 mL de álcool). Foi utilizado o produto comercial Óleo Essencial Palmarosa-WNF<sup>®</sup> (*Cymbopogon martinii*) (Tabela 1). Para obtenção das concentrações desejadas, foram retiradas alíquotas da solução estoque e adicionadas a água do aquário de anestesia.

Tabela 1. Composição do Óleo Essencial Palmarosa-WNF<sup>®</sup> (*Cymbopogon martinii*).

| Composto              | %     |
|-----------------------|-------|
| Cis- $\beta$ -ocimeno | 1,04  |
| Linalol               | 1,90  |
| Geraniol (Z)          | 68,05 |
| Geranial              | 1,05  |
| Acetato de geranila   | 24,58 |
| $\beta$ -Cariofileno  | 1,58  |
| Não identificado      | 1,31  |

Método de extração do óleo: Destilação por arraste a vapor

Método de avaliação dos princípios ativos: cromatografia (CG/MS)

Condições analíticas: Temperatura do injetor 250°C, modo de injeção Split, fluxo

1 mL min<sup>-1</sup>, gás de arraste: Hélio, coluna capilar: DB-5MS (30mx0.25mmx0.25µm), gradiente de temperatura do forno: temperatura inicial 60°C - 2min. taxa 4°C/min até 200°C e taxa 6°C/min até 260°C - 10min. Temperatura do detector de massas: 260°C, Temperatura da Fonte de ionização: 280°C e Modo de aquisição: scan

Equipamento: Shimadzu, Modelo GCMS-QP2010 plus

### **3.2 MANEJO DOS PEIXES E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS**

Os peixes foram mantidos em ambientes controlados de iluminação (fotoperíodo de 12h luz), aeração e temperatura (25 °C) em aquários de 250 litros com água declorada, além de filtragem mecânica e biológica, durante 15 dias. A alimentação dos mesmos ocorreu quatro vezes ao dia (8; 11; 15 e 18h), até a saciedade aparente, utilizando ração comercial estrusada contendo 45% de proteína bruta (GuabiTech Inicial Alevinos®). Anteriormente a realização do experimento, os peixes foram submetidos a jejum de 24 horas.

O experimento foi realizado com dois aquários de vidro, com volume de 5 litros cada: sendo um destinado à anestesia e outro à recuperação dos peixes. Durante todo o procedimento, ambos os recipientes permaneceram com a aeração contínua e aquecedores, o que garantiu a temperatura constante em 25 °C. No aquário utilizado para a anestesia, foi adicionada a solução estoque composta por óleo de palmarosa e álcool para obter as diferentes concentrações. O aquário reservado para a recuperação foi mantido com as mesmas condições de temperatura, pH e aeração, porém com água isenta do agente anestésico. A troca da água de ambos os aquários ocorreu a cada nova concentração avaliada.

### **3.3 INDUÇÃO À ANESTESIA E RECUPERAÇÃO**

Os peixes foram considerados sedados/anestesiados e recuperados ao apresentarem o conjunto de características comportamentais descritos por Woody *et. al.* (2002) (Tabela 2). O estágio 1 (E1) representa sedação leve; o estágio 2 (E2), sedação moderada; estágio 3 (E3), anestesia leve e o estágio 4 (E4), anestesia profunda dos peixes. Dez juvenis de carpa foram submetidos individualmente a cada concentração de óleo de palmarosa, e o tempo necessário para alcançar os comportamentais característicos de cada estágio de sedação/anestesia e recuperação foram registrados. Quando o estágio 4 foi atingido, os peixes foram retirados do aquário de anestesia e transferidos para o aquário de recuperação, onde permaneceram até a recuperação do equilíbrio e da capacidade de natação. Nos casos em que a concentração de

óleo de palmarosa avaliada não provocaram anestesia profunda (estágio 4), os peixes permeaneceram no aquário de anestesia por no máximo cinco minutos, e então foram transferidos para o aquário de recuperação.

