

# **POTENCIAL ANESTÉSICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum basilicum* EM TILÁPIA DO NILO**

**RAFAEL FERREIRA DA SILVA**

Dourados - MS  
Julho – 2024

# **POTENCIAL ANESTÉSICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum basilicum* EM TILÁPIA DO NILO**

Rafael Ferreira da Silva  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrea Maria de Araújo Gabriel

Trabalho apresentado à Faculdade de  
Ciências Agrárias da Universidade Federal  
da Grande Dourados, como parte das  
exigências para obtenção do grau de  
bacharel em Zootecnia

Dourados - MS  
Julho – 2024

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TITULO: POTENCIAL ANESTÉSICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum basilicum* EM  
TILÁPIA DO NILO**

**AUTOR:** Rafael Ferreira da Silva

**ORIENTADORA:** Profa. Andrea Maria de Araújo Gabriel

Aprovado como parte das exigências para a obtenção do grau de bacharel em  
**ZOOTECNIA** pela comissão examinadora.

Documento assinado digitalmente  
 **ANDREA MARIA DE ARAUJO GABRIEL**  
Data: 15/07/2024 11:58:22-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Andrea Maria de Araújo Gabriel  
(Orientadora)

Documento assinado digitalmente  
 **ARLENE SOBRINHO VENTURA**  
Data: 15/07/2024 12:42:26-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dra. Arlene Sobrinho Ventura  
(Membro)

Documento assinado digitalmente  
 **GIULIANO REIS PEREIRA MUGLIA**  
Data: 15/07/2024 14:05:43-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Giuliano Reis Pereira Muglia  
(Membro)

**Data de realização: 15 de julho de 2024**

Documento assinado digitalmente  
 **RODRIGO GAROFALLO GARCIA**  
Data: 02/08/2024 12:09:32-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia  
Presidente da comissão do TCC-Zootecnia

## **DEDICATÓRIA**

Dedico em primeiro lugar a Deus e a minha família que me deu força e sabedoria para continuar e concluir mais esta etapa de minha vida.

Dedico a minha mãe Maria Vera Lucia da Silva, por todo apoio, amor e educação e ensinamentos que ela me passou, pelo apoio e incentivo em todas minhas decisões e por sempre estar ao meu lado nos momentos de maiores dificuldades, sendo a minha base.

Dedico a meu irmão Diego Ferreira da Silva pelo apoio e companheirismo.

Dedico a minha Professora e Orientadora Andrea Maria de Araújo Gabriel, sem a qual não teria conseguido concluir esta difícil tarefa.

Dedico a Dra. Arlene Sobrinho Ventura sempre me ajudando nas tarefas mais difíceis, pois sem ela não conseguiria concluir esta etapa.

Dedico a todos os professores que fizeram parte da minha graduação pelos conhecimentos compartilhados.

A todos citados, meu respeito, admiração e sinceros agradecimentos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus, pelo dom da vida e que sem ele nada disso seria possível.

A Professora Andrea Maria de Araújo Gabriel, pelos ensinamentos, pela disponibilidade e pelo aceite como orientado, sendo uma das professoras mais importantes para mim durante a graduação, contribuindo para a minha formação. Graças aos conhecimentos adquiridos me identifiquei com a área de piscicultura.

À minha mãe Maria Vera Lucia da Silva, pelo dom da vida, pelo amor mais verdadeiro e por ser a minha base, por todo o apoio durante a graduação, sem ela não seria possível realizar um curso superior. O que sou hoje devo muito a ela, por ter me ensinado os princípios da vida e ser sempre leal aos meus princípios e respeitar as pessoas em primeiro lugar.

A Dra. Arlene Sobrinho Ventura sempre me ajudando nas tarefas mais difíceis, pois sem ela não conseguiria concluir esta etapa.

Ao meu amigo e membro de banca Giuliano Reis Pereira Muglia que sempre me incentivou a seguir em frente na graduação e sempre esteve ao meu lado.

Aos meus amigos que sempre me apoiaram nas horas mais difíceis, e por sempre estarem ao meu lado.

Aos amigos e colegas de curso, pela troca de experiências, debates enriquecedores e pelo suporte mútuo ao longo de todos esses anos. Sem dúvida, compartilhar este caminho com vocês tornou a jornada acadêmica mais leve e memorável.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586p Silva, Rafael Ferreira Da  
POTENCIAL ANESTÉSICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum basilicum* EM TILÁPIA  
DO NILO [recurso eletrônico] / Rafael Ferreira Da Silva. -- 2024.  
Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Andrea Maria de Araújo Gabriel.  
Coorientadora: Arlene Sobrinho Ventura.  
TCC (Graduação em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.  
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

I. anestesia. 2. óleo essencial. 3. peixes ciclídeos. I. Gabriel, Andrea Maria De Araújo. II.  
Ventura, Arlene Sobrinho. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1.</b> Uso de manjerição <i>Ocimum basilicum</i> como óleo essencial em diferentes espécies de peixes..... | 16 |
| <b>Tabela 2.</b> Características comportamentais dos peixes de acordo com diferentes estágios de anestesia.....      | 18 |
| <b>Tabela 3.</b> Estágios de recuperação.....                                                                        | 18 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 1.</b> Curva tempo de indução anestésica em alevinos de tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) submetidos a anestesia com óleo essencial de ( <i>Ocimum basilicum</i> ).....                                    | 199 |
| <b>Figura 2.</b> Curva tempo de recuperação anestésica em alevinos de tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) submetidos a anestesia com óleo essencial de ( <i>Ocimum basilicum</i> ).....                                | 20  |
| <b>Figura 3.</b> Mediana (máximo - mínimo) tempo de indução e recuperação anestésica de alevinos de tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) submetidos a anestesia com óleo essencial de ( <i>Ocimum basilicum</i> ). .... | 21  |

## SUMÁRIO

|      |                                                 |     |
|------|-------------------------------------------------|-----|
| 1.   | INTRODUÇÃO.....                                 | 12  |
| 2    |                                                 |     |
| 2.   | REVISÃO DE LITERATURA.....                      | 133 |
| 2.1. | Tilápia do Nilo.....                            | 13  |
| 2.2  | Estresse dos peixes cultivados.....             | 133 |
| 2.3  | Anestésicos para manejo de peixes.....          | 144 |
| 2.4  | Óleos essenciais.....                           | 156 |
| 2.5  | <i>Ocimum basilicum</i> .....                   | 156 |
| 3.   | MATERIAL E MÉTODOS.....                         | 177 |
| 3.1. | Animais.....                                    | 177 |
| 3.2  | Óleo essencial de <i>Ocimum basilicum</i> ..... | 177 |
| 3.3  | Indução e recuperação anestésica.....           | 17  |
| 3.4. | Análise estatística.....                        | 188 |
| 4.   | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                     | 19  |
| 5.   | CONCLUSÃO.....                                  | 22  |
| 6.   | REFERÊNCIAS.....                                | 22  |



