

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
Mestrado Profissional em Produção e Sanidade Animal



Dissertação

**Óleo essencial de *Cinnamomum zeylanicum* como anestésico e sua influência sobre os
parâmetros fisiológicos do *Rhamdia quelen***

Jean Carlos Deschamps

Araquari, 2023

Jean Carlos Deschamps

Óleo essencial de *Cinnamomum zeylanicum* como anestésico e sua influência sobre os parâmetros fisiológicos do *Rhamdia quelen*

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Produção e Sanidade Animal do Instituto Federal Catarinense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Produção e Sanidade Animal).

Orientador: Prof. Dr. Robilson Antonio Weber

Co-orientador: Prof. Msc. Deivisson Ferreira da Silva

Araquari, 2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática do ICMC/USP, cedido ao IFC e
adaptado pela CTI - Araquari e pelas bibliotecas do Campus de Araquari e Concórdia.

DD4460 DESCHAMPS, JEAN
Óleo essencial de Cinnamomum zeylanicum como
anestésico e sua influência sobre os parâmetros
fisiológicos do Rhamdia quelen / JEAN DESCHAMPS;
orientador Robilson Weber; coorientador Deivisson
Silva. -- Araquari, 2023.
41 p.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal
Catarinense, campus Araquari, , Araquari, 2023.

Inclui referências.

1. anestesia. 2. cortisol. 3. glicose. 4. jundiá.
5. óleo essencial de canela. I. Weber, Robilson ,
II. Silva, Deivisson. III. Instituto Federal
Catarinense. . IV. Título.

Jean Carlos Deschamps

Óleo essencial de *Cinnamomum zeylanicum* como anestésico e sua influência sobre os parâmetros fisiológicos do *Rhamdia quelen*

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Produção e Sanidade Animal e aprovada em sua forma final pelo curso de Mestrado Profissional em Produção e Sanidade Animal do Instituto Federal Catarinense – *Campus Araquari*.

autenticação eletrônica na folha de assinaturas

Prof. Robilson Antonio Weber, Dr.

Instituto Federal Catarinense – *Campus Araquari*

BANCA EXAMINADORA

autenticação eletrônica na folha de assinaturas

Prof. Artur de Lima Preto, Dr.

Instituto Federal Catarinense – *Campus Araquari*

autenticação eletrônica na folha de assinaturas


Prof. Silvano Garcia, Dr.


Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

Araquari

2023

[inserir aqui a folha de autenticação das assinaturas eletrônicas]

Documento assinado digitalmente
 **ROBILSON ANTONIO WEBER**
Data: 22/12/2023 13:33:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **IVAN BIANCHI**
Data: 22/12/2023 13:42:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, pelo encorajamento e apoio durante toda minha caminhada. Agradeço também todos os meus familiares e amigos, principalmente a meus avós paternos, seu Sebaldo e dona Irene que me ensinaram os valores que me norteiam todos os dias. Com carinho agradeço ao amor da minha vida, minha companheira Taiany, que sempre me apoiou nos momentos mais difíceis. Da mesma forma, ajudou-me do início ao fim do mestrado. Agradeço minha pequena filha, que mesmo sem ainda entender é a minha fonte de forças e alegrias. Agradeço ao meu irmão e melhor amigo Gabriel, que me incentivou a iniciar o mestrado e por muitas vezes me ajudou trocando experiências e me auxiliando em diversos procedimentos, principalmente durante os experimentos em laboratório. Agradeço ao meu coorientador Deivisson que muito me auxiliou na execução dos dados estatísticos. Agradeço ao meu Orientador Robilson Antonio Weber, por ter me direcionado durante todo período de execução do mestrado, pelo incentivo e troca de experiências. Tenho certeza que suas lições foram de grande valia.

Agradeço a Deus, pela caminhada até aqui e por todas as oportunidades até aqui vivenciadas.

Por fim agradeço a todos meus professores e colegas de trabalho que de alguma forma contribuíram para minha formação acadêmica e profissional.

Resumo

DESCHAMPS, Jean Carlos. **Óleo essencial de *Cinnamomum zeylanicum* como anestésico e sua influência sobre os parâmetros fisiológicos do *Rhamdia quelen***. 2023. 41f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2023.

A intensificação da aquicultura têm exposto cada vez mais os peixes a manipulações, as quais constituem fatores estressores que podem influenciar seu desempenho. O uso de anestésicos durante os manejos rotineiros desses animais objetiva minimizar os efeitos estressantes. Como alternativa à utilização de fármacos sintéticos, estudos tem demonstrado a eficácia na utilização de óleos essenciais (OEs) extraídos de plantas para a sedação e anestesia de peixes. O objetivo deste trabalho foi verificar a concentração ideal do óleo essencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) como anestésico para jundiás (*Rhamdia quelen*) e avaliar as respostas de estresse dos animais submetidos ao protocolo de anestesia. Inicialmente, para determinação da concentração ideal, foram utilizados 60 animais, com peso médio de $245,75 \pm 17,61$ g, os quais foram expostos a cinco tratamentos (140, 160, 180, 200 e $220 \mu\text{L L}^{-1}$) e um grupo controle. Os espécimes submetidos às concentrações de 140 e $160 \mu\text{L L}^{-1}$ de óleo essencial de canela (OEC) não apresentaram diferenças estatísticas entre si, assim como os animais submetidos às concentrações de 180, 200 e $220 \mu\text{L L}^{-1}$ de OEC. Entretanto, as concentrações de 140 e $160 \mu\text{L L}^{-1}$ OEC e as concentrações de 180, 200 e $220 \mu\text{L L}^{-1}$ de OEC diferiram-se estatisticamente sendo verificado que a menor concentração efetiva testada capaz de produzir a anestesia em até 3 min foi $200 \mu\text{L L}^{-1}$ de OEC. Não se observou mortalidade após a exposição ao OEC, nos diferentes tratamentos. Com relação ao tempo de recuperação dos jundiás submetidos à anestesia, observou-se diferença estatística entre as concentrações de 140, 160, 180 e $200 \mu\text{L L}^{-1}$ e a concentração de $220 \mu\text{L L}^{-1}$. Posteriormente, 30 jundiás ($200,71 \pm 30,18$ g) foram utilizados para verificar os níveis plasmáticos de cortisol, lactato e glicose após submissão à concentração ideal de OEC, os quais foram divididos em grupo controle (níveis basais, sem exposição ao OEC) e tratamento ($200 \mu\text{L L}^{-1}$ de OEC). Não se verificou diferença estatística significativa nos níveis plasmáticos de cortisol e glicose do grupo teste quando comparado ao grupo controle. Entretanto, na avaliação dos níveis plasmáticos de lactato, observou-se uma elevação significativa nos animais submetidos ao OEC quando comparado ao grupo controle.

