



**POTENCIAL ANESTÉSICO COM ÓLEO ESSENCIAL
DE *Ocimum basilicum* EM PACU *Piaractus mesopotamicus***

Acadêmico: Mateus Pilger Benites

Dourados - MS
Março – 2024



POTENCIAL ANESTÉSICO COM ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum basilicum* EM PACU *Piaractus mesopotamicus*

Acadêmico: Mateus Pilger Benites
Orientadora: 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
Março - 2024



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TITULO: POTENCIAL ANESTÉSICO COM ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum basilicum* EM PACU *Piaractus mesopotamicus*

AUTOR: Mateus Pilger Benites

ORIENTADORA: 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
gov.br ANDREA MARIA DE ARAUJO GABRIEL
Data: 05/03/2024 06:42:04-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dra. Andrea Maria de Araújo Gabriel
(Orientador)

Documento assinado digitalmente
gov.br ARLENE SOBRINHO VENTURA
Data: 05/03/2024 15:25:53-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Dra. Arlene Sobrinho Ventura
(Membro)

Documento assinado digitalmente
gov.br GIULIANO REIS PEREIRA MUGLIA
Data: 05/03/2024 15:42:29-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Aluno de mestrado Giuliano Reis Pereira Muglia
(Membro)

Data de realização: 01 de Março de 2024

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 Roseli Marlene Pilger, 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 ao meu vô Benito Benites por toda ajuda durante a graduação e por me motivar em todos os momentos, pela amizade e companheirismo acima de tudo.

Dedico a minha irmã Natália Pilger pelo apoio e companheirismo e também minha madrinha Iliana Maria Pilger pois sempre me incentivou a continuar estudando.

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 Roseli Marlene Pilger, 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 minha madrinha Iliana Maria Pilger, que sempre esteve junto a mim, me incentivando a realizar um curso superior, acreditando no meu potencial e estando sempre ao meu lado.

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.



FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

B467p Benites, Mateus Pilger
POTENCIAL ANESTÉSICO COM ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum basilicum* EM PACU
Piaractus mesopotamicus [recurso eletrônico] / Mateus Pilger Benites. -- 2024.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: 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>

1. Pilger. 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.



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. Revisão de Literatura	13
2.1. O Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>)	13
2.2 Práticas de manejo e estresse dos peixes cultivados	14
2.3 Anestésicos alternativos para manejo de peixes	15
2.4 Óleos essenciais	16
2.5 <i>Ocimum basilicum</i>	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Animais	18
3.2 Óleo essencial de <i>Ocimum basilicum</i>	18
3.3 Indução e recuperação anestésica	18
3.4. Análise estatística	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÃO	21
6. REFERÊNCIAS	21



LISTAS DE TABELAS

Tabela 1. Características comportamentais dos peixes de acordo com diferentes estágios de anestesia.....	19
---	----



LISTAS DE FIGURAS

- Figura 1.** Eixo teórico conceitual do bem-estar como redutor do desenvolvimento de resistência bacteriana à antimicrobianos.....15
- Figura 2.** Tempo de indução e recuperação (média) para *Piaractus mesopotamicus* em diferentes concentrações de *Ocimum basilicum*.....20



Potencial anestésico com óleo essencial de *Ocimum basilicum* em pacu *Piaractus mesopotamicus*

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o tempo de indução e recuperação anestésica de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) submetidos a diferentes concentrações do óleo essencial de *Ocimum basilicum*. Um total de 54 juvenis de pacu *P. mesopotamicus* com peso médio de $319,08 \pm 9,14$ g e comprimento médio total de $21,59 \pm 2,59$ cm foram adquiridos de uma piscicultura comercial para a condução do referido experimento. 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 (8 L) com água dos tanques de aclimação. Os peixes foram expostos aos seguintes tratamentos com diferentes concentrações de óleo essencial de *O. basilicum*: 150, 180, 210, 240, 270 e 300 mg L⁻¹. Para avaliar o tempo de indução anestésica, foram utilizados nove peixes por concentração, sendo que três peixes foram anestesiados por aquário, um após o outro (3 peixes x 3 repetições por tratamento). Todos os peixes expostos às diferentes concentrações de *O. basilicum* atingiram, satisfatoriamente, o estágio III da indução anestésica, caracterizado por nado de “barriga para cima”, mudança que não ocorreu quando os peixes foram expostos ao veículo, etanol a 95%. De posse dos resultados pôde-se verificar que para o óleo *Ocimum basilicum*, a concentração que promoveu indução anestésica em menor tempo foi a concentração de 300 µl L⁻¹ assim como também acarretou um tempo de recuperação maior em comparação ao ocorrido na concentração de 150mg L⁻¹. O álcool, por sua vez, não demonstrou poder em induzir a anestesia.

Palavras chave: anestesia, peixe redondo.