## POTENCIAL ANESTÉSICO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum basilicum* EM TILÁPIA DO NILO

**Resumo:** Objetivou-se com este trabalho avaliar o tempo de indução e recuperação anestésica de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos a diferentes concentrações do óleo essencial de *Ocimum basilicum*. Com esse objetivo foi utilizado um total de 32 alevinos com peso médio de  $0,94 \pm 0,39$  g e comprimento médio total de  $3,56 \pm 0,26$  cm, adquiridos de uma piscicultura comercial. Os peixes foram alimentados até a saciedade aparente três vezes ao dia com dieta comercial. Após o período de aclimação os juvenis de pacu foram avaliados quanto ao tempo de indução e recuperação da anestesia. Os peixes foram transferidos para três aquários (8L) com água dos tanques de aclimação. Os peixes foram expostos aos seguintes tratamentos com diferentes concentrações do óleo essencial de *O. basilicum*: 100, 150, 200 e 250 mg L<sup>-1</sup>. Para avaliar o tempo de indução e recuperação anestésica, foram utilizados oito peixes por concentração (4 peixes x 2 repetições por tratamento). O óleo essencial de *Ocimum basilicum* induziu anestesia em estágio IV em todas as concentrações avaliadas em menos de 10 minutos. Foi observado efeito crescente quanto maior a concentração anestésica, menor foi o tempo para indução anestésica ( $p < 0,0001$ ). Em relação ao tempo de recuperação anestésica foi observado que conforme a concentração anestésica crescia maior foi o tempo necessário para que os animais retornarem do plano anestésico que ocorreu em menos de cinco minutos e sem efeitos deletérios a sobrevivência. De posse dos resultados pode-se concluir que o óleo essencial de *Ocimum basilicum* é um produto natural seguro e eficaz na anestesia de alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, com melhor efeito anestésico na concentração de 200 mg L<sup>-1</sup> do óleo essencial.

**Palavras chave:** anestesia, óleo essencial, peixes ciclídeos.

## ANESTHETICS POTENTIAL OF *Ocimum basilicum* ESSENTIAL OIL IN TILAPIA- OF-NILO

**Abstract:** The objective of this work was to evaluate the time of anesthetic induction and recovery of Nile tilapia fingerling (*Oreochromis niloticus*) subjected to different concentrations of *Ocimum basilicum* essential oil. For this purpose, a total of 32 fry were used, with an average weight of  $0.94 \pm 0.39$  g and an average total length of  $3.56 \pm 0.26$  cm, acquired from a commercial fish farm. The fish were fed until apparent satiety three times a day with a commercial diet. After the acclimatization period, the juvenile pacu were evaluated regarding the induction and recovery time from anesthesia. The fish were transferred to three aquariums (8L) with water from the acclimatization tanks. The fish were exposed to the following treatments with different concentrations of *O. basilicum* essential oil: 100, 150, 200 and 250 mg L<sup>-1</sup>. To evaluate the anesthetic induction and recovery time, eight fish were used per concentration (4 fish x 2 replications per treatment). *Ocimum basilicum* essential oil induced stage IV anesthesia at all concentrations evaluated in less than 10 minutes. An increasing effect was observed, the higher the anesthetic concentration, the shorter the time for anesthetic induction ( $p < 0.0001$ ). Regarding the anesthetic recovery time, it was observed that as the anesthetic concentration increased, the time required for the animals to return from the anesthetic plane was greater, which took less than 5 minutes and had no deleterious effects on survival. With the results, it can be concluded that *Ocimum basilicum* essential oil is a safe and effective natural product in the anesthesia of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fingerlings, with the best anesthetic effect at a concentration of 200 mg L<sup>-1</sup> of the essential oil.

**Keywords:** anesthesia, essential oil, cichlid fish

## 1. INTRODUÇÃO

A aquicultura desempenha um papel essencial no sustento de milhões de pessoas em todo o mundo, segundo os dados da FAO (2020), esta atividade é responsável por cerca de 52% dos peixes destinados ao consumo humano no mundo. A tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) é um peixe africano da família Cichlidae, conhecido pelos antigos egípcios já em 2000 a.c. e alimenta-se de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton), mas aceita bem ração artificial.

O Brasil reúne condições extremamente favoráveis à piscicultura. Além do grande potencial de mercado, o país conta com clima favorável, boa disponibilidade de áreas, grandes safras de grãos (soja, milho, trigo, entre outros) que geram matérias primas para rações animais e invejável potencial hídrico (BOZANO, 2002; KUBITZA, 2003).

Segundo a Associação Brasileira da Piscicultura (PEIXE BR, 2024), a cadeia da produção de peixes cultivados no Brasil, em 2023, atingiu 887.029 toneladas, com receita de cerca de R\$ 9 bilhões. A piscicultura gerou cerca de 3 milhões de empregos diretos e indiretos e o país é o quarto produtor mundial de tilápia, espécie que representa 65% da produção. Nos últimos anos, segundo levantamento da PEIXE BR, a produção saltou 53,25%, passando de 578.800 t em 2014 a 883.029 t em 2023.

Assim, com a intensificação das atividades produtivas de peixes no Brasil e também no mundo, procedimentos mais rigorosos de manejo são necessários. Neste sentido a utilização de anestésicos sintéticos ou os naturais de eficácia comprovada contribuem para manejos mais seguros para garantir o bem-estar dos animais cultivados, que segundo Javahery *et al.* (2012) causa menos estresse ao peixe durante o manejo e menos danos ao animal e às vezes também ao manipulador.

Neste contexto, diversos produtos com a finalidade de atenuar o estresse em peixes durante as práticas de manejo vêm sendo sugeridos, e dentre eles tem-se os óleos essenciais que são compostos voláteis que pertencem ao metabolismo secundário das plantas, consistem em substâncias voláteis lipofílicas, as quais podem conter propriedades anestésicas e analgésicas. Esses compostos por serem naturais são menos danosos para os animais e o meio ambiente.

O óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum*) é uma alternativa uma vez que possui propriedades anestésicas e ansiolíticas e efeitos positivos para a saúde em diversas espécies de peixes (HOSEINI *et al.*, 2019).

Posto isto, com este estudo objetivou-se avaliar a indução e recuperação anestésica em alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) após banho de imersão com o óleo essencial de manjerição (*Ocimum basilicum*).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Tilápia do Nilo

A Tilápia-do-Nilo é um peixe nativo da África, introduzido no Brasil desde a década de 1950. É a espécie de peixe importante da aquicultura nacional, uma vez que se adaptaram perfeitamente ao nosso clima tropical. É importante destacar ainda que a tilápia é a principal espécie da piscicultura brasileira, sendo cultivada em diversos sistemas de produção, com destaque para os sistemas de tanque rede e viveiro escavado. Além disso, é a principal espécie cultivada mundialmente em tanques-rede (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA, 2021), sendo sua viabilidade econômica atrelada às boas práticas de manejo e mão de obra qualificada (CARVALHO *et al.*, 2010)

Ademais, a Tilápia do Nilo apresenta grande rusticidade, fácil manejo e alto nível de rendimento, além de ser facilmente reproduzido em cativeiro, atingir tamanho comercial em poucos meses de criação, o que pode proporcionar mais de um ciclo de produção por ano (SOUZA e MARANHÃO, 2001) e possui carne de ótima qualidade, poucas espinhas e de bom paladar (GALLI e TORLONI, 1982).

### 2.2 Estresse dos peixes cultivados

Durante o ciclo produtivo, os peixes enfrentam diversos fatores que podem ocasionar estresse. Assim o manejo apropriado das espécies aquícolas, de um modo geral, é fundamental para o sucesso da aquicultura. 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 e GALHARDO, 2007).

Um dos procedimentos rotineiros que promove o estresse nos peixes é o transporte, que pode afetar a fisiologia e a sobrevivência desses peixes, já que este manejo altera a homeostasia do ambiente, alterando o equilíbrio do animal com o ambiente, podendo até a levar a morte do plantel (INOUE *et al.*, 2004). De acordo com Gomes *et al.* (2003), o transporte de juvenis com peso entre 1 e 2kg vem aumentando consideravelmente, e as principais finalidades são o

comércio de peixe vivo em feiras para consumo, fornecimento para fazendas, e sítios de pesque e pague e formação de plantel de reprodutores.

Cabe destacar que as causas do estresse em peixes são praticamente inevitáveis quando se trata do manejo rotineiro da piscicultura e até mesmo as variações ambientais, por razões operacionais intrínsecas a atividade de cultivo e a fatores da natureza, também influem (CARNEIRO e URBINATI, 1999).

Nesse sentido, para diminuir os efeitos causados pelo estresse nos peixes, são utilizados produtos como extratos vegetais, que possuem efeitos sedativos que possam diminuir o metabolismo dos peixes e consequentemente reduzir o consumo de oxigênio e excreção de amônia, e preservar a qualidade da água e garantir o bem-estar animal (BOAVENTURA *et al.*, 2021)

### **2.3 Anestésicos para manejo de peixes**

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), como também a utilização de anestésico em algumas práticas de manejo (INOUE *et al.*, 2004).

Como mencionado anteriormente, os anestésicos têm sido amplamente utilizados no manejo de peixes em sistemas de piscicultura intensiva para prevenir lesões corporais, facilitar o manuseio dos peixes em operações de rotina na piscicultura como biometrias, transporte, amostragem para diagnósticos de doenças, entre outras, garantindo assim o bem-estar dos animais (ROSS e ROSS, 2008; PURBOSARI *et al.*, 2019). Os anestésicos devem apresentar uma rápida ação depressora sobre o sistema nervoso central (SNC), ou seja, devem possuir a capacidade de bloquear ou reduzir a estimulação do eixo hipotálamo-hipófise-interrenal (HHI) nos peixes, quando estes são expostos à condições estressantes, permitindo assim a atenuação das respostas de estresse (ROSS e ROSS, 2008).

Os anestésicos utilizados em peixes são classificados quanto a sua origem em produtos sintéticos ou naturais. Entre os anestésicos sintéticos mais utilizados estão a triclaína metanosulfonato (MS-222), benzocaína, 2-fenoxietanol, quinaldina e propofol (BOLASINA *et al.*, 2017; PURBOSARI *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2019; UEHARA *et al.*, 2019). Entretanto, devido principalmente a fatores como impacto ambiental, resíduos em peixes e humanos, e alto custo de aquisição, os anestésicos sintéticos têm sido preteridos em relação aos anestésicos naturais (PURBOSARI *et al.*, 2019).

Ademais, a tilapicultura, reconhecidamente uma importante atividade agroindustrial, para intensificar a produção, viabilizada principalmente pela elevação nas densidades de produção, verificou a necessidade de reformulações nos manejos antes empregados. Assim a seditação passou a ter destaque como manejo suporte aos demais, rotineiramente utilizados na produção de tilápias. A anestesia é utilizada para facilitar o manejo, evitar a possibilidade de ferimentos e, possivelmente, reduzir o estresse dos peixes (SMALL, 2004).

Um método comum de administração de anestésicos em peixes é por imersão deste em solução anestésica. O agente anestésico disperso na água é absorvido através das brânquias, difunde-se para o sangue e alcança o sistema nervoso central (SNC) (ROSS; ROSS, 2008). O efeito geralmente é avaliado pelos tempos de indução e recuperação da anestesia, reações reflexas a estímulos externos e capacidade de resposta à manipulação (SMALL, 2003; ZAHL *et al.*, 2012).

## 2.4 Óleos essenciais

Os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias lipofílicas voláteis, normalmente inodoras e líquidas encontradas em vários órgãos das plantas, como raízes, caules, flores, frutos ou plantas internas (TAVARES *et al.*, 2011).

Os óleos essenciais têm uma composição extremamente complexa, podendo ter entre dezenas a centenas de compostos, sendo geralmente o constituinte em maior concentração aquele que confere a atividade biológica do óleo essencial, no entanto, muitas vezes essa atividade resulta do sinergismo entre vários (LUBBE e VERPOORTE, 2007; CUNHA *et al.*, 2012). No entanto, apesar da complexidade em sua composição química, seus constituintes principais pertencem à classe dos terpenóides e/ou fenilpropanóides (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Normalmente os óleos essenciais apresentam alguns componentes majoritários, além de existirem também constituintes traço, que são aqueles presentes em pequeníssimas quantidades (SIMÕES *et al.*, 2003).