Palavras-chave: anestesia; cortisol; glicose; jundiá; óleo essencial de canela.

Abstract

DESCHAMPS, Jean Carlos. *Cinnamomum zeylanicum* essential oil as an anesthetic for *Rhamdia quelen* and its influence on physiological parameters. 2023. 41f. Dissertation (Master degree in Science) - Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal, Pró-reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2023.

Advances in aquaculture have increasingly exposed fish to manipulations, which constitute stressors that can influence their performance. The use of anesthetics during the routine handling of these animals aims to minimize the stressful effects. As an alternative to the use of synthetic drugs, studies have shown the effectiveness in the use of essential oils (EOs) extracted from plants for sedation and anesthesia of fish. The objective of this work was to verify the ideal concentration of cinnamon essential oil (*Cinnamomum zeylanicum*) as an anesthetic for silver catfish (*Rhamdia quelen*) and to evaluate the stress responses of animals submitted to the anesthesia protocol. Initially, to determine the ideal concentration, 60 animals were used, with 245.75 ± 17.61 g of average weight, which were exposed to five treatments (140, 160, 180, 200 and 220 $\mu\text{L L}^{-1}$) and a control group. The specimens submitted to 140 and 160 $\mu\text{L L}^{-1}$ concentrations of cinnamon essential oil (CEO) did not show statistical differences between them, as did the animals submitted to 180, 200 and 220 $\mu\text{L L}^{-1}$ concentrations of cinnamon essential oil (CEO). However, the 140 and 160 $\mu\text{L L}^{-1}$ concentrations of CEO and the 180, 200 and 220 $\mu\text{L L}^{-1}$ concentration of CEO differed statistically, and it was verified that the lowest effective concentration tested capable to induce anesthesia in up to 3 minutes in silver catfish was 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ of CEO. No mortality was observed after exposure to CEO in any of the different treatments. Regarding the recovery time of silver catfish subjected to anesthesia, was observed statistical differences between the concentrations of 140, 160, 180 and 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ and the concentration of 220 $\mu\text{L L}^{-1}$. Subsequently, 30 silver catfish (200.71 ± 30.18 g) were used to verify the cortisol, lactate and glucose plasm levels after submission to the ideal concentration of CEO, which were divided into a control group (basal levels without exposure to CEO) and treatment (200 $\mu\text{L L}^{-1}$ of CEO). There was no statistically significant difference about glucose and cortisol plasma levels between the test group and the control group. Meanwhile, when evaluating plasma lactate levels, a significant increase was observed in the animals submitted to the CEO when compared to the control group.

Keywords: anesthesia; cinnamon essential oil; cortisol; glucose; silver catfish.

Lista de Figuras

Figura 1	<i>Rhamdia quelen</i> (Jundiá)	02
Figura 2	<i>Rhamdia quelen</i> durante procedimento anestésico	13
Figura 3	Avaliação de respostas a estímulos externos	13
Figura 4	Procedimento de coleta de sangue	16
Figura 5	Caracterização química do óleo essencial de <i>Cinnamomum zeylanicum</i> ..	17
Figura 6	Tempos de indução do <i>Rhamdia quelen</i>	18
Figura 7	Tempos de indução do <i>Rhamdia quelen</i> submetido a diferentes concentrações de óleo essencial de <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	19
Figura 8	Tempos de recuperação anestésica do <i>Rhamdia quelen</i>	20
Figura 9	Tempos de recuperação anestésica do <i>Rhamdia quelen</i> submetido a diferentes concentrações de óleo essencial de <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	20
Figura 10	Concentração plasmática de cortisol em <i>Rhamdia quelen</i> após submissão anestésica à concentração de 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ de OEC, e tratamento controle (níveis basais)	21
Figura 11	Concentração plasmática de glicose em <i>Rhamdia quelen</i> após submissão anestésica à concentração de 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ de OEC, e tratamento controle (níveis basais)	22
Figura 12	Concentração plasmática de lactato em <i>Rhamdia quelen</i> após submissão anestésica à concentração de 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ de OEC, e tratamento controle (níveis basais)	22

Lista de Tabelas

Tabela 1	Estágios de anestesia	13
Tabela 2	Estágios de recuperação após anestesia	14

SUMÁRIO

1	Contextualização do problema e estado da arte.....	1
1.1	Panorama da aquicultura.....	1
1.2	O Peixe - <i>Rhamdia quelen</i>	1
1.3	Utilização de anestésicos em peixes.....	2
1.4	Óleos essenciais e sua utilização na aquicultura	3
1.5	Óleo essencial de canela <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	4
1.6	Fisiologia do estresse	5
2	Objetivos	6
2.1	Geral	6
2.2	Específicos	6
3.1	Introdução	7
3.2	Materiais e Métodos	11
3.2.1	Animais	11
3.2.2	Experimento I – Indução e recuperação anestésica.....	12
3.2.3	Experimento II - Avaliação dos parâmetros de estresse	14
3.2.4	Análise estatística	16
3.2.4.1	Experimento I.....	16
3.2.4.2	Experimento II.....	16
3.3	Resultados	17
3.3.1	Caracterização química do óleo essencial	17
3.3.1.1	Experimento I – Indução e recuperação anestésica.....	18
3.3.2	Experimento II - Avaliação dos parâmetros de estresse	21
3.4	Discussão	23
3.4.1	Experimento I – Determinação da concentração ideal	23
3.4.2	Experimento II – Avaliação dos parâmetros de estresse	25
3.5	Conclusão	27
4	Considerações finais.....	28