Abstract: The aim of this study was to evaluate the anesthetic induction and recovery time of pacu juveniles (*Piaractus mesopotamicus*) submitted to different concentrations of *Ocimum basilicum* essential oil. A total of 54 juvenile pacu *P. mesopotamicus* with an average weight of 319.08 ± 9.14 g and an average total length of 21.59 ± 2.59 cm were acquired from a commercial fish farm for this experiment. The fish were fed a commercial diet three times a day until apparent satiety. After the acclimatization period, the juvenile pacu fish were evaluated in terms of the time taken to induce and recover from anesthesia. The fish were transferred to three aquariums (8 L) filled with water from the acclimatization tanks. The fish were exposed to the following treatments with different concentrations of *O. basilicum* essential oil: 150, 180, 210, 240, 270 and 300 mg L⁻¹. To evaluate the anaesthetic induction time, nine fish were used per concentration, with three fish being anaesthetized per tank, one after the other (3 fish x 3 repetitions per treatment). All the fish exposed to the different concentrations of *O. basilicum* satisfactorily reached stage III of anaesthetic induction, characterized by "belly-up" swimming, a change that did not occur when the fish were exposed to the vehicle, 95% ethanol. The results showed that for *Ocimum basilicum* oil, the concentration that promoted anesthetic induction in the shortest time was 300 µl L⁻¹ and also led to a longer recovery time compared to the 150mg L⁻¹ concentration. Alcohol, on the other hand, was unable to induce anesthesia.

Keywords: anesthesia, round 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. O pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) é um teleósteo pertencente à ordem *Characiformes* e família *Characidae*. Possui coloração acinzentada com graduações de amarelo e verde no seu ventre (URBINATI *et al.*, 2013). É uma espécie considerada de grande potencial para a piscicultura, principalmente na região Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, pela excelência de sua carne e importância na pesca comercial em suas regiões de origem, além de seu potencial zootécnico e rusticidade (QUEIROZ *et al.*, 2005) sendo também conhecido como pacu caranha ou pacu-guaçu (REIS NETO *et al.*, 2007).

Na aquicultura diversas situações estressantes podem comprometer o bem-estar das espécies cultivadas, tais como: manejo, biometria, adensamento, extrusão de gametas, vacinação, transporte, entre outras, que os animais são submetidos desde a fase inicial até o abate (SNEDDON *et al.*, 2016; SÁNCHEZ-MUROS *et al.*, 2017). Estas variáveis, quando associados à indução de estresse agudo, podem predispor os animais às doenças e até mesmo ocasionar mortalidades (SEGNER *et al.*, 2012).

Há um interesse crescente acerca dos efeitos de compostos bioativos, obtidos a partir de plantas ou até mesmo o emprego de plantas medicinais na produção aquícola, para utilização como anestésicos, antiparasitários, antimicrobianos (KAVITHA *et al.*, 2012; ANDRADE *et al.*, 2016). Isto se deve ao crescimento desta atividade e a busca em se obter uma produção sustentável a partir do uso de produtos biodegradáveis que causem o mínimo impacto ao meio ambiente e também à saúde do consumidor (SOARES e TAVARES-DIAS, 2013).

Um produto natural com potencial anestésico tem sido o manjerição (*Ocimum basilicum*), cujo óleo essencial é extraído das folhas e dos ápices com inflorescência. A composição do óleo essencial varia conforme a espécie e a localização geográfica, sendo classificado em quatro quimiotipos, de acordo com os componentes majoritários do óleo essencial (VENTURA *et al.*, 2020).

Neste contexto com este estudo objetivou-se mensurar o tempo de indução e recuperação anestésica de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) submetidos a diferentes concentrações do óleo essencial de *Ocimum basilicum*.



2. Revisão de Literatura

2.1. O Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

O Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) é nativo do Brasil e está presente principalmente nos rios Paraguai e Paraná, típico do Pantanal mato-grossense, e da Bacia do Rio da Prata (VAZ *et al.*, 2000). Segundo (CARVALHO E LEMOS *et al.*, 2009) espécies como pacu (*Piaractus mesopotamicus*), apresentam grande potencial para a piscicultura intensiva, pois tem facilidade de adaptação ao cultivo em tanques ou viveiros e grande utilidade na pesca esportiva, e é uma espécie que vem sendo muito utilizada na formação do híbrido Tambacu em cruzamento com o Tambaqui.

A espécie de peixe em questão é considerada rústica e herbívora, preferencialmente frugívora, com capacidade de utilização de diversos alimentos. A sazonalidade e a diversidade de espécies das quais esse peixe se alimenta o impõe necessidade de adaptação (ABIMORAD e CARNEIRO, 2004).

O pacu-caranha apresenta a cor negra quando encontrado em rios do Pantanal de águas cristalinas, já o pacu-caranha do Rio Aquidauana não apresenta a cor negra sendo bem mais claro (LOPES *et al.*, 2007). Espécie bastante ativa e que atinge grande tamanho, seu comportamento é variável podendo se tornar agressivo à medida que vai amadurecendo.

De acordo com a Embrapa (2017), as espécies mais comuns produzidas no país, por região, são: i) tambaqui, pirarucu e pirapitinga na região Norte; ii) tilápia e camarão marinho no Nordeste; iii) tambaqui, pacu e pintado no Centro-Oeste; iv) tilápia, pacu e pintado no Sudeste; e v) carpa, tilápia, jundiá, ostra e mexilhão na região Sul. Comercialmente, grande parte do consumo de pacu está localizada nos estados da região Centro-Oeste, destacando-se Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, onde a pesca do pacu sempre foi abundante (KUBITZA *et al.*, 2004).