## 2.5 *Ocimum basilicum*

A espécie *Ocimum basilicum*, conhecida popularmente como manjeriço, é a mais cultivada comercialmente em virtude de suas folhas verdes e aromáticas que podem ser usadas frescas ou secas como condimento, ou para obtenção de óleo essencial e extratos (MAROTTI *et al.*, 1996; LOUGHRIN e KASPERBAUER, 2001). Esta planta pertence à família Lamiaceae,

podendo ser encontrado na Ásia Tropical, África, América Central e América do Sul, compreendendo de 50 a 150 espécies (MACHADO *et al.*, 2011).

Estas propriedades podem ser atribuídas aos seus compostos voláteis incluindo linalol, metil chavicol, eugenol, bergamoteno e metil cinamato (KLIMANKOVA *et al.*, 2008; SONMEZDAG *et al.*, 2018).

Devido às suas propriedades importantes, o manjeriço *O. basilicum* tem sido utilizado de diferentes formas na aquicultura. A tabela 1 apresenta alguns estudos utilizando manjeriço em diferentes formas e em diferentes espécies de peixes. Na maioria dos estudos o manjeriço tem sido utilizado como óleo essencial para efeitos de indução a anestesia e sedação, para manejos biométricos e transporte, por possuir propriedades que produzem esses efeitos nos peixes, diminuindo as respostas secundárias de estresse na realização dos manejos rotineiros que são realizados nas pisciculturas (SOUZA, 2024).

**Tabela 1.** Uso de manjeriço *Ocimum basilicum* como óleo essencial em diferentes espécies de peixes.

| Espécie/ Autor                                                   | Dose                                                               | Utilização                                                                         | Resultado principal                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Colossoma macropomum</i><br>Ventura <i>et al.</i> , 2021b     | 400, 500, 600, 700, 800, 900, e 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$          | Indução e recuperação anestésica                                                   | 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ resultou em menor tempo de indução; o tempo de recuperação não diferiu.                                                      |
| <i>Oncorhynchus mykiss</i><br>Ygit <i>et al.</i> , 2022          | 20, 50, 70, 100, 150, 200, 300, 400, 500, e 600 $\text{mg L}^{-1}$ | Anestésico                                                                         | 300 $\text{mg L}^{-1}$ apresentou melhores resultados como dose anestésica sem causar efeitos tóxicos ou danos histopatológicos                        |
| <i>Oreochromis niloticus</i><br>Limma-Netto <i>et al.</i> , 2017 | 10, 25, 50, 100, 200, 400 e 600 $\mu\text{L L}^{-1}$               | Sedativo e anestésico                                                              | 400 $\mu\text{L L}^{-1}$ promoveu melhor tempo de indução e recuperação anestésica                                                                     |
| <i>Oreochromis niloticus</i><br>Ventura <i>et al.</i> , 2020     | 20 $\mu\text{L L}^{-1}$                                            | Transporte – 2 horas                                                               | Principal componente: metil chavicol; a dose apresentou potencial sedativo seguro.                                                                     |
| <i>Piaractus mesopotamicus</i><br>Ventura <i>et al.</i> , 2021a  | 100, 350 e 600 $\text{mg L}^{-1}$                                  | Indução anestésica                                                                 | As concentrações avaliadas não promoveram a mitigação do estresse nos peixes.                                                                          |
| <i>Piaractus mesopotamicus</i><br>Ventura <i>et al.</i> , 2023   | 150, 180, 210, 240, 270 e 300 $\text{mg L}^{-1}$                   | Atividade anestésica e depleção de seus principais compostos em diferentes tecidos | 300 $\text{mg L}^{-1}$ promoveu menor tempo de indução anestésica. Os componentes metil chavicol e linalol foram quantificados nos tecidos amostrados. |
| <sup>1</sup> Híbrido Tambacu<br>Limma-Netto <i>et al.</i> , 2016 | 0, 10, 25, 50, 100, 200 e 300 $\mu\text{L L}^{-1}$                 | Anestesia, sedação e recuperação                                                   | 10 e 25 $\mu\text{L L}^{-1}$ promoveu menores tempos de indução e recuperação anestésica.                                                              |

<sup>1</sup> (*P. mesopotamicus* ♂ x *C. macropomum* ♀) Fonte: Adaptado de Souza, 2024.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Animais

Um total de 32 alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* com peso médio de  $0,94 \pm 0,39$  g e comprimento médio total de  $3,56 \pm 0,26$  cm foram adquiridos de uma piscicultura comercial para a condução do experimento, que foi aprovado pelo Comitê de Ética em Uso de Animais / Universidade Federal de Grande Dourados, sob o n. 18/2022. Os peixes foram alimentados até a saciedade aparente três vezes ao dia com dieta comercial (Douramix<sup>®</sup>) com pellet de 1,5 mm (36% de proteína bruta; 4,0% fibra bruta; 14,0% de matéria mineral; 6,5% de extrato etéreo; 12,0% de umidade; e 3,0% de cálcio). A alimentação foi suspensa 24 h antes do início do experimento. Os parâmetros de qualidade de água foram monitorados e os valores médios foram: temperatura  $23,18 \pm 0,43$  °C, oxigênio dissolvido  $7,34 \pm 0,84$  mg L<sup>-1</sup>, pH  $8,80 \pm 0,07$ , dureza total  $50,00 \pm 0,01$  mg L<sup>-1</sup>, nitrogênio amoniacal total  $0,28 \pm 0,08$  mg L<sup>-1</sup> e condutividade elétrica  $28,84 \pm 0,38$  µS cm<sup>-1</sup>. Estes valores estão dentro do intervalo recomendado para a espécie, de acordo com Boyd (1998).

#### 3.2 Óleo essencial de *Ocimum basilicum*

O óleo essencial de *Ocimum basilicum* utilizado no presente estudo foi adquirido comercialmente (Phytoterápica®, Nova Cantareira, Brasil). Os principais compostos do óleo essencial analisado neste estudo foram metil chavicol 66,51% e linalol 20,90% como constituintes majoritários, e 12,57% foram de constituintes minoritários (VENTURA *et al.*, 2020).

#### 3.3 Indução e recuperação anestésica

Após o período de aclimação os alevinos de tilápia foram avaliados quanto ao tempo de indução e recuperação da anestesia. Os peixes foram transferidos para quatro aquários (8 L) com água dos tanques de aclimação para manter as condições durante o período experimental. Os peixes foram expostos aos seguintes tratamentos com diferentes concentrações do óleo essencial de *O. basilicum*: 100, 150, 200 e 250 mg L<sup>-1</sup>.