5	Referências.....	29
6	Anexos.....	38

1 Contextualização do problema e estado da arte

1.1 Panorama da aquicultura

Em 2022, a produção brasileira de peixes produzidos em cultivos comerciais chegou a 860.355 toneladas, 2,3% superior a produção do ano anterior, sendo que esse avanço é o resultado do aprimoramento de toda a cadeia produtiva (PEIXE BR, 2023). A piscicultura brasileira apresenta-se com elevada profissionalização, propiciando um aumento de produção, sendo considerada uma atividade em crescimento constante e de grande importância para o desenvolvimento das diferentes regiões do Brasil (PEDROZA et al., 2020; LIMA et al., 2005).

A região Sul do Brasil se destaca como maior produtor de peixes de cultivo do país, produzindo aproximadamente um terço do volume de produção nacional, com aproximadamente 275.000 toneladas produzidas no ano de 2022. Destacam-se os estados do Paraná e Santa Catarina na lista dos dez maiores estados produtores do país (PEIXE BR, 2023).

1.2 O Peixe - *Rhamdia quelen*

Rhamdia quelen (jundiá) é uma espécie de peixe encontrada desde o sul do México até a região central da Argentina, pode atingir 50 cm de comprimento e 3kg de peso (GOMES et. al, 2000), pertencente à ordem *Siluriformes* e família *Heptapteridae* (BALDISSEROTTO, 2004). Das espécies de peixes produzidas na região sul do Brasil, o jundiá é a principal espécie nativa produzida, cuja linhagem mais utilizada é a linhagem cinza (BALDISSEROTTO, 2009), sendo de fácil adaptação e facilmente encontrada em sistemas de produção (MALABARBA e MALABARBA, 2020).

A produção de jundiás na região Sul do Brasil apresenta-se de maneira bastante promissora, haja vista que a espécie possui crescimento satisfatório no inverno, rápida

adaptação ao cativeiro e hábito onívoro (MEURER e ZANIBONI FILHO, 1997; GOMES et al., 2000).



Figura 1. *Rhamdia quelen* (Jundiá). Fonte: Windsor Aguirre (2014).

A espécie *R. quelen* vem sendo utilizada como modelo experimental para diversos estudos relacionados a utilização de óleos essenciais como anestésicos em peixes (PARODI et al., 2014; SANTOS et al., 2017), porém não há descrição da sua utilização em trabalhos analisando os efeitos da utilização do óleo essencial de canela. Desta forma, torna-se relevante a avaliação dos efeitos do óleo essencial de canela sobre os parâmetros de estresse em jundiás.

1.3 Utilização de anestésicos em peixes

A anestesia em peixes é uma prática comum em diversas áreas da aquicultura (BARATA et al., 2016), incluindo manejo de estoques, processamento de peixes e experimentação científica. A escolha do anestésico apropriado e o uso correto da técnica de anestesia são fundamentais para minimizar o estresse e a dor do peixe (HOSEINI et al., 2015), bem como para garantir a segurança do manipulador.

Um bom anestésico não deve desencadear efeitos fisiológicos duradouros nos peixes, bem como deve possuir uma rápida depuração (COYLE et al., 2004). Para isso, há uma variedade de anestésicos e técnicas para utilização em peixes, dentre esses

encontram-se agentes físicos, como eletricidade e hipotermia, e agentes químicos, como benzocaína, tricaína metanosulfonato (MS-222), 2-fenoxietanol, quinaldina (2-4-metilquinolina) ou quinaldina sulfato (sulfato de 2-4-metilquinolina), etomidato, metomidato e propofol.

Um anestésico é considerado eficaz quando, em concentrações adequadas, minimize os efeitos deletérios desencadeados pelos fatores estressantes (ROOHI e IMANPOOR, 2015). As características fundamentais de um anestésico são a capacidade de promover uma rápida anestesia, uma recuperação anestésica sem intercorrências e baixa toxicidade. Os anestésicos passíveis de utilização em peixes não devem deixar resíduos acumulados nos tecidos e órgãos, não causando assim, prejuízos para o consumo humano ou animal. Além disso, devem ser de fácil disponibilidade e apresentar um bom custo-benefício (AZAD et al., 2014; ROOHI e IMANPOOR, 2015).

Os anestésicos podem afetar fortemente os parâmetros bioquímicos sanguíneos, como o número de células sanguíneas, níveis de cortisol, glucose e lactato plasmáticos, enzimas hepáticas e o status antioxidativo nos peixes (MIRGHAED et al., 2018).

1.4 Óleos essenciais e sua utilização na aquicultura

Os óleos essenciais (OEs) são materiais altamente concentrados extraídos de folhas, caules, flores, sementes, raízes, cascas de frutas e resinas. Os OEs são frequentemente usados por suas propriedades terapêuticas, odoríferas e de sabor, em uma extensa seleção de produtos como cosméticos, alimentos e medicamentos (HANIF, 2019).

Na busca por meios mais acessíveis para a sedação e anestesia de peixes, tem-se procurado alternativas à utilização de substâncias sintéticas, considerando, ainda, os potenciais efeitos adversos dos anestésicos sintéticos no meio ambiente e na fisiologia dos peixes (AYDIN e BARBAS, 2020). A anestesia ou sedação resultante da utilização de óleos essenciais pode ocorrer do resultado direto de um composto principal, da

interação entre mais de uma substância ativa, ou então, que possuam efeitos sinérgicos (HELDWEIN et al., 2014).