2.2 Práticas de manejo e estresse dos peixes cultivados

No Brasil, há um interesse muito grande pelas atividades do agronegócio em geral, dentre elas a piscicultura, que vem despertando o interesse econômico devido ao aumento da produção nacional (CECCARELLI; SENHORINI; VOLPATO, 2000). O manejo apropriado das espécies aquáticas é fundamental para o sucesso da aquicultura, seu manejo consiste no monitoramento das variáveis como qualidade da água, alimentação, densidade de estocagem, sanidade, entre outros, que têm como finalidade proporcionar o bem-estar dos peixes em cultivo, para que os mesmos expressem seu potencial de crescimento (OLIVEIRA; GALHARDO, 2007).

Vários procedimentos associados ao cultivo dos peixes evocam uma forte resposta ao estresse em peixes, com um efeito negativo importante tanto no bem-estar dos peixes quanto na qualidade da carne dos peixes. Peixes menos ou não estressados crescem mais (melhora a produtividade), reproduzem melhor e possuem um sistema imunológico mais apto a lidar com desafios patogênicos, aumentando a resistência à eventuais doenças (BARCELLOS *et al.*, 2022) (Fig. 1).

As causas de estresse em peixes estão relacionadas a fatores ambientais e manejo, onde pode-se citar algumas rotineiras como captura para diversas finalidades, intensidade de luz, transporte (LUZ e PORTELA, 2005; SNEDDON *et al.*, 2016; SÁNCHEZ-MUROS *et al.*, 2017).

Quando os animais são submetidos à captura, seja ela realizada por redes ou anzóis os peixes tendem a fugir, pois passam a ter uma exposição aérea, resultando em um fator estressante prejudicando a produção. Fatores como intensidade luminosa e até a cor da luz podem influenciar o comportamento dos peixes (FAGUNDES *et al.*, 2005).

De acordo com (Gomes *et al.* 2003), o transporte de peixes vivos é uma das operações mais delicadas do sistema de cultivo. Devido à importância do transporte para a piscicultura, protocolos, para redução de estresse, vêm sendo estudados (TAKAHASHI *et al.*, 2000).

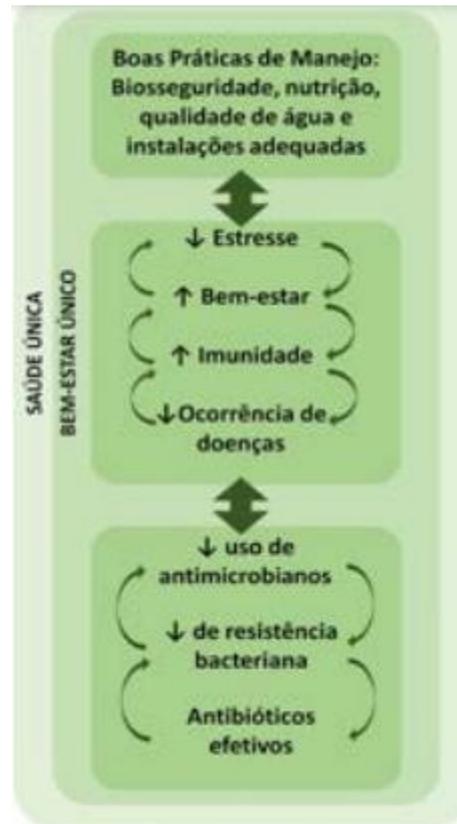


Figura 1. Eixo teórico conceitual do bem-estar como redutor do desenvolvimento de resistência bacteriana à antimicrobianos.

Fonte: Barcellos (2022)

2.3 Anestésicos alternativos para manejo de peixes

Vários fatores bióticos e abióticos, bem como os procedimentos da aquicultura (manejo, transporte ou densidade de estocagem), ativam o sistema de estresse, induzindo efeitos negativos em diferentes processos fisiológicos nos peixes, tais como crescimento, reprodução e imunidade (SOUZA *et al.*, 2019).

Os anestésicos são tidos como benéficos por diminuir a excitação dos peixes, evitando injúrias físicas durante o transporte e reduzir a excreção de amônia e gás carbônico, assim como do consumo de oxigênio, diminuindo a deterioração da qualidade da água (ROSS e ROSS, 1999). Nessa concepção verifica-se o crescente mercado de produtos naturais, onde destaca-se o emprego de óleos essenciais (OEs) em diferentes áreas do conhecimento, inclusive a aquicultura. O princípio é de que muitas plantas são capazes de sintetizar moléculas que estão presentes em pequenas quantidades nas partes das plantas (raízes, folhas, caules, flores, frutos).



O anestésico natural para peixes mais estudado é o óleo de cravo, extraído de partes aéreas da planta de cravo da Índia por hidro destilação contendo o eugenol componente majoritário. (INOUE *et al.*, 2021).

Neste sentido, a busca por novas substâncias anestésicas é fundamental, em especial aquelas que não ofereçam riscos aos manipuladores e aos peixes, tenham baixo custo e sejam de fácil aquisição, como geralmente é o caso de OEs derivados de plantas (GUÉNETTE *et al.*, 2007). De acordo com (GIMBO *et al.* 2008), os anestésicos são muito utilizados na piscicultura intensiva para diminuir a mortalidade dos peixes e facilitar o manejo. De modo geral, a escolha de um anestésico para uso em piscicultura depende da sua eficácia na indução e recuperação dos animais (MARKING e MEYER, 1985; ROSS e ROSS, 2008). Aspectos econômicos, considerações legais, características de disponibilidade no mercado, além de possíveis efeitos colaterais tanto aos peixes, quanto aos humanos e ao ambiente, também devem ser avaliados como critérios para a escolha do produto (MARKING e MEYER, 1985).