Para avaliar o tempo de indução anestésica, foram utilizados oito peixes por concentração, sendo 4 peixes x 2 repetições por tratamento. O ensaio foi realizado da menor concentração para a maior, para garantir que não houvesse efeitos residuais da adsorção do

vidro. O tempo de indução anestésica (em segundos) foi registrado quando os peixes perderam completamente o equilíbrio e foram totalmente incapazes de recuperar uma posição ereta, estágio IV da anestesia de acordo com estabelecido por Woody et al. (2002), conforme descrito na Tabela 2. Após a indução da anestesia, os peixes foram submetidos a procedimento de biometria e transferidos individualmente para aquários com oxigenação e livre do agente anestésico para avaliar o tempo de recuperação dos peixes (em segundos) que foi caracterizado pelo retorno ao nado normal e reação a estímulos externos Woody et al. (2002) e segundo Hikasa et al. (1986) demonstrado na Tabela 3.

**Tabela 2.** Características comportamentais dos peixes de acordo com diferentes estágios de anestesia.

| Estágio           | Características comportamentais                                                                        |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>I</b>          | Movimento opercular visivelmente lento ou errático                                                     |
| <b>II</b>         | Perda parcial do equilíbrio e dificuldade para manter a posição normal de nado, quando parado          |
| <b>III</b>        | Perda total do equilíbrio e incapacidade de recuperar a posição vertical de nado (“barriga para cima”) |
| <b>IV</b>         | Ausência de reação a qualquer estímulo                                                                 |
| <b>Recuperado</b> | Recuperação da posição normal de nado e da capacidade de nadar                                         |

Fonte: Woody et al., 2002.

**Tabela 3.** Estágios de recuperação.

| Estágio    | Características comportamentais                             |
|------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>I</b>   | Retorno parcial do equilíbrio e da capacidade de nado       |
| <b>II</b>  | Recuperação total do equilíbrio                             |
| <b>III</b> | Nado e reação a estímulos externos ainda vacilantes         |
| <b>IV</b>  | Total recuperação do equilíbrio e capacidade normal de nado |

Fonte: Hikasa et al. (1986)

Os peixes foram observados para avaliação de sobrevivência, após o término do experimento.

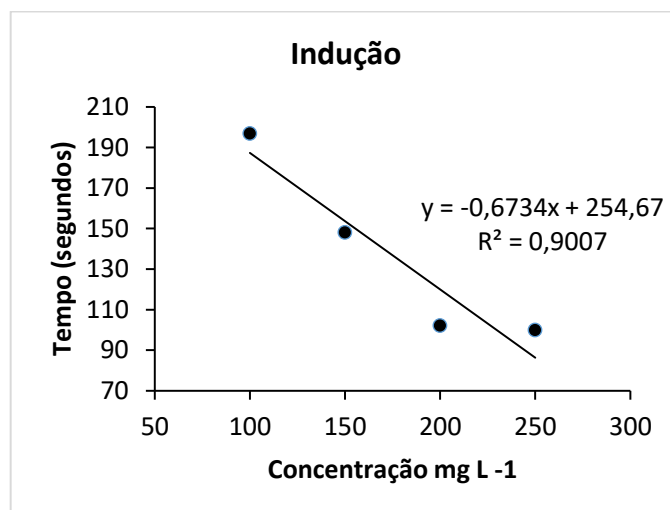
### 3.4. Análise estatística

Os resultados obtidos foram expressos como mediana, máximo e mínimo. Os dados de indução e recuperação anestésica foram submetidos a análises de regressão linear. Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk e Bartlett para verificar a homoscedasticidade da normalidade e variância, respectivamente. Os dados não apresentaram homogeneidade de variância. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de Kruskal Wallis e as médias

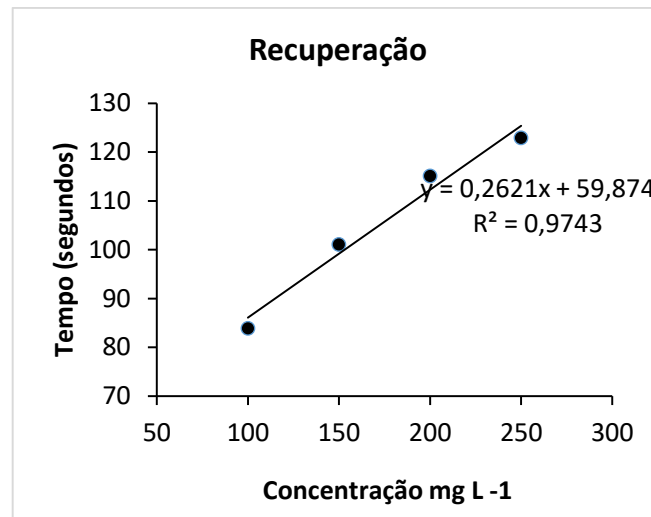
comparadas pelo teste de Dunn com o auxílio do software Graphpad Prism. Para todos os testes, considerou-se a significância de 5%.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O óleo essencial de *Ocimum basilicum* induziu anestesia em estágio IV em todas as concentrações avaliadas. Foi observado efeito crescente quanto maior a concentração anestésica, menor foi o tempo para indução anestésica ( $p < 0,0001$ ) (Figura 1). Segundo Braz et al. (2017) uma grande disponibilidade da substância na água acarreta em uma absorção rápida pelos animais. Em relação ao tempo de recuperação anestésica foi observado que conforme a concentração anestésica crescia maior foi o tempo necessário para que os animais retornarem do plano anestésico (Figura 2). Não houve mortalidade durante e após o término do experimento.



**Figura 1.** Curva tempo de indução anestésica em alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos a anestesia com óleo essencial de (*Ocimum basilicum*).



**Figura 2.** Curva tempo de recuperação anestésica em alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos a anestesia com óleo essencial de (*Ocimum basilicum*).

O tempo para indução anestésica em estágio IV foi maior nas concentrações de 100 e 150 mg L<sup>-1</sup> ( $p < 0,05$ ) (Figura 2). O óleo essencial de *O. basilicum* atendeu os critérios de anestésico ideal em alevinos de tilápia *O. niloticus* por induzir anestesia em menos de 10 minutos com perda total de equilíbrio (ROSS e ROSS, 2008), e permitir rápida recuperação em tempo inferior a 5 min, sem efeitos deletérios a sobrevivência (MARKING e MEYER, 1985). Resultados semelhantes foram observados em peixes de diferentes espécies submetidos a anestésicos naturais.