Vários estudos foram realizados nos últimos anos sobre o uso de OEs como sedativos e anestésicos para peixes, Aydin e Barbas (2020) realizaram um compilado de estudos com óleos essenciais, tabulando os resultados obtidos em experimentos com óleos essenciais de *Mentha piperita*, *Lavandula angustifolia*, *Lippia alba*, *Myrcia sylvatica* e *Curcuma longa*, os quais apresentaram efeitos anestésicos satisfatórios.

Souza et al. (2019) observaram que o uso do óleo essencial de *Lippia alba*, quimiotipo linalol, como um anestésico é efetivo e seguro, considerando-o como um anestésico ideal para *Rhamdia quelen*. Entretanto, o mesmo estudo não recomenda a utilização com finalidade anestésica do quimiotipo citral, uma vez que este desencadeia inúmeras desordens em torno do eixo hipotálamo-hipófise-interrenal (HHI), confirmando o estresse provocado na fisiologia dos peixes.

Spanghero et al. (2019), concluíram que uma concentração de 80 mg L⁻¹ do óleo essencial de hortelã-pimenta (*Mentha piperita*) é recomendada para indução de anestesia em jundiás juvenis, promovendo uma anestesia profunda após 4 minutos de exposição, com completa recuperação após sete minutos de permanência em água livre do óleo essencial.

1.5 Óleo essencial de canela *Cinnamomum zeylanicum*

O gênero *Cinnamomum* (canela) compreende uma centena de espécies, as quais estão distribuídas na Ásia e Austrália (JAYAPRAKASHA e RAO, 2011). *Cinnamomum zeylanicum*, da qual são extraídos os óleos essenciais de casca e folhas, é uma importante especiaria aromática, possuindo aplicações na culinária, perfumaria e área medicinal.

Foram identificados mais de 80 componentes na composição química dos óleos voláteis de diferentes partes da árvore canela, sendo que o óleo extraído das folhas

apresenta como principal componente o eugenol (JAYAPRAKASHA e RAO, 2011). Análises cromatográficas mostraram que o óleo essencial extraído das folhas da canela *Cinnamomum zeylanicum* possui de 73,27% a 91,1% de eugenol (constituente majoritário) (CASTRO e LIMA, 2013; BANDEIRA JUNIOR et al., 2022). Balamurugan et al. (2016) descrevem que além do efeito anestésico, o eugenol, constituinte principal de muitos óleos essenciais, pode ser considerado seguro para peixes e humanos.

1.6 Fisiologia do estresse

Nos peixes o cortisol é o principal corticosteróide produzido pelo eixo hipotálamo hipofisário-interrenal (HPI) (SADOUL, 2019), sendo produzido pelas células inter-renais esparsamente distribuídas na região cefálica do rim (GAMPERL et. al, 1994).

A absorção de cortisol ocorre por difusão passiva e, uma vez nas células dos tecidos alvo, o cortisol liga-se a receptores específicos (BURY, 2003; GREENWOOD, 2003). O cortisol é metabolizado e inativado, principalmente pela via hepato-biliar-fecal, e seus metabólitos são liberados através da urina e fezes, de forma semelhante a outros esteroides (SADOUL, 2019).

As respostas ao estresse em peixes podem ser distinguidas como primárias, secundárias e terciárias (WENDELAAR BONGA, 1997).

As respostas primárias ocorrem com a ativação de centros cerebrais, repercutindo na liberação maciça de catecolaminas e corticosteroides, enquanto as respostas secundárias geralmente são definidas como as ações e efeitos imediatos desses hormônios a nível sanguíneo e tecidual, incluindo aumentos no débito cardíaco, consumo de oxigênio, mobilização de energia e perturbação do equilíbrio hidromineral.

Por outro lado, as respostas terciárias se estendem ao nível do organismo e da população, como: inibição do crescimento, reprodução e sistema imunitário (WENDELAAR BONGA, 1997).

2 Objetivos

2.1 Geral

Avaliar o efeito anestésico do óleo essencial (OE) de canela e sua influência sobre os indicadores de estresse em jundiás.

2.2 Específicos

Avaliar os tempos de indução e recuperação dos animais quando expostos ao óleo essencial de canela.

Determinar a concentração ideal do OE de canela para anestésiar jundiás.

Verificar o efeito do OE de canela sobre as respostas de estresse, avaliando os níveis plasmáticos de cortisol, glicose e lactato em jundiás submetidos ao banho anestésico, comparando-os com os parâmetros apresentados pelo grupo controle.

3 Óleo essencial de *Cinnamomum zeylanicum* como anestésico e sua influência sobre os parâmetros fisiológicos do *Rhamdia quelen*

Autores

Jean Carlos DESCHAMPS^{1,2,3,4}, Gabriel Tobias DESCHAMPS^{1,2,4}, Eduardo DA SILVA⁴,
Deivisson Ferreira da SILVA⁴, Robilson Antonio WEBER^{1,2, 3, 4}

¹ Laboratório de Organismos Aquáticos (LOA), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – IFC, Araquari, SC 89245-000, Brasil

² Laboratório de Aquicultura, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – IFC, Araquari, SC 89245-000, Brasil

³ Mestrado Profissional em Produção e Sanidade Animal, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – IFC, Araquari, SC 89245-000, Brasil

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – IFC, Araquari, SC 89245-000, Brasil

3.1 Introdução

Com a intensificação da aquicultura, manejos como a realização de biometrias, coletas de sangue, implantes hormonais e transporte, expõe os peixes a fatores estressantes que podem influenciar seu desempenho e predispor a doenças (BARTON, 2000).