2.4 Óleos essenciais

Os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas contidas em vários órgãos das plantas, como raízes, sementes, flores, frutos, ou de plantas inteiras (TAVARES *et al.*, 2011).

Os métodos de extração podem ser obtidos por diversos processos, como extração e compressão, uso de dióxido de carbono líquido ou microondas e pelo processo de destilação (BURT, 2004; BAKKALI *et al.*, 2008).

Há uma crescente demanda por uso de produtos anestésicos de baixo custo, fácil aquisição e que ofereçam segurança ao manipulador e ao meio ambiente. Alguns OEs derivados de plantas têm se mostrado uma alternativa viável para reduzir o estresse em peixes durante procedimentos como captura e manuseio (SILVA *et al.*, 2013).

Em 2021, Inoue menciona que diversos grupos de pesquisas no Brasil têm estudado o uso de óleos essenciais como anestésicos naturais para peixes. Destacam-se os estudos com os óleos essenciais de cidreira (*Lippia alba*), alecrim pimenta (*Lippia sidoides*), alfavaca cravo (*Ocimum gratissimum*), jambú (*Spilanthes acmella*), cidrão (*Aloysia tryphila*) e melaleuca (*Melaleuca alternifolia*). Pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste trabalham com o uso de óleos essenciais na aquicultura. Na região Sul do Brasil destaca-se a Universidade Federal de Santa Maria com trabalhos de uso de óleos essenciais como anestésicos do bagre jundiá. Ainda pode-se



mencionar os OEs de *Eugenia caryophyllata* (WEBER *et al.*, 2009; PAWAR *et al.*, 2011), *Lippia alba* (CUNHA *et al.*, 2011, VENTURA *et al.*, 2019a) e *Lippia sidoides* (VENTURA *et al.*, 2019b), *Cinnamomum camphora*, *Mentha arvensis* (PEDRAZZANI e OSTRENSKY, 2014), *Ocimum gratissimum* (BENOVIT *et al.*, 2012), *Hesperozygis ringens* e *Ocotea acutifolia* (SILVA *et al.*, 2013).

A qualidade do produto é afetada por vários fatores ambientais, como clima, solo, regiões geográficas, duração do dia e da noite, órgão de onde foi extraído o óleo (caules, flores, folhas, raízes), fase de desenvolvimento da planta na época da colheita, condição de secagem, tempo de armazenamento, entre outros fatores (KAMADA *et al.*, 1999; CASTRO *et al.*, 2004; LUZ *et al.*, 2009; COUIC-MARINIER e LOBSTEIN, 2013).

2.5 *Ocimum basilicum*

Os óleos essenciais de oriundos das plantas *Ocimum* sp. têm propriedades sedativas e anestésicas e têm demonstrado efeitos positivos para a saúde em diversas espécies de peixes (HOSEINI *et al.*, 2019), uma vez que as plantas deste gênero são caracterizadas por uma vasta heterogeneidade química (SINGH *et al.*, 2018). As propriedades biológicas dos óleos essenciais são determinadas pelos seus principais compostos conhecidos como quimiotipos (BAKKALI *et al.*, 2008). O óleo essencial de *Ocimum basilicum* possui cinco quimiotipos diferentes: linalol; metil chavicol; linalol e metil chavicol; linalol e eugenol; e metil chavicol e metil eugenol (GRAYNER *et al.*, 1996).

O quimiotipo linalol (53,35%) apresentou efeitos anestésicos e sedativos satisfatórios no híbrido tambacu, *Piaractus mesopotamicus* macho × *Colossoma macropomum* fêmea (LIMMA-NETTO *et al.*, 2016), e na tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (LIMMA-NETTO *et al.*, 2017). Da mesma forma, embora o quimiotipo metil chavicol (84%) tenha promovido efeitos anestésicos e analgésicos no peixe-palhaço, *Amphiprion clarkii*, não é recomendado devido à indução de contrações musculares involuntárias resultando em mortalidade (CORREIA *et al.*, 2018). O quimiotipo metil chavicol (66,51%) - linalol (20,90%) apresentou efeitos sedativos benéficos sobre a tilápia do Nilo (VENTURA *et al.*, 2020a, b) e foi considerado anestésico para tambaqui, *Colossoma macropomum* (VENTURA *et al.*, 2021) .



3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Animais

Um total de 54 juvenis de pacu *P. mesopotamicus* com peso médio de $319,08 \pm 9,14$ g e comprimento médio total de $21,59 \pm 2,59$ 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 Mato Grosso do Sul, sob o n. 976/2018.

Os peixes foram alimentados até a saciedade aparente três vezes ao dia com dieta comercial (Douramix®) com pellet de 6,5 mm (32% 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⁻¹, pH $8,80 \pm 0,07$, dureza total $50,00 \pm 0,01$ mg L⁻¹, nitrogênio amoniacal total $0,28 \pm 0,08$ mg L⁻¹ e condutividade elétrica $28,84 \pm 0,38$ µS cm⁻¹. 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.*, 2020a).