O óleo essencial de *Lippia alba* em jundiá *Rhamdia quelen*, na concentração de 200 µl L<sup>-1</sup> foi capaz de induzir anestesia em aproximadamente 120 segundos (BECKER *et al.*, 2018) enquanto, em tambaqui foi relatado um tempo de 300 segundos para indução anestésica, com a mesma concentração do óleo essencial de *L. alba* (BATISTA *et al.*, 2018). Em juvenis de tilápia do Nilo o óleo essencial de *O. basilicum* quimiotipo linalol induziu anestesia em 135,2 segundos na concentração de 400 µl L<sup>-1</sup> (LIMA NETO *et al.*, 2017).

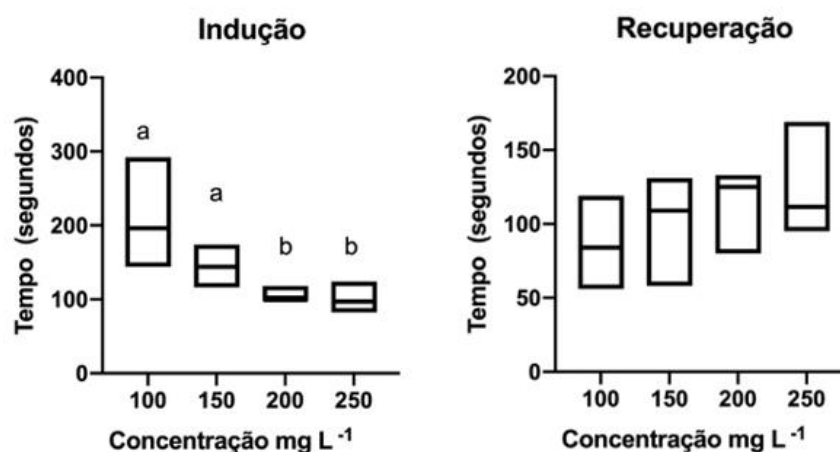
O óleo essencial de *Myrcia sylvatica*, na concentração de 100-300 µl L<sup>-1</sup> induziu a anestesia de 570,00 a 119,50 segundos, o óleo essencial de *Curcuma longa* (200-500 µl L<sup>-1</sup>) induziu a anestesia dentro de 1485,00 a 372,40 segundos (SACCOL *et al.*, 2017). Conforme observado as espécies de peixes, tamanho e o teor dos compostos do óleo essencial, podem influenciar o efeito anestésico observado, pois de acordo com Baldisserotto *et al.* (2018), alguns compostos minoritários podem contribuir para melhorar a eficácia anestésica dos compostos majoritários.

O tempo de recuperação anestésica não diferiu entre as diferentes concentrações do óleo essencial testada ( $p > 0,05$ ) (Figura 2). Resultado semelhante foi obtido ao avaliar os efeitos anestésicos de óleo essencial de *O. basilicum* em juvenis de tambaqui em concentrações de 400-1000  $\mu\text{l L}^{-1}$  (VENTURA *et al.*, 2021), *C. longa* em concentrações de 200-500  $\mu\text{l L}^{-1}$  (SACCOL *et al.*, 2017) e de *L. alba* em concentrações de 50-300  $\mu\text{l L}^{-1}$  (BATISTA *et al.*, 2018) nesta mesma espécie de peixe.

No entanto, para o óleo essencial de *Nectandra grandiflora* em concentrações de 25 e 50  $\mu\text{l L}^{-1}$  e o extrato de *Spilanthes acmella* na concentração de 10  $\text{mg L}^{-1}$  foram as menores concentrações anestésicas que promoveram retorno do plano anestésico em menor tempo em tambaqui (BARBAS *et al.*, 2017).

Isso se deve possivelmente ao teor da composição dos anestésicos naturais, visto que diferentes óleos essenciais possuem composição química diferente, que influenciam a resposta farmacológica. A composição química dos óleos essenciais é passível de variação de acordo com a estação do ano, localização, tipo de cultivo e ciclo circadiano (RIBEIRO *et al.*, 2018).

Além disso, diferentes metodologias para obtenção dos compostos naturais, da mesma espécie de planta, podem produzir teores diferentes de determinados compostos (DIAS *et al.*, 2012). A apresentação farmacológica e a via de exposição também podem influenciar os resultados da anestesia (ROSS e ROSS, 2008). Portanto, deve-se analisar com prudência as comparações entre os tempos de indução e recuperação anestésica, ao avaliar o uso de anestésicos naturais.



**Figura 3.** Mediana (máximo - mínimo) tempo de indução e recuperação anestésica de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos a anestesia com óleo essencial de (*Ocimum basilicum*).

## 5. CONCLUSÃO

De posse dos resultados pode-se concluir que o óleo essencial de *Ocimum basilicum* é um produto natural seguro e eficaz na anestesia de alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, com melhor efeito anestésico na concentração de 200 mg L<sup>-1</sup> do óleo essencial.

## 6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro da Piscicultura: PeixeBR 2021.**

BALDISSEROTTO, B.; BARATA, L.E.S.; SILVA, A.S.; LOBATO, W.F.F.; SILVA, L.L.; TONI, C.; SILVA, L.V.F. Anesthesia of tambaqui *Colossoma macropomum* (Characiformes: Serrasalminidae) with the essential oils of *Aniba rosaeodora* and *Aniba parviflora* and their major compound, linalool. **Neotropical Ichthyology**, v. 16, p. 1-6, 2018.

BARBAS, L.A.L.; MALTEZ, L.C.; STRINGHETTA, G.R.; GARCIA, L. de O.; MONSERRAT, J.M.; SILVA, D.T. da.; HEINZMANN, B.M.; SAMPAIO, L.A. Properties of two plant extractives as anaesthetics and antioxidants for juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. **Aquaculture**, v. 469, p. 79–87, 2017.

BATISTA, E. S.; BRANDÃO, F.R.; MAJOLO, C.; INOUE, L.A.K.A.; MACIEL, P.O.; OLIVEIRA, M.R.; CHAVES, F.C.M.; CHAGAS, E.C. *Lippia Alba* essential oil as anesthetic for tambaqui. **Aquaculture**, v. 495, p. 545-549, 2018.