A anestesia em peixes é uma prática comum em diversas áreas da aquicultura, incluindo manejo de estoques, processamento de peixes e experimentação científica (ROSS e ROSS, 2008; MARTINS et al., 2012). Além disso, a anestesia em peixes também pode ser utilizada para facilitar a realização de procedimentos como marcação, coleta de amostra e realização de exames (BARTON, 2002).

O uso de anestésicos, como a triclaína metanosulfonato (MS-222), benzocaína, lidocaína e 2-phenoxyethanol, tem sido recomendado como uma maneira de melhorar o manejo dos peixes (BECKER, 2012), minimizando o estresse e preservando o bem-estar animal, sendo MS-222 o componente sintético mais utilizado atualmente (TEIXEIRA et al., 2021).

A escolha do anestésico apropriado e o uso correto da técnica de anestesia são fundamentais para minimizar o estresse e a dor do peixe, bem como para garantir a segurança do manipulador (SNEDDON, 2012).

De acordo com Wedemeyer e McLeay (1981), a escolha do anestésico deve levar em conta fatores como a espécie do peixe, tamanho, temperatura da água, taxa metabólica, sensibilidade individual à dor e o propósito da anestesia. Além disso, a escolha do agente anestésico e da técnica de anestesia deve ser adaptada a cada situação específica (WAGNER e BENGTON, 2019).

As características fundamentais de um anestésico são a capacidade de promover uma rápida anestesia, uma recuperação anestésica sem intercorrências e baixa toxicidade. Marking e Meyer (1985), descreveram que um anestésico ideal deve induzir a anestesia em até três minutos e a recuperação completa em até cinco minutos.

Os óleos essenciais são compostos orgânicos voláteis extraídos de plantas. A utilização destes para a anestesia em peixes pode fornecer vantagens, como a ausência de resíduos químicos no peixe, baixa toxicidade, redução do estresse e dor no animal.

Muitas das substâncias presentes na composição química dos óleos essenciais são consideradas eficazes para sedação e anestesia de peixes (HOSEINI et al., 2019).

Estudos tem demonstrado a eficácia na utilização de óleos essenciais (OEs) como alternativa à utilização de substâncias sintéticas (AYDIN e BARBAS, 2020).

O óleo de cravo (*Eugenia spp.*) é amplamente utilizado na aquicultura pelo seu baixo custo, baixa toxicidade, facilidade de acesso e por ser ecologicamente correto, sendo que estudos de sua utilização como anestésico tem reafirmado a eficácia e segurança da sua utilização em peixes (AYDIN e BARBAS, 2020).

O eugenol é o componente majoritário em uma série de óleos essenciais, como os extraídos do caule, folhas e flores do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata*), noz-moscada (*Myristica fragrans*), louro (*Laurus nobilis*) (CARRASCO et al., 2008) e manjerição (*Ocimum gratissimum*) (DA SILVA et al., 2019).

Rodrigues et. al. (2015) descreveram que a utilização do eugenol como anestésico para alevinos de *Piaractus mesopotamicus* ($1,08 \pm 0,17$ g) na concentração de 20 mg L^{-1} foi capaz de promover anestesia e recuperação anestésica, sem causar mortalidade. Gonçalves et. al. (2008) constataram que tanto o mentol quanto o eugenol são anestésicos eficientes em substituição à benzocaína para juvenis de *Piaractus mesopotamicus*.

Can e Sümer (2019), indicaram que o óleo essencial de lavanda (*Lavandula angustifolia*) pode ser utilizado, de forma segura, como agente anestésico e sedativo em *Cyrtocara moorii* ($4,92 \pm 1,03$ g), relatando que uma concentração $300 \mu\text{L L}^{-1}$ é capaz de promover anestesia profunda, enquanto concentrações de 10 a $30 \mu\text{L L}^{-1}$ podem ser utilizadas no transporte dos peixes.

Da Silva et al. (2019) relataram que a menor concentração do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* capaz de induzir anestesia em juvenis de *Astyanax bimaculatus* ($4,41 \pm 0,85$ g) foi $300 \mu\text{L L}^{-1}$. Hajek (2011) relatou que todas as concentrações testadas (0,2 a $0,6 \text{ ml L}^{-1}$) do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* resultaram em sedação e imobilização de *Cyprinus carpio* (22 ± 6 g), sendo $0,5 \text{ mL L}^{-1}$ a menor concentração efetiva, cujo tempo de indução foi inferior a 3 minutos.

Parodi et al. (2014), relatam que o óleo essencial de *Aloysia triphylla*, em concentrações de 100 a 800 $\mu\text{L L}^{-1}$, promoveu anestesia profunda em *Rhamdia quelen* (albino: $2,6 \pm 1,0$ g; cinza: $3,0 \pm 0,6$ g) sem ocasionar mortalidade. Um estudo de Teixeira et al. (2017) verificou que o óleo essencial de *A. triphylla* em uma concentração de 300 $\mu\text{L L}^{-1}$ promoveu redução dos níveis de cortisol em juvenis de *O. niloticus* ($107,31 \pm 18,70$ g). Gressler et al. (2014) descreveram que o óleo essencial de *A. triphylla* foi capaz de prevenir a formação de peróxidos de lipídios no fígado e atenuou as respostas ao estresse em *Rhamdia quelen* ($95,63 \pm 2,83$ g).

Benovit et al. (2012) relatou que o óleo essencial de *A. gratissima* (270-900 mg L^{-1}) provocou contrações musculares involuntárias, paralisia e mortalidade durante o transporte de *Paralichthys orbignyanus*, portanto, não sendo recomendado para uso como anestésico nesta espécie. Benovit et al. (2015) avaliaram a utilização de *A. gratissima* em *Rhamdia quelen*, verificando também contrações musculares involuntárias e mortalidade, atribuindo estes sintomas aos ingredientes ativos E-(-)-pinocanfone e (-)-cariofileno. Portanto, deve ser utilizado com cautela em *Rhamdia quelen*.