3.3 Indução e recuperação anestésica

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 (8 L) com água dos tanques de aclimação para manter as mesmas condições durante o período experimental. Os peixes foram expostos aos seguintes tratamentos com diferentes concentrações de óleo essencial de *O. basilicum*: 150, 180, 210, 240, 270 e 300 mg L⁻¹. As concentrações foram diluídas na proporção de 1:10 com etanol a 95%.



Para avaliar o tempo de indução anestésica, foram utilizados nove peixes por concentração, sendo que três peixes foram anestesiados por aquário, um após o outro (3 peixes x 3 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 3 da anestesia de acordo com estabelecido por (WOODY *et al.*, 2002), conforme descrito na Tabela 1. 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).

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

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

Fonte: Woody et al., 2000.

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

3.4. Análise estatística

Os resultados obtidos foram expressos como média \pm desvio padrão. Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk e Bartlett para verificar a homoscedasticidade da normalidade e variância, respectivamente. Os dados que não apresentaram homogeneidade de variância foram transformados em $\text{Log}_{10}(x + 1)$. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância unifatorial e as médias separadas pelo teste de Tukey com o auxílio do software Statistica 10.0. Para todos os testes, considerou-se a significância de 5%.



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os juvenis de *Piaractus mesopotamicus* expostos às concentrações de *Ocimum basilicum* (150, 180, 210, 240, 270 e 300 mg L⁻¹) atingiram, satisfatoriamente, o estágio III da indução anestésica, caracterizado por nado de “barriga para cima”, mudança que não ocorreu quando os peixes foram expostos ao veículo, etanol a 95%. O índice de sobrevivência foi de 100%, após o período de 96 horas de indução anestésica, indicando ausência de efeito deletério e tóxico para os peixes.

Em relação ao tempo de indução, um modelo de regressão quadrática ajustou melhor os dados ($y = 0,0093x^2 - 5,1341x + 903,21$). Desta maneira quanto maior a concentração anestésica testada, menor será o tempo de indução ($p < 0,05$). Uma concentração de 300 mg L⁻¹ induziu anestesia em curto espaço de tempo ($p < 0,05$), mas houve nenhuma diferença significativa entre as concentrações de 210 e 270 mg L⁻¹. Quanto à recuperação, observou-se que o menor tempo de recuperação não está relacionado ao menor tempo de indução tempo ($y = 0,0013x^2 - 0,0149x + 137,16$). No mais altas concentrações avaliadas (270 e 300 mg L⁻¹), a recuperação tempo foi maior ($p < 0,05$) do que na concentração mais baixa (150 mg L⁻¹) (Fig. 2).

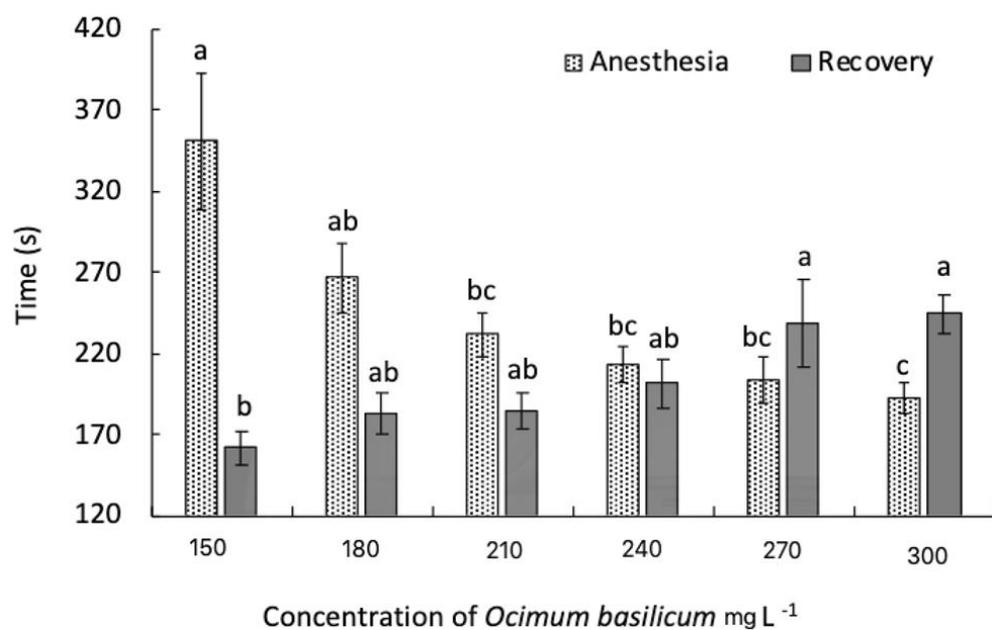


Figura 2. Tempo de indução e recuperação (média) para *Piaractus mesopotamicus* em diferentes concentrações de *Ocimum basilicum*.