Tabela 2 . Características comportamentais referentes aos estágios de anestesia e recuperação conforme descrito por Woody *et. al.* (2002).

| Estágios    | Características comportamentais                                                                                     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1           | Movimento opercular visivelmente lento ou errático.                                                                 |
| 2           | Perda esporádica de equilíbrio, dificuldade de manter a orientação ventral voltada para o substrato.                |
| 3           | Completa perda de equilíbrio, incapacidade de recuperar a orientação ventral voltada para o substrato.              |
| 4           | Sem reação a estímulo tátil.                                                                                        |
| Recuperação | Habilidade de permanecer com a orientação ventral voltada para o substrato, com recuperação da capacidade de nadar. |

### 3.4 TAXA DE SOBREVIVÊNCIA

Para avaliar a segurança do óleo de palmarosa como sedativo/anestésico para juvenis de *C. carpio*, após as análises do tempo de recuperação da anestesia, todos os peixes foram transferidos para aquários de 60 L, onde foram mantidos separados em função das concentrações de óleo de palmarosa as quais foram expostos durante a fase de anestesia. Estes aquários foram mantidos com aquecimento (25 °C), aeração, filtros biológico e mecânico, para observação da sobrevivência a cada 24 h. Durante esse período, os peixes foram alimentados com a mesma ração utilizada na fase de adaptação às condições laboratoriais. Ao final das 96 h foram calculadas as taxas de sobrevivência de cada tratamento.

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A avaliação do efeito do óleo de palmarosa sobre os tempos de indução e recuperação da anestesia foi realizada por meio de análise de variância e regressão polinomial ao nível de 5% de probabilidade. Para escolha do modelo de regressão foi considerado a significância dos coeficientes de regressão, o comportamento das variáveis em estudo e a magnitude dos coeficientes de determinação, calculados em função da soma quadrados da regressão/soma quadrados de tratamentos.

## 4. RESULTADOS

Os tempos de indução à anestesia de juvenis de *C. carpio* em todos os estágios descritos por Woody *et al.* (2002) diminuíram significativamente ( $p < 0,05$ ) de acordo com o aumento da concentração do óleo de palmarosa (Figs, 1, 2, 3 e 4). Para a recuperação, houve aumento significativo ( $p < 0,05$ ) do tempo com o aumento da concentração do óleo de palmarosa (Fig. 5). Houve efeito logarítmico ( $p < 0,05$ ) do óleo de palmarosa sobre todos os tempos de indução e de recuperação à anestesia.

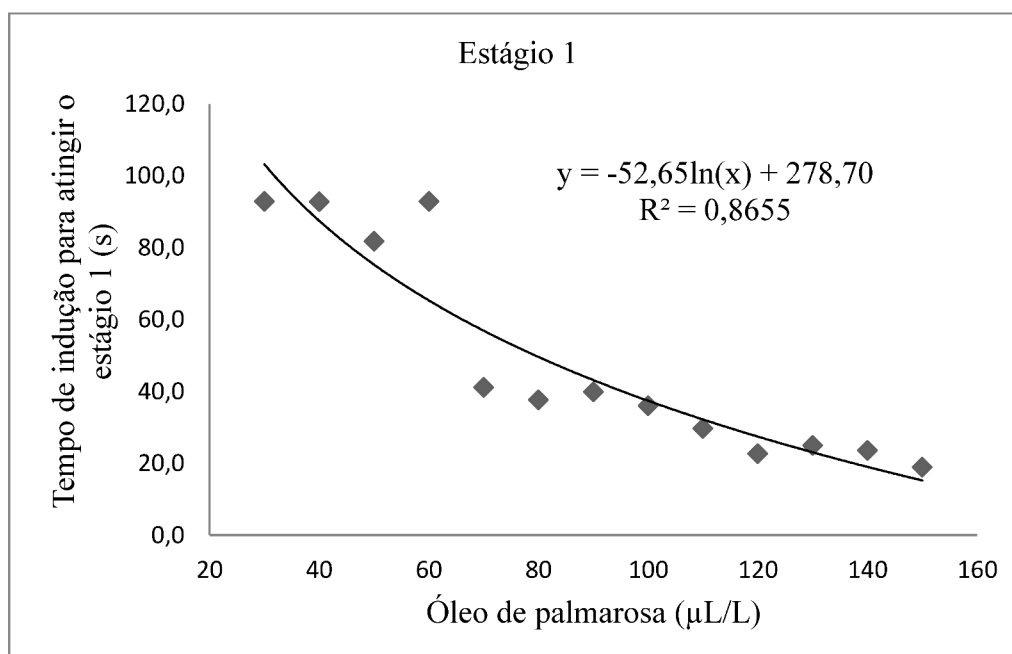


Figura 1. Tempo de indução ao estágio 1, segundo Woody *et al.* (2002), em juvenis de *C. carpio* pelo óleo de palmarosa.