Os óleos essenciais de *Cunila galioides* e de *Origanum majorana*, nas concentrações de 25 – 50 ml L^{-1} e 100 ml L^{-1} respectivamente, reduziram a perda de íons em *Rhamdia quelen* (CUNHA et al., 2017), reduzindo aparentemente o estresse e podendo ser utilizados no transporte dos peixes (DE FREITAS SOUZA et. al., 2019).

O gênero *Cinnamomum* compreende uma centena de espécies, as quais estão distribuídas na Ásia e Austrália (JAYAPRAKASHA e RAO, 2011). É uma árvore tropical perene, pertencente à família Lauraceae (ELUMALAI et al., 2011). Dela pode ser extraído o óleo essencial de canela. Este pode ser obtido tanto das cascas como das folhas, mas a composição dos dois é completamente distinta. O óleo obtido da casca é utilizado na aromatização de alimentos, o das folhas, na cosmética e na aromaterapia (DIAS et al., 2009; GROSSMAN, 2005).

Até o momento, foram descobertos mais de 300 compostos voláteis como constituintes do óleo essencial de canela (WONG et al., 2014). Análises cromatográficas realizadas por Castro e Lima (2013) mostraram que o constituinte majoritário do óleo essencial extraído das folhas da canela *Cinnamomum zeylanicum* é o eugenol, representando 73,27% da sua composição, enquanto as análises de Bandeira Junior et al. (2022) demonstraram uma representação de 91,1% de eugenol no óleo essencial de *C. zeylanicum*.

3.2 Materiais e Métodos

3.2.1 Animais

Os procedimentos realizados neste estudo foram submetidos ao Comitê de Ética no Uso de Animais do Instituto Federal Catarinense (IFC) - Campus Araquari, sob protocolos nº 390/22 e nº 431/23.

O estudo foi realizado no LOA (Laboratório de organismos aquáticos) do Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari. Os jundiás foram adquiridos de uma aquicultura comercial, sendo que os animais passaram por uma adaptação às condições do laboratório, por um período de sete dias, antes de serem utilizados nos experimentos. A qualidade da água foi avaliada diariamente, estando os animais aclimatados em um sistema de recirculação com renovação diária de 200%. Os peixes foram submetidos a um jejum alimentar 24 horas antes da realização dos experimentos.

Os animais foram alimentados uma vez ao dia, às 12 horas, com ração comercial (Anhambí Nutrição Animal – 36% de proteína bruta; 4% de fibra bruta; 7% de extrato etéreo; 13% de matéria mineral) até a saciedade. Realizou-se a sifonagem dos tanques uma hora após cada arraçoamento.

3.2.2 Experimento I – Indução e recuperação anestésica

Foram utilizados 60 animais com peso médio de $245,75 \pm 17,61$ g. Os animais permaneceram em três tanques de polietileno de 100 L (densidade $65,53 \text{ g L}^{-1}$). Os parâmetros de qualidade da água (oxigênio dissolvido: $7,10 \pm 0,40 \text{ mg L}^{-1}$; amônia total: $6,12 \pm 1,63 \text{ mg L}^{-1}$; amônia não ionizada $0,027 \pm 0,31 \text{ mg L}^{-1}$; nitrito: $0,45 \pm 0,61 \text{ mg L}^{-1}$; temperatura: $23,71 \pm 0,48^\circ\text{C}$; e pH: $6,71 \pm 0,15$) foram monitorados diariamente.

Tendo em vista as características hidrofóbicas do OE, este foi previamente diluído em álcool etílico (95%) na proporção de 1:10 para melhor solubilização (BENOVIT et al., 2012; DA SILVA et al., 2019). Os peixes foram expostos a cinco concentrações de óleo essencial de canela (OEC): 140, 160, 180, 200 e $220 \mu\text{L L}^{-1}$ (10 peixes/concentração); além de um grupo controle contendo apenas a maior quantidade de diluente utilizado (álcool etílico 95%).

Os animais foram capturados por meio de puçás, sendo o procedimento realizado com a captura de um animal por vez (avaliação individual), em seguida transferidos para um aquário de observação mantido com aeração constante, contendo 3 L de água e a concentração do OEC a ser avaliada. Após, observou-se as etapas da anestesia, com o registro dos tempos de indução até o momento em que os peixes atingissem o segundo estágio da anestesia, que se caracterizava por apresentarem perda total de equilíbrio e tônus muscular, baixa frequência de movimentos operculares e respostas reflexivas fortemente atenuadas (Figura 2 e 3), conforme metodologia utilizada por Weber et al. (2009) (Tabela 1).

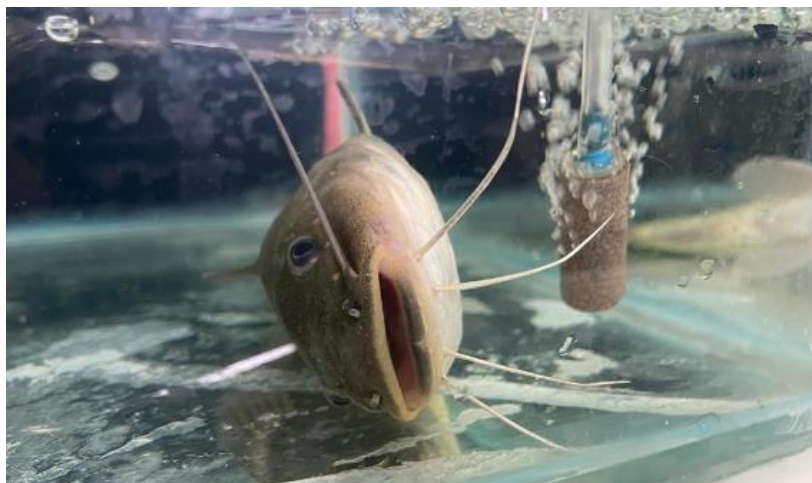


Figura 2. *Rhamdia quelen* durante procedimento anestésico. Fonte: Acervo pessoal (2023).