Letras diferentes indicam diferença estatística entre tratamentos pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)



5. CONCLUSÃO

De posse dos resultados pôde-se verificar que para o óleo essencial de *Ocimum basilicum*, a concentração que promoveu indução anestésica em menor tempo foi a concentração de 300 $\mu\text{l L}^{-1}$ em comparação a concentração de 150 $\mu\text{l L}^{-1}$. O álcool, por sua vez, não demonstrou poder em induzir a anestesia.

6. REFERÊNCIAS

ABIMORAD, EDUARDO GIANINI, & CARNEIRO, EDUARDO JOSÉ. (2004). Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o Pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). Revista Brasileira de Zootecnia, 33(5), 1101-1109.

ABREU, JOSÉ SEBASTIÃO, et al. (2009). Biological indicators of stress in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) after capture. Brazilian Journal of Biology, 69(2).

ANDRADE, JOSÉ IGNÁCIO ALBANO DE, JERÔNIMO, GILVAN TAKESHI, BRASIL, EMÍLIA MARQUES, NUNEZ, CARLA VERÍSSIMA, GONÇALVES, EDUARDO LUIS TAVARES, RUIZ, MARIA LUCIA, & MARTINS, MAURÍCIO LATERÇA. (2016). Efficacy of seed extract of *Bixa orellana* against monogenean gill parasites and physiological aspects of *Colossoma macropomum* after bath treatment. Aquaculture, 462, 40–46.

BAKALI, F., AVERBECK, S., AVERBECK, D., & IDAOMAR, M. (2008). Biological effects of essential oils - a review. Food and Chemical Toxicology, 46, 446-475.

BALDISSEROTTO, BERNARDO, BARATA, LEONARDO ESTEVAES SOARES, SILVA, ANDRÉ STEFFENS, LOBATO, WILSON F.F., SILVA, LUCIANO L., TONI, CÁSSIO, & SILVA, LEONARDO VIEIRA FRACETO. (2018). Anesthesia of tambaqui *Colossoma macropomum* (Characiformes: Serrasalminidae) with the essential oils of *Aniba rosaeodora* and *Aniba parviflora* and their major compound, linalool. Neotropical Ichthyology, 16, e170128.

BARCELLOS, LEONARDO JOSÉ GIL. (2022). Manual de boas práticas na criação de peixes de cultivo. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária.

BENOVIT, SABRINA CORRÊA, GRESSLER, LETICIA TREVISAN, & SILVA, LUCIANO DE OLIVEIRA. (2012). Anesthesia and transport of Brazilian flounder, *Paralichthys orbignyanus*, with essential oils of *Aloysia gratissima* and *Ocimum gratissimum*. Journal of the World Aquaculture Society, 43(6), 896-900.

BILAL, A., JAHAN, N., AHMED, A., BILAL, S. N., HABIB, S., & HAJRA, S. (2012). Phytochemical and pharmacological studies on *Ocimum basilicum* Linn - A review. International Journal of Current Research and Review, 4, 73-83.



BOYD, CLAUDE E. (1998). Water Quality for Pond Aquaculture. International Center of Aquaculture and Aquatic Environments, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.

BRITSKI, HERALDO ANTONIO, DE SILIMON, KONRAD ZWINGLIO, & LOPES, BRÁULIO SOARES. (2007). Peixes do Pantanal: manual de identificação (2nd ed.). Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review. International Journal of Food Microbiology, Amsterdam, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>.

CASTRO, HUGO GOMES DE, et al. (2004). Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários. 2. Ed. Visconde do Rio Branco: UFV.

CARVALHO, RICARDO, & LEMOS, R. (2009). Aquicultura e consumo de carnes no Brasil e no mundo. Panorama Aquic., 19, 15-23.

CECCARELLI, P., SENHORINI, J. A., & VOLPATO, G. (2000). Dicas em piscicultura: perguntas e respostas. Botucatu: Santana Gráfica.

CORREIA, A. M., PEDRAZZANI, A. S., MENDONÇA, R. C., MASSUCATTO, A., OZÓRIO, R. A., & TSUZUKI, M. Y. (2018). Basil, tea tree and clove essential oils as analgesics and anaesthetics in *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830). Brazilian Journal Biological, 78, 436–442.

COUIC-MARINIER, F., & LOBSTEIN, A. (2013). Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine. Actualités Pharmaceutiques, 52(525), 18-21.

CUNHA, M. A., SILVA, B. F., DELUNARDO, F. A. C., BENOVI, S. C., GOMES, L. C., HEINZMANN, B. M., & BALDISSEROTTO, B. (2011). Anesthetic induction and recovery of *Hippocampus reidi* exposed to the essential oil of *Lippia alba*. Neotropical Ichthyology, 9(3), 683-688.

DOBSON, S. H., & HOLMES, R. M. (1984). Compensatory growth in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. Journal of Fish Biology, 25, 649-656.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Pesca e aquicultura. Palmas: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/165181/1/CNPASA-2017-bpd20.pdf>. Acesso em: abr. 2023.

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

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.



GIMBO, ROSIMEIRE. YURI. et al. Diferentes concentrações de benzocaína na indução anestésica do Lambari do Rabo Amarelo (*astyanax altiparanae*). *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 9, n. 2, p. 350-357, 2008.

GOMES, LUIS. CARLOS. et al. 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.