BECKER, A. J.; FOGLIARINI, C. de O.; SOUZA, C. de F.; BECKER, A. G.; MOURÃO, R. H. V.; da SILVA, L. V. F.; BALDISSEROTTO, B. Ventilatory frequency and anesthetic efficacy in silver catfish, *Rhamdia quelen*: a comparative approach between different essential oils. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, p. 1-8, 2018.

BOAVENTURA, T.P., SOUZA, C.F., FERREIRA, A.L., FAVERO, G.C., BALDISSERA, M.D., HEINZMANN, B.M., BALDISSEROTTO, B., LUZ, RONALD K. The use of *Ocimum gratissimum* L. essential oil during the transport of *Lophiosilurus alexandri*: Water quality, hematology, blood biochemistry and oxidative stress. **Aquaculture**, v. 531, 2021.

BOLASINA, S. N.; AZEVEDO, A.; PETRY, A. C. Comparative efficacy of benzocaine, tricaine methanesulfonate and eugenol as anesthetic agents in the guppy *Poecilia vivipara*. **Aquaculture Reports**, v.6, p. 56–60, 2017.

BOYD, C.E. **Water Quality for Pond Aquaculture**. International Center of Aquaculture and Aquatic Environments, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 1998. 37p.

BOZANO, G.L.N. 2002. Viabilidade técnica da criação de peixes em tanques rede. In: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, 12, 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABRAq. p. 107111.

BRAZ, R.S.; SILVA, I.O.; TESSER, M.B.; SAMPAIO, L.A.; RODRIGUES, R.V. Benzocaína, MS-222, Eugenol e Mentol Como Anestésicos para juvenis de tainha *Mugil liza*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 43, n. 4, p. 605-613. 2017.

CARNEIRO, P. C. F.; URBINATI, E. C. “Stress” e crescimento de peixes em piscicultura intensiva. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 3., 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1999. p. 25-40.

CARVALHO, E.D.; CAMARGO, A.L.S.; ZANATTA, A.S. Desempenho produtivo da tilápia do Nilo em tanques rede numa represa pública: Modelo empírico de classificação. **Ciência Rural**, v.40, n.7, p.1616-1622, 2010.

CUNHA, A. P.; ROQUE, O. R.; NOGUEIRA, M. T. **Plantas Aromáticas e Óleos Essenciais Composição e Aplicações**, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. 2012.

DIAS, A.M.A.; SANTOS, P.; SEABRA, I.J.; JÚNIOR, R.N.C.; BRAGA, M.E.M., SOUSA, H.C. de Spilanthol from *Spilanthe sacmella* flowers, leaves and stems obtained by selective supercritical carbon dioxide extraction. **Journal Supercritical Fluids**, v. 61, p. 62–70, 2012.

FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. In brief. Sustainability in action. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations. p.28. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca9231en>. Acesso em maio de 2023.

FUJIMOTO, R. Y. CASTRO, M. P.; MORAES, F. R.; GONÇALVES, F. D. 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.

GALLI, L. F.; TROLONI, C. E. C. Criação de peixes piscicultura. **Boletim do instituto de pesca**, v. 3, p. 32-45, nov. 1982.

GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; ROUBACH, R.; URBINATI, E. C. Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 283-290, 2003.

HIKASA, Y.; TAKASE, K.; OGASAWARA, T., OGASAWARA, S. Anesthesia and recovery with Tricaine Methanesulfonate, Eugenol and Thiopental Sodium in the Carp, *Cyprinus carpio*. **The Japanese Journal of Veterinary Science**, v. 48, n. 2, p.341-351, 1986.

HOSEINI, S.M.; TAHERI MIRGHAED, A.; YOUSEFI, M. Application of herbal an aesthetics in aquaculture. **Reviews in Aquaculture**, v. 11, p. 550–564, 2019. <https://doi.org/10.1111/raq.12245>

INOUE, L. A. K.; NETO, C. S.; MORAES, G. Standardization of 2-phenoxyethanol as anesthetic for juvenile *Brycon cephalus* (Gunther, 1869): the use in field procedures. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 4, n. 2, p. 563-565, 2004.

JAVAHERY, S.; NEKOUBIN, H.; MOURADLU, A.H. Effect of anaesthesia with clove oil in fish. **Fish Physiology Biochemistry**, v. 38, p. 1545–1552, 2012.

KLIMÁNKOVÁ, E.; HOLADOVÁ, K.; HAJŠLOVÁ, J.; ČAJKA, T.; POUSTKA, J.; KOUDELA, M. Aroma profiles of five basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars grown under conventional and organic conditions. **Food Chemistry**, v. 107, p. 464–472, 2008.

KUBITZA, F. **Tilapia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí-SP: Fernando Kubitza. 2003. 285p.

LIMA-NETTO, J.D.; OLIVEIRA R. S.M.; COPATTI, C.E. Efficiency of essential oils of *Ocimum basilicum* and *Cymbopogon mexuosus* in the sedation and anaesthesia of Nile tilapia juveniles. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, p. 2971-2974, 2017.

LIMMA-NETTO, J.D.; SENA, A.C.; COPATTI, C.E. Óleos essenciais de *Ocimum basilicum* e *Cymbopogon flexuosus* na sedação, anestesia e recuperação de tambacu (*Piaractus mesopotamicus* macho x *Colossoma macropomum* fêmea). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 42, p. 727–733, 2016.

LOUGHRIN, J.H.; KASPERBAUER, M.J.L. Light reflected from colored mulches affects aroma and phenolic content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 49, n. 3, p. 1331-1335, 2001.

LUBBE, A.; VERPOORTE, R. (2007). Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. **Industrial Crops and Products**, v. 34, p.785-801. 2007.

MACHADO, F.M.V.F.; BARBALHO, S.M.; DA SILVA, T.H.P.; DOS SANTOS RODRIGUES, J.; GUIGUER, E.L.; DOS SANTOS BUENO, P.C.; SOUZA, M. DA S.S.; DIAS, L.S.B.; WIRTTIJORGE, M.T.; PEREIRA, D.G. Efeitos do uso de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) no perfil bioquímico de ratos Wistar. **Journal of the Health Sciences Institute**, v. 29, p. 191–194, 2011.

MARKING, L.L.; MEYER, F.P. Are better anesthetic needed in fisheries? Are better anesthetics needed in fisheries? **Fisheries**, v. 10, p.2–5, 1985.

MAROTTI M; PICAGLIA R; GIOVANELLI, E. Differences in essential oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L) Italian cultivars related to morphological characteristics. **Journal Agricultura Food Chemistry**, v. 44, n. 12, p. 3926-9, 1996.