Figura 3. Avaliação de respostas a estímulos externos. Fonte: Acervo pessoal (2023).

Tabela 1. Estágios de anestesia.

Anestesia	
Estágio	Descrição
I	Perda parcial do equilíbrio Os peixes retêm alguns movimentos corporais
II	Perda total de equilíbrio e tônus muscular Baixa frequência de movimentos operculares Respostas reflexivas fortemente atenuadas
III	Movimentos operculares imperceptíveis Perda total de reflexos espinhais

Adaptado de Weber et al. (2009)

Após o procedimento anestésico, os animais foram retirados da solução anestésica, sendo acondicionados em um tanque contendo apenas água e aeração constante. Os jundiás foram observados, e após o atingimento da condição pré-anestésica, registrou-se o tempo de recuperação (WEBER et al., 2009). Foram verificadas as características apresentadas na Tabela 2, até o retorno à condição pré-anestésica. O período máximo de observação foi de 30 minutos. Após a recuperação anestésica, os animais foram acomodados em tanques com um volume de 50 L de água, ficando em observação por 24 horas para verificação de mortalidade de animais.

Tabela 2. Estágios de recuperação após anestesia.

Recuperação	
Estágio	Descrição
I	Ausência de equilíbrio Nenhum movimento corporal Os peixes começam a recuperar os movimentos operculares
II	Recuperação do equilíbrio e leves movimentos corporais Recuperação da frequência dos movimentos operculares
III	Frequência opercular ligeiramente maior do que na pré-anestesia Movimento semelhante à pré-anestesia Natação normal

Adaptado de Weber et al. (2009)

3.2.3 Experimento II - Avaliação dos parâmetros de estresse

Nesta etapa, foram utilizados trinta jundiás, com peso médio de $200,71 \pm 30,18g$, a fim de verificar os níveis plasmáticos de cortisol, lactato e glicose após serem submetidos à concentração de OEC capaz de ocasionar anestesia. Novamente, os peixes foram aclimatados às condições de laboratório por um período de sete dias. Os parâmetros de qualidade da água foram mensurados diariamente (oxigênio dissolvido:

6,40 ± 0,36 mg L⁻¹; amônia total: 0,048 ± 0,13 mg L⁻¹; amônia não ionizada 0,00 ± 0,00 mg L⁻¹; nitrito: 0,00 ± 0,00 mg L⁻¹; temperatura: 24,4 ± 0,65°C; e pH: 6,70 ± 0,25).

Os jundiás foram alocados em dois grupos de quinze animais cada, sendo um grupo destinado ao grupo controle (sem anestésico), e os outros quinze peixes, submetidos à concentração de 200 µL L⁻¹ da solução de óleo essencial de canela. Os animais foram colocados em dez caixas de polietileno contendo 50 L de água, sendo que em cada tanque foram alocados três jundiás. Os peixes foram retirados por meio de um puçá de uma única vez de cada caixa, ou seja, três animais submetidos a anestesia ao mesmo tempo. Da mesma forma procedeu-se com os indivíduos pertencentes ao grupo controle.

Após a indução ao estado anestésico, os animais foram retirados do aquário, pesados e submetidos à coleta de sangue em período não superior a um minuto. Após a coleta de sangue, os animais foram acondicionados em um tanque contendo 15 L de água sob aeração constante para a recuperação à condição pré-anestésica. Os peixes do grupo controle foram submetidos à coleta de sangue sem anestesia prévia (apenas contenção física) e posterior aferição do peso. Para a realização do procedimento de coleta de sangue, adotou-se o tempo máximo de 1 minuto.

A coleta do sangue, foi realizada por meio de seringas de 1 mL (agulhas 23 G) banhadas internamente com ácido etilenodiaminotetraacético (EDTA) (Figura 4). Foram coletados aproximadamente 0,80 mL por punção do vaso caudal. Em seguida à coleta, o sangue foi transferido para microtubos tipo eppendorf de 2 mL, identificados previamente, e mantidos em caixa térmica contendo gelo reciclável. Após as coletas, o sangue foi centrifugado a 11600 x g por 5 min a 4°C, para obtenção do plasma, sendo este armazenado em nitrogênio líquido até a realização das análises laboratoriais.

Foram utilizados Kits comerciais para a realização de análises de glicose (GLICOSE PAP - LABTEST DIAGNÓSTICO S.A., Brasil) e lactato (LACTATO - LABTEST DIAGNÓSTICO S.A., Brasil). As análises de cortisol foram realizadas por meio da metodologia de

Quimioluminescência, sendo realizadas pelo laboratório veterinário VETEX – Balneário Camboriú.



Figura 4. Procedimento de coleta de sangue. Fonte: Acervo pessoal (2023).

3.2.4 Análise estatística

3.2.4.1 Experimento I

Os dados foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, homogeneidade de variância pelo teste de Bartlett e análise gráfica dos resíduos, e submetidos à análise de variância, teste de Tukey e regressão, a 5% de significância, utilizando o software R versão 3.2.3 (RDCT, 2019). Os modelos foram ajustados com base na significância dos parâmetros e do coeficiente de determinação. Os dados são apresentados como a média \pm erro padrão da média.

3.2.4.2 Experimento II

Os dados foram avaliados primeiro quanto à normalidade pelo teste Shapiro Wilk e homogeneidade de variância pelo teste de Bartlett. Posteriormente, foram submetidos ao teste t de Student e teste de Wilcoxon/Mann-Whitney, paramétrico e

não paramétrico, respectivamente. O teste não paramétrico foi feito apenas para as situações nas quais as pressuposições do teste de t de Student foram violadas. As análises estatísticas foram realizadas usando o software R versão 4.2.3 (R CORE TEAM, 2023).