GRAYER, R.E.J.; KITE, GEOFFREY.; GOLDSTONES, FAYE.; BRYAN, ANNETTE.; PATONT, ALAN.; PUTIEVSKY, EPHRAIM. Infrspecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, *Ocimum basilicum*. *Phytochemistry*, v. 43, p. 1033-1039, 1996.

GRANDI, TÂNIA.SILVEIRA. MARQUES., TRINDADE, JOSÉ.ANTÔNIO.DE., PINTO, MÔNICA.JORGE. FREITAS., FERREIRA, LUIZ. LOUZADA. & CATELLA, ADEMAR.CASTRO. (1989) Plantas medicinais de Minas Gerais, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 3(2), 185-224.

GUÉNETTE, SYLVIE.ANNE.; UHLAND, FRANCIS.CARL.; HÉLIE, PIERRE.; BEAUDRY, FRANCIS.; VACHON, PAUL. Pharmacokinetics of eugenol in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, v. 266, p. 262–265, 2007.

HOSEINI, S.M.; MIRGHAED, A.T.; YOUSEFI, M. Application of herbal anaesthetics in aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, v. 11, p. 550–564, 2019.

INOUE, L.A.K.A. O uso de óleos essenciais como anestésicos em piscicultura. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/63192975/artigo---o-uso-de-oleos-essenciais-como-anestesicos-em-piscicultura>. Acesso em jan2024.

KAMADA, TETSUO. et al. Plasticidade fenotípica do óleo essencial em acessos de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 1, n. 2, p. 13-22, 1999.

KAVITHA, C.; RAMESH, M.; KUMARAN, S.S.; LAKSHMI, S.A. Toxicity of Moringa oleifera seed extract on some hematological and biochemical profiles in a freshwater fish, *Cyprinus carpio*. *Experimental and Toxicologic Pathology*, v. 64, p. 681–687, 2012.

KUBITZA, FERNANDO. Tambaqui, Pacu e Híbridos. *Panorama da Aquicultura*, v. 14, n. 82, p. 39, 2004.

LIMMA-NETTO, J.D.; OLIVEIRA, R.S.M.; COPATTI C.E. Efficiency of essential oils of *Ocimum basilicum* and *Cymbopogon flexuosus* 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. Essential oils of *Ocimum basilicum* and *Cymbopogon flexuosus* in these dation, anesthesia and recoveryof tambacu (*Piaractus mesopotamicus* malex *Colossoma macropomum* female). *BolInst Pesca*, v. 42, p. 727–733, 2016.



LUZ, R. K.; PORTELLA, M. C. Tolerance to the air exposition test of hoplias lacerdae larvae and juvenile during its initial development. Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba, v. 48, n. 4, 2005.

MARKING L.L & MEYER F.P. (1985) Are better fish anesthetics needed in fisheries? Fisheries 10(6), 2-5.

NAFTAL GABRIEL, N.; ERASMUS, V.N.; NAMWOONDE, A. Effects of diferente fishsizes, temperatures and concentration levels of sodium bicarbonate on anaesthesia in Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*). Aquaculture, v. 529, p. 735716, 2020.

OBERG, E.W.; PEREZ, K.O.; FUIMAN, L.A. Carbondioxideis an effective anesthetic for multiple marine fishspecies. Fisheries Research, v. 165, p. 22–27, 2015.

OLIVEIRA, R. F.; GALHARDO, LOURDES. 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.

PAWAR, H.B.; SANAYE, S.V.; SREEPADA, R.A.; HARISH V., SURYAVANSHI, U.; ANSARI, Z.A. Comparative efficacy of four anaesthetic agents in the yellow seahorse, *Hippocampus kuda* (Bleeker, 1852). Aquaculture, v. 311, p.155–161, 2011.

PEDRAZZANI, A.S.; OSTRENSKY, A. The anaesthetic effect of camphor (*Cinnamomum camphora*), clove (*Syzygium aromaticum*) and mint (*Mentha arvensis*) essential oils on clown anemonefish, *Amphiprion ocellaris* (Cuvier 1830). Aquaculture Research, p. 1–8, 2014.

PAUL, ANTHONY.J.; PAUL, JOHN.M.; SMITH, RICHARD.L. Compensatory growth in Alaska yellowfin sole, *Pleuronectes asper*, following food deprivation. Journal of Fish Biology, v.46, p.442-448, 1995.

QUEIROZ, JOÃO.FELIPE.; et al. Aquaculture in Brazil: research priorities and potential for further international collaboration. World Aquaculture Magazine, Baton Rouge, v. 36, p. 45-50, 2005.

REIS NETO, VILHENA. REIS. Avaliações morfométricas de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e seus híbridos. 63p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2007.

ROSS, LINDSAY.G.; ROSS BRYONY. Anaesthetic and Sedative Techniques for Aquatic Animals (3rd ed.), Blackwell Publishing, Oxford. 2008. 236p.

ROSS, LINDSAY.G.; ROSS, BRYONY. Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals. Blackwell Science, Oxford, UK. 1999

SÁNCHEZ-MUROS, M.J.; SÁNCHEZ, B.; BARROSO, F. G.; TONIOLO, M.; TRENZADO, C. E.; RUS, A. S. Effects of rearing conditions on behavioural responses, social kinetics and physiological parameters in gilthead sea bream *Sparus aurata*. Applied Animal Behaviour Science, v.197, p.120–128, 2017.