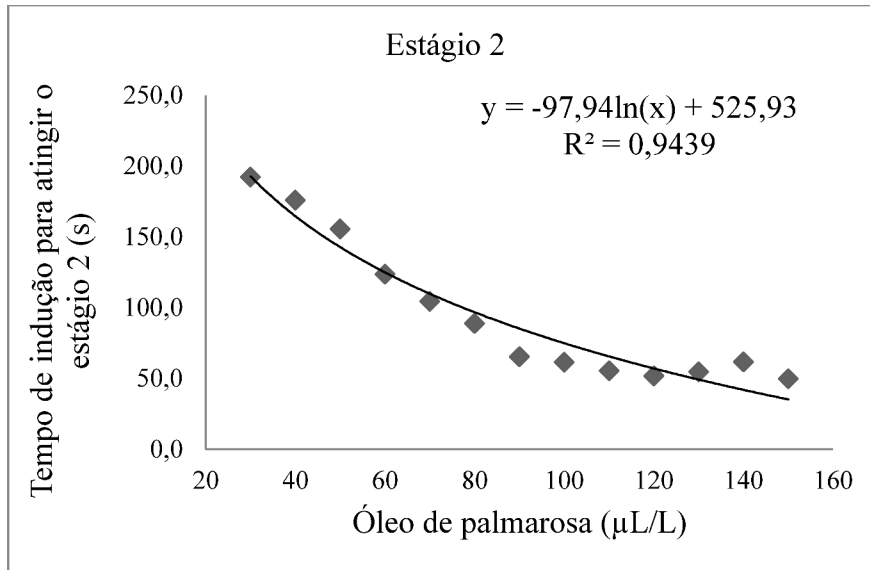


Figura 2. Tempo de indução ao estágio 2, segundo Woody *et al.* (2002), em juvenis de *C. carpio* pelo óleo de palmarosa.

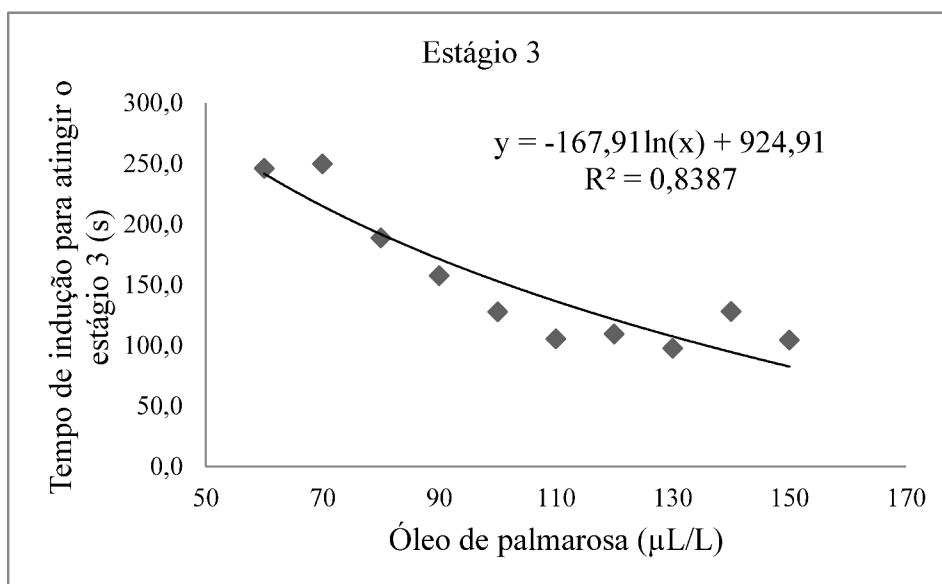


Figura 3. Tempo de indução ao estágio 3, segundo Woody *et al.* (2002), em juvenis de *C. carpio* pelo óleo de palmarosa.