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

OLIVEIRA, R.A.G.; LIMA, E.O.; VIEIRA, W.L.; FREIRE, K.R.L.; TRAJANO, V. N.; LIMA, I. O.; SOUZA, E.L.; TOLEDO, M. S.; Raimundo N. SILVA-FILHO, R. N. Estudo da interferência de óleos essenciais sobre a atividade de alguns antibióticos usados na clínica. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 1, p. 77-82, 2006.

PEIXE BR. Associação Brasileira da Piscicultura. Disponível em <https://www.peixebr.com.br/> Acesso em 29. junho. 2024.

PURBOSARI, N.; WARSIKI, E.; SYAMSU, K.; SANTOSO, J. Natural versus synthetic anesthetic for transport of live fish: A review. **Aquaculture and Fisheries**, v.4, p. 129-133, 2019.

RIBEIRO, S.M.; BONILLA, O.H.; LUCENA, E.M.P. Influence of seasonality and circadian cycle yield and chemical composition of essential oils of *Croton* spp. **Iheringia Serie Botânica**, v. 73, p. 31-38, 2018.

ROSS, L.G.; ROSS, B. **Anaesthetic and Sedative Techniques for Aquatic Animals**. Blackwell Publishing, Oxford, UK, p. 228. 2008.

SACCOL, E.M.H.; TONI, C.; PESS, T.S.; OURIQUE, G.M.; GRESSLER, L.T.; SILVA, L.V.F.; MOURÃO, R.H.V.; OLIVEIRA, R.B.; BALDISSEROTTO, B.; PAVANATO, M. A. Anaesthetic and antioxidant effects of *Myrcia sylvatica* (G. Mey.) DC. and *Curcuma longa* L. essential oils on tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Aquaculture Research**; v. 48, p. 2012–2031, 2017.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5ª ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS / Editora UFSC, 2003.

SMALL, B.C. Anesthetic efficacy of metomidate and comparison of plasma cortisol responses to tricaine methanesulfonate, quinaldine and clove oil anesthetized channel catfish *Ictalurus punctatus*. **Aquaculture**, v. 218, p. 177-185, 2003.

SMALL, B.C. Effect of isoeugenol sedation on plasma cortisol, glucose, and lactate dynamics in channel catfish *Ictalurus punctatus* exposed to three stressors. **Aquaculture**, v. 238, p. 469-481, 2004.

SONMEZDAG, A.S.; AMANPOUR, A.; KELEBEK, H.; SELLI, S. The most aroma-active compounds in shade-dried aerial parts of basil obtained from Iran and Turkey. **Industrial Crops and Products**, v. 124, p. 692–698, 2018.

SOUZA, A. S. L.; PERET, A. C.; HAMOY, M.; de SOUZA, R. A. L.; TORRES, M. F.; BARBAS, L.A.L. Propofol and essential oil of *Nepeta cataria* induce anesthesia and marked myorelaxation in tambaqui *Colossoma macropomum*: Implications on cardiorespiratory responses. **Aquaculture**, v. 500, p. 160-169, 2019.

SOUZA, M.L.R. de; MARANHÃO, T.C.F. Rendimento da carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. **Acta Scientiarum**, v. 23, p. 897-901, 2001.

SOUZA, R. M. **Suplementação com óleo essencial e extrato aquoso de manjerição (*Ocimum basilicum*) na dieta de pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. Tese de doutorado (Área de concentração: Produção Animal, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul). 2024. 61p.

TAVARES, I. B.; MOMENTÉ, V. G.; NASCIMENTO, I. R. *Lippia alba*: estudos químicos, etnofarmacológicos e agrônômicos. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 204-220, 2011.

UEHARA, S. A.; ANDRADE, D.R.; TAKATA, R.; GOMES JR., A.V. The effectiveness of tricaine, benzocaine, clove oil, and menthol as anesthetics for lambari-bocarra *Oligosarcus argenteus*. **Aquaculture**, v. 502, p. 326- 331, 2019.

VENTURA, A.S.; CORRÊA FILHO; R.A.C.; CARDOSO, C.A.L.; STRINGHETTA, G.R.; de OLIVEIRA BRASILEIRO, L.; RIBEIRO, J.S.; PEREIRA, S.A.; JERÔNIMO, G.T.; POVH,

J.A. *Ocimum basilicum* essential oil in pacu *Piaractus mesopotamicus*: anesthetic efficacy, distribution, and depletion in different tissues. **Veterinary Research Communications**, 2023.

VENTURA, A.S.; GABRIEL, A.M. de A.; GANDRA, J.R.; NOIA, I.Z.; POVH, J.A.; JERÔNIMO, G.T. Thermal dynamics and physiological implications in pacu *Piaractus mesopotamicus* anaesthetised with *Ocimum basilicum* essential oil. **International Aquatic Research**, v. 13, p. 261–270, 2021a.

VENTURA, A.S.; JERÔNIMO, G.T.; CORRÊA FILHO, R.A.C.; SOUZA, A.I. de; STRINGHETTA, G.R.; CRUZ, M.G. da; TORRES, G. dos S.; GONÇALVES, L.U.; POVH, J.A. *Ocimum basilicum* essential oil as an anesthetic for tambaqui *Colossoma macropomum*: Hematological, biochemical, non-specific immune parameters and energy metabolism. **Aquaculture**, v. 533, p. 736124, 2021b.

VENTURA, A.S.; JERÔNIMO, G.T.; OLIVEIRA, S.N. de.; GABRIEL, A.M.A.; CARDOSO, C.A.L.; TEODORO, G.C.; CORRÊA FILHO, R.A.C.; POVH, J.A. Natural anesthetics in the transport of Nile tilapia: Hematological and biochemical responses and residual concentration in the fillet. **Aquaculture**, v. 526, p. 1-7, 2020

WOODY, C.A.; NELSON, J.; RAMSTAD, K. Cloveoil as an anaesthetic for adult sockeye salmon: field trials. **Journal Fish Biology**, v. 60, p. 340-347, 2002.

YIGIT, N.O.; METIN, S.; SABUNCU, O.F.; DIDINEN, B.I.; DIDINEN, H.; OZMEN, O.; KOSKAN, O. Efficiency of *Ocimum basilicum* and *Eucalyptus globulus* essential oils on anesthesia and histopathology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Journal of World Aquatic Society**, v. 53, p. 1051–1061, 2022.

ZAHL, I.H.; SAMUELSEN, O.; KIESSLING, A. Anaesthesia of farmed fish: implications for welfare. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 38, p. 201-218, 2012.