SILVA, L.D.L.; SILVA, D.T.D.; GARLET, Q.I.; CUNHA, M.A.; MALLMANN, C.A.; BALDISSEROTTO, B.; HEINZMANN, B.M. Anesthetic activity of Brazilian native plants in silver cat fish (*Rhamdia quelen*). *Neotropical Ichthyology*, v. 11, n.2, p. 443-45, 2013.

SINGH, S.; LAL, R.K.; MAURYA, R.; CHANOTIYA, C.S. Genetic diversity and chemotype selection in genus *Ocimum*. *Journal of Applied Research on Medical and Aromatic Plants*, v. 9, p. 19–25, 2018.

SEGNER, H., SUNDH, H., BUCHMANN, K., DOUXFILS, J., SUNDELL, K. S., MATHIEU, C., RUANE, N.; JUTFELT, F.; TOFTEN, H.; VAUGHAN, L. Health of farmed fish: its relation to fish welfare and its utility as welfare indicator. *Fish Physiology Biochemistry*, v.38, n. p.85–105, 2012.

SILVA, ANTONIO.JOSÉ. Aspectos de alimentação do pacu adulto, *Colossoma mitrei* (Berg, 1985) (Pisces, Characidae), no pantanal de Mato Grosso. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1985. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1985.

SILVA, SIDNEY.SILVA de., ANDERSON, THOMA.ALAN. 1995. Fish nutrition in aquaculture. 1.ed. London: Chapman Hall. 319p.

SNEDDON, L.; WOLFENDEN, D.; THOMSON, J. “Stress management and welfare,”. In: SCHRECK, C. B.; TORT, L.; FARRELL, A. P.; BRAUNER, C. J. (eds) *Fish Physiology: Biology of Stress in Fish*, v. 35, Cambridge, MA: Academic Press, p. 463–539. 2016.

SOARES, BRÁULIO VAZ, & TAVARES-DIAS, MARCOS. (2013). Espécies de *Lippia* (Verbenaceae), seu potencial bioativo e importância na medicina veterinária e aquicultura. *Biota Amazônia*, 3, 109-123.

SOUZA, CAIO FELIPE, et al. (2019). Essential oils as stress-reducing agents for fish aquaculture: a review. *Frontiers in Physiology*, 10, 785.

TAKAHASHI, SUSUMU. LEONARDO. et al. Efeito do ambiente pós-transporte na recuperação dos indicadores de estresse de pacus juvenis, *Piaractus mesopotamicus*. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, Maringá, v. 28, n. 4, p. 469-475, 2000.

URBINATI, E.C.; GONÇALVES, F.D.; TAKAHASHI, LEONARDO.SUSUMU. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*), In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. (Eds.), *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. UFMS, Santa Maria, 2013, Cap.8, p. 225-246, 2013.

VAZ, MAYSA.MAGALHÃES.; TORQUATO, VICTOR.; BARBOSA, N.D.C. Guia ilustrado de peixes da bacia do Rio Grande. 1.ed. Belo Horizonte: CEMIG/CETEC, 2000. 144 p.

VENTURA, ARLENE.SOBRINHO.; JERÔNIMO, G.T.; OLIVEIRA, S.N. de; GABRIEL, A.M. de A.; CARDOSO, C.A.L.; TEODORO, G.C.; FILHO, R.A.C.C.; POVH, J.A.. Natural anesthetics in the transport of Nile tilapia: Hematological and biochemical responses and residual concentration in the fillet. *Aquaculture*, 526, p. 735365, 2020a.



VENTURA, ARLENE.SOBRINHO.; FILHO, R.A.C.C.; TEODORO, G.C.; LAICE, L.M.; BARBOSA, P.T.L.; STRINGHETTA, G.R.; POVH, J.A. Essential oil of *Ocimum basilicum* and Eugenol as Sedatives for Nile Tilapia. *Journal of Agricultural Studies*, v. 8, p. 657–665, 2020b.

VENTURA, ARLENE. SOBRINHO., SILVA, T. S. C., ZANON, R. B., INOUE, L. A. K. A., CARDOSO, C. A. L. Pharmacokinetic and physiological responses of *Piaractus mesopotamicus* anesthetized with the essential oil of *Lippia alba*. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 14, p. 51-60, 2019.

VENTURA, ARLENE.SOBRINHO.; SILVA, T.S. de C.; ZANON, RICARDO.B.; Inoue, L. A. K. A., & Cardoso, C. A. L. (2019). Physiological and pharmacokinetic responses in neotropical *Piaractus mesopotamicus* to the essential oil from *Lippia sidoides* (Verbenaceae) as an anesthetic. *International Aquatic Research*, 11, 1–12.

WEBER, ROBERT A., PELETEIRO, JOSÉ B., GARCÍA-MARTÍN, LUIS O., & ALDEGUNDE, MANUEL. (2009). The efficacy of 2-phenoxyethanol, metomidate, clove oil and MS-222 as anaesthetic agents in the Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup 1858). *Aquaculture*, 288, 147-150.

WOODY, C. A., NELSON, J., & RAMSTAD, K. (2002). Clove oil as an anaesthetic for adult sockeye salmon: field trials. *Journal of Fish Biology*, 60, 340-347.