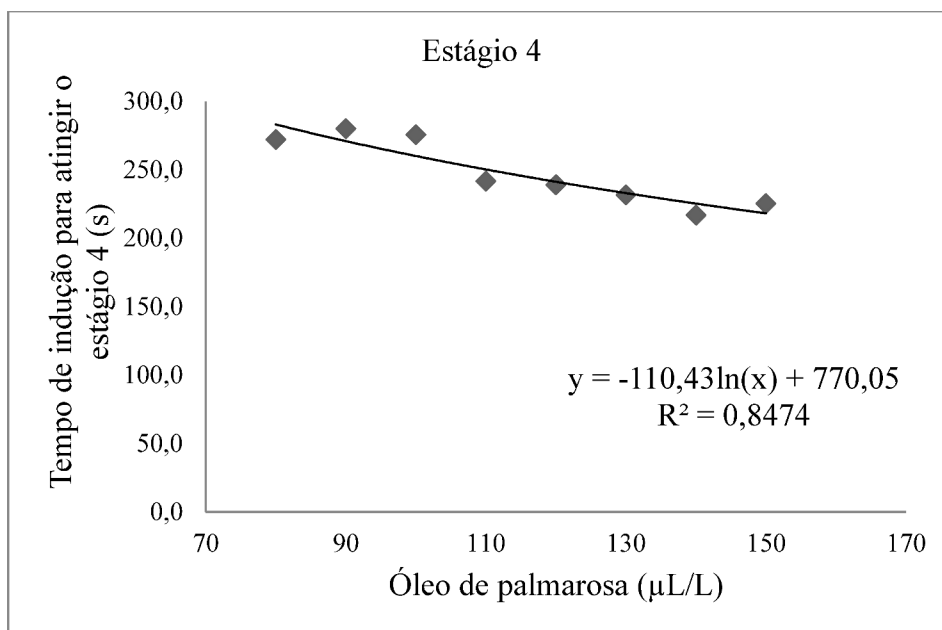


Figura 4. Tempo de indução ao estágio 4, segundo Woody *et al.* (2002), em juvenis de *C. carpio* pelo óleo de palmarosa.

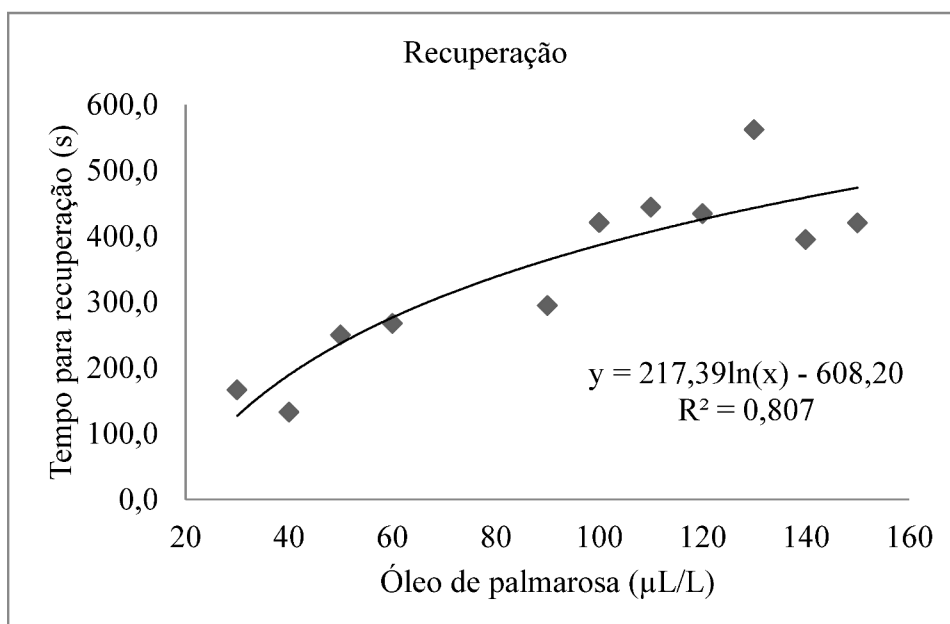


Figura 5. Tempo de recuperação, segundo Woody *et al.* (2002), em juvenis de *C. carpio* pelo óleo de palmarosa.

Após 96h de observação, o óleo de palmarosa não influenciou a taxa de sobrevivência dos peixes submetidos a anestesia e recuperação (Tabela 3). Entretanto, houveram mortalidades pontuais que não comprometeram a segurança do óleo de palmarosa.

Tabela 3. Taxa de sobrevivência em juvenis de *Cyprinus carpio* 96h após serem submetidos a sedação/anestesia por diferentes concentrações de óleo de palmarosa.

|                   |    | Concentração de óleo de palmarosa (µL/ L) |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|-------------------|----|-------------------------------------------|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
|                   |    | 30                                        | 40 | 50  | 60 | 70  | 80  | 90  | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 |  |
| Taxa              | de | 100                                       | 90 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |  |
| sobrevivência (%) |    |                                           |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |

## 5. DISCUSSÃO

O conhecimento das doses necessárias para sedar ou anestesiarem peixes é de fundamental importância para sua utilização durante manejos de classificação, biometria e transporte (sedação), bem como durante cirurgias (anestesia). Apesar de Marking e Meyer (1985) terem estabelecido critérios para avaliação de anestésicos, o mesmo não ocorre para sedativos. Portanto, para avaliar a eficácia do óleo de palmarosa como sedativo (estágios 1 e 2 segundo Woody et al., 2002), utilizamos os critérios estabelecidos por Marking e Meyer (1985) para a definição um anestésico ideal.

O óleo de palmarosa é eficaz como sedativo para juvenis para *C. carpio*, pois induziu os peixes aos estágios 1 e 2 com menos de 180 s, uma vez que, de acordo com os critérios estabelecidos por Marking e Meyer (1985), um anestésico para ser considerado ideal, deve induzir a anestesia em tempo menor do que 180 s e a recuperação do seu efeito deve acontecer em tempo menor do que 300s. O tempo de recuperação foi considerado adequado até a concentração de 90  $\mu\text{L/L}$  e, portanto, o óleo de palmarosa pode ser utilizado como sedativo durante os manejos de classificação e biometria, bem como durante o transporte de peixes. Contudo, ainda são necessários novos estudos para avaliar as melhores doses do óleo de palmarosa durante esses manejos e o transporte, pois os óleos essenciais, apesar de apresentarem propriedades anestésica, antioxidante, antiestresse, anti-inflamatória e miorrelaxante (PEREIRA; MAIA, 2007), podem induzir respostas de estresse como a elevação dos níveis de cortisol e glicose plasmáticos (LAM et al., 2025), e estresse oxidativo com danos em lipídios e proteínas celulares (SALBEGO et al., 2014). Apesar de não termos observado efeito do óleo de palmarosa sobre a sobrevivência, são necessárias avaliações sobre as respostas de estresse e estresse oxidativo, principalmente durante o transporte de peixes para a devida comprovação de sua segurança como sedativo.

O óleo de palmarosa desencadeou anestesia profunda (estágio 4) nos peixes em doses iguais ou superiores a 80  $\mu\text{L/L}$ , porém em tempos superiores a 180 s. Além disso, os tempos de recuperação foram superiores a 300 s. Doses superiores às avaliadas no presente estudo ( $>150$ ) provavelmente alcançarão o estágio 4 em tempos inferiores aos observados, porém os tempos de recuperação provavelmente também serão maiores do que 300 s. Dessa forma, segundo os critérios estabelecidos por Marking e Meyer (1985), o óleo de palmarosa não deve ser utilizado para induzir peixes a anestesia profunda. Mesmo não sendo considerado um anestésico ideal, o óleo de palmarosa não causou mortalidade nos peixes durante 96 h.

Outros óleos essenciais extraídos de plantas do mesmo gênero da palmarosa, *Cymbopogon*, também foram eficazes na sedação/anestesia de peixes (COSTA, 2009; de OLIVEIRA *et al.*, 2022; SANTOS *et al.*, 2017). Provavelmente isso se deve à presença de princípios ativos semelhantes, como o geraniol, um álcool monoterpeneo que, como sedativo/anestésico, é um modulador de receptores para o neurotransmissor ácido gama-aminobutílico (GABA), mais especificamente um modulador alostérico positivo de receptores para GABA<sub>A</sub> (MEDEIROS *et al.*, 2018). Este é um canal permissivo para cloreto que, quando ativado, permite sua entrada no meio intercelular do neurônio (GHIT *et al.*, 2021), que provoca hiperpolarização da membrana, impedindo a emissão de potenciais de ação, o que desencadeia a inibição neuronal no sistema nervoso central. Além disso, o geraniol também possui diversas propriedades adicionais como antiestresse, antioxidante e antimicrobiana (LIN *et al.*, 2021). Portanto, uma vez que se encontra em altas concentrações no óleo de palmarosa, este apresenta potencial para ser utilizado durante o transporte de peixes, pois pode reduzir os impactos causados pela manipulação dos mesmos, devido as alterações de qualidade de água, bem como promover efeito anti-cinetose. Assim, novos estudos devem ser realizados para a avaliação de novas doses a serem utilizadas durante o transporte de peixes, bem como sua segurança por meio dos seus efeitos sobre as respostas de estresse, status oxidativo e as alterações na qualidade da água, com ênfase no pH e níveis de amônia.

## 6. CONCLUSÕES

O óleo essencial de palmarosa, *Cymbopogon martinii*, é eficaz como sedativo para juvenis de carpa ornamental, *Cyprinus carpio*, em doses de até 90  $\mu\text{L/L}$ , sem causar mortalidade nas doses avaliadas (até 150  $\mu\text{L/L}$ ). Contudo, sua eficácia como anestésico não foi comprovada, pois não atende aos critérios estipulados no presente estudo para os tempos de indução à anestesia profunda e à recuperação.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. F. D. *et al.* **Atividade antifúngica de óleos essenciais frente a amostras clínicas de *Candida albicans* isoladas de pacientes HIV positivos.** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, 2012. v. 14, n. 4, p. 649–655.

BORDER, S. E. *et al.* **Color change and pigmentation in a color polymorphic cichlid fish.** Hydrobiologia, 2018. v. 832, n. 1, p. 175–191.

BRYDGES, N. M. *et al.* **Quantifying stress responses induced by different handling methods in three species of fish.** Applied Animal Behaviour Science, 2009. v. 116, n. 2-4, p. 295–301.

COSTA, J. S. **Potencial anestésico e sedativo do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* em juvenis de Tambaqui *Colossoma macropomum*.** 2023. 78f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2023.

DE ARAÚJO, E. R. L. *et al.* **Geraniol and citronellol as alternative and safe phytoconstituents to induce immobilization and facilitate handling of fish.** Aquaculture, 2021.v. 537, p. 736517.

DE OLIVEIRA, I. C. *et al.* **Essential oils from *Cymbopogon citratus* and *Lippia sidoides* in the anesthetic induction and transport of ornamental fish *Pterophyllum scalare*.** Fish Physiology and Biochemistry, 48(3), 501-519. (2022)

DEEPAK G.; LUTHRA, R. ***Cymbopogon* essential oils Chemical compositions and bioactivities**, 2009. v. 3, n. 2, 2009.

DOS SANTOS, A. C. *et al.* **Anesthesia and anesthetic action mechanism of essential oils of *Aloysia triphylla* and *Cymbopogon flexuosus* in silver catfish (*Rhamdia quelen*).** Veterinary anaesthesia and analgesia, 44(1), 106-113. (2017).

FERNANDES, E. *et al.* **Menthol and eugenol as natural anesthetics for early juveniles of curimba.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 47, 2018.

GHISLENI, G. *et al.* **The role of CRH in behavioral responses to acute restraint stress in zebrafish.** Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry, v. 36, n. 1, p. 176–182. 2012.

GHIT, A. *et al.* **GABAA receptors: structure, function, pharmacology, and related disorders.** Journal of Genetic Engineering and Biotechnology, v. 19, n. 1. 2021

GONÇALVES, A. F. N. *et al.* **Mentol e eugenol como substitutos da benzocaína na indução anestésica de juvenis de pacu.** Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 30, n. 3, p. 339–344, 2008.

GRACE, A. *et al.* **Long-term stress induced cortisol downregulation, growth reduction and cardiac remodeling in Atlantic salmon.** Journal of Experimental Biology, v. 226, n. 22. 2023.

HOSEINI, S. M.; TAHERI MIRGHAED, A.; YOUSEFI, M. **Application of herbal anaesthetics in aquaculture.** Reviews in Aquaculture, v. 11, n. 3, p. 550–564. 2018.

JAVAHERY, S.; NEKOUBIN, H.; MORADLU, A. H. **Effect of anaesthesia with clove oil in fish** (review). Fish Physiology and Biochemistry, v. 38, n. 6, p. 1545–1552, 2012.

LAM, P. H. *et al.* **Anesthetic Effects of Clove Basil Essential Oil (*Ocimum gratissimum*) Microemulsion on Asian Redtail Catfish (*Hemibagrus wyckioides*) and Its Biochemical Stress Indicators.** Fishes, v. 10, n. 3, p. 104. 2025.

LIN, L. *et al.* **The Inhibitory Efficiencies of Geraniol as an Anti-Inflammatory, Antioxidant, and Antibacterial, Natural Agent Against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Infection in vivo.** Infection and Drug Resistance, v. Volume 14, p. 2991–3000. 2021.

MARKING, L. L. ; MEYER, F. P. **Are Better Anesthetics Needed in Fisheries?** Fisheries, v. 10, n. 6, p. 2–5. 1985.

MARLOWE, C. *et al.* **Short-term handling stress affects the humoral immune responses of juvenile Atlantic cod, *Gadus morhua*.** Aquaculture International, v. 22, n. 4, p. 1283–1293. 2013.

MARTINS, K. *et al.* **Effectiveness and safety of clove oil and common salt in the long-term transport of *Cyprinus carpio*.** Aquaculture, v. 583, p. 740532–740532. 2024.

MEDEIROS, K. A. *et al.* **Depressant effect of geraniol on the central nervous system of rats: Behavior and ECoG power spectra.** Biomedical journal v. 41, n. 5, p. 298-305, 2018

OLIVEIRA, C. R. *et al.* **Brazilian essential oil of *Cymbopogon martinii*: positive effects on inflammation-induced human fibroblasts and skin aging.** Deleted Journal, v. 18, p. e1130–e1130. 2024.

PANKHURST, N. W.; VAN DER KRAAK, G. **Effects of stress on reproduction and growth of fish.** In: IWAMA, G. K. *et al.* (ed.). Fish Stress and Health in Aquaculture. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p. 73–93.

PEREIRA, C. A. M.; MAIA, J. F. **Estudo da atividade antioxidante do extrato e do óleo essencial obtidos das folhas de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.),** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 27, n. 3, p. 624–632, 2007.

RASLAN, W. S. *et al.* **Impact of essential oil and probiotics supplementation on growth performance, serum biomarkers, antioxidants status, bioenergetics and histomorphometry of intestine of Nile tilapia fingerlings challenged with *Aeromonas veronii*.** BMC Veterinary Research, v. 21, n. 1. 2025.

ROSS, L. G.; ROSS, B. **Anaesthetic and Sedative Techniques for Aquatic Animals.** Oxford: Blackwell, 2008.

SALBEGO, J. *et al.* **The essential oil from *Lippia alba* induces biochemical stress in the silver catfish (*Rhamdia quelen*) after transportation.** Neotropical Ichthyology, v. 12, n. 4, p. 811–818. 2014.

SAMPAIO, F. D. F.; FREIRE, C. A. **An overview of stress physiology of fish transport: changes in water quality as a function of transport duration.** Fish Fish, v.17, n.4, p. 1055-1072, 2016

SCHERER, R. *et al.* **Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa.** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 11, n. 4, p. 442–449, 2009.

SCHRECK, C. B.; CONTRERAS-SANCHEZ, W.; FITZPATRICK, M. S. **Effects of stress on fish reproduction, gamete quality, and progeny.** *Reproductive Biotechnology in Finfish Aquaculture.* Oregon Agricultural Experiment Station, Technical Report No. 11578, p. 3–24, 2001.

SOUZA, C. de F. *et al.* **Essential oils as stress-reducing agents for fish aquaculture: a review.** Frontiers in Physiology, v. 10. 2019.

TELES, M. *et al.* **Transport and Recovery of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* L.) Sedated With Clove Oil and MS222: Effects on Oxidative Stress Status.** Frontiers in Physiology, v. 10, 2019.

WOODY, C. A.; NELSON, J.; RAMSTAD, K. **Clove oil as an anaesthetic for adult sockeye salmon: field trials.** Journal of Fish Biology, v. 60, n. 2, p. 340–347. 2002.