3.3 Resultados

3.3.1 Caracterização química do óleo essencial

A Figura 5 representa as análises quantitativas e qualitativas do óleo essencial de Canela (*Cinnamomum zeylanicum*) fornecida pelo fabricante (**Terra Flor Aromaterapia**). Descreve-se o eugenol como principal constituinte do OEC, representando 76,35%.

R.Time	Name	Area%	R.Time	Name	Area%
14.875	alpha-Pinene	0.02	37.513	(E)-Cinnamaldehyde	1.04
15.866	Camphene	0.01	38.684	Safrole	0.40
16.520	Benzaldehyde	0.04	39.770	(E)-Cinnamyl alcohol	0.02
17.542	beta-Pinene	0.03	42.490	alpha-Cubebene	0.01
18.133	Myrcene	0.09	43.048	Eugenol	76.35
18.843	2-Carene	0.01	43.833	Hydrocinnamyl acetate	0.05
19.309	alpha-Phellandrene	2.06	44.429	alpha-Copaene	0.29
19.467	delta-3-Carene	0.07	45.270	beta-Elementene	0.01
19.994	alpha-Terpinene	0.05	45.803	Methyleugenol	0.01
20.493	para-Cymene	0.14	46.287	cis-beta-Caryophyllene	0.01
20.811	Limonene	0.42	47.267	beta-Caryophyllene	6.96
20.935	beta-Phellandrene	0.04	48.409	Aromadendrene	0.02
21.025	1,8-cineole	0.44	48.662	(E)-Cinnamyl acetate	1.43
21.875	trans-beta-Ocimene	0.00	49.472	alpha-Humulene	0.26
22.746	gamma-Terpinene	0.00	50.611	Germacrene D	0.01
23.571	cis-Linalool oxide (furanoid)	0.01	51.527	beta-Selinene	0.00
24.626	Terpinolene	0.03	51.638	Viridiflorene	0.03
25.543	Linalool	3.24	51.916	Bicyclogermacrene	0.03
25.747	Unidentified	0.02	52.061	alpha-Muurolene	0.01
29.893	Benzyl acetate	0.03	52.883	Eugenyl acetate	2.49
30.668	Borneol	0.02	53.228	delta-Cadinene	0.05
30.765	Unidentified	0.00	56.719	Spathulenol	0.02
31.251	Terpinen-4-ol	0.03	57.060	Caryophyllene oxide	0.19
31.645	para-Cymen-8-ol	0.01	58.671	Humulene epoxide II	0.04
32.239	alpha-Terpineol	0.13	60.179	Unidentified	0.01
32.800	alpha-Phellandrene epoxide	0.01	61.188	Unidentified	0.02
34.561	Hydrocinnamic alcohol	0.02	62.004	14-Hydroxy-9-epi-Z-Caryophyllene	0.02
35.986	Chavicol	0.06	67.200	Benzyl benzoate	3.17
36.201	2-Phenethyl acetate	0.01			
					100.00

Figura 5. Caracterização química do óleo essencial de *Cinnamomum zeylanicum*. Area %: porcentagem do componente no óleo essencial; R. Time: tempo de retenção; Name: nome do constituinte químico.

3.3.1.1 Experimento I – Indução e recuperação anestésica

O efeito anestésico do OEC foi verificado e comprovado em todas as concentrações testadas. A menor concentração capaz de produzir anestesia em até 3 min foi de 200 $\mu\text{L L}^{-1}$. Os animais submetidos apenas ao álcool etílico (95%) não foram induzidos à anestesia. Não se verificou mortalidade de animais durante a realização do experimento.

Os peixes submetidos às concentrações de 140 e 160 $\mu\text{L L}^{-1}$ de OEC foram induzidos à anestesia em $4,02 \pm 0,23$ min e $3,58 \pm 0,78$ min, respectivamente, sem diferenças estatísticas ($P > 0,05$) entre ambas. Quando os animais foram submetidos às concentrações de 180, 200 e 220 $\mu\text{L L}^{-1}$ de OEC, os tempos de indução à anestesia foram $3,06 \pm 0,29$ min, $2,98 \pm 0,41$ min e $2,90 \pm 0,49$ min, respectivamente, sem diferença estatística ($P > 0,05$) entre elas. As concentrações de 140 e 160 $\mu\text{L L}^{-1}$ e as concentrações de 180, 200 e 220 $\mu\text{L L}^{-1}$ diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) (Figuras 6 e 7).

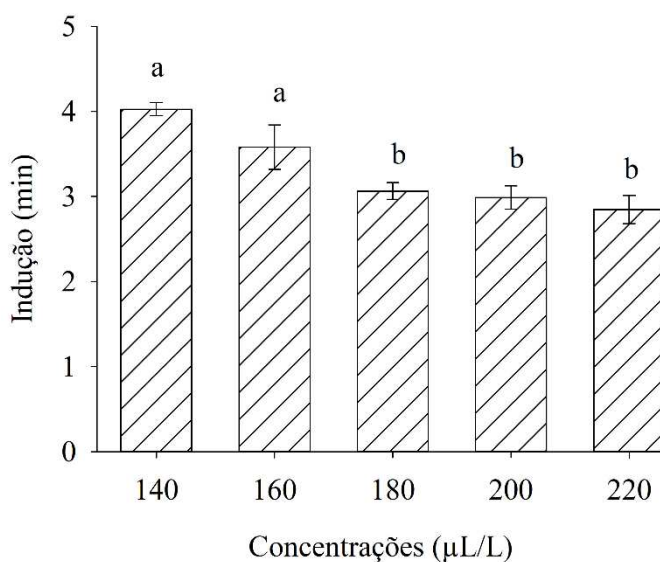


Figura 6. Tempos de indução do *Rhamdia quelen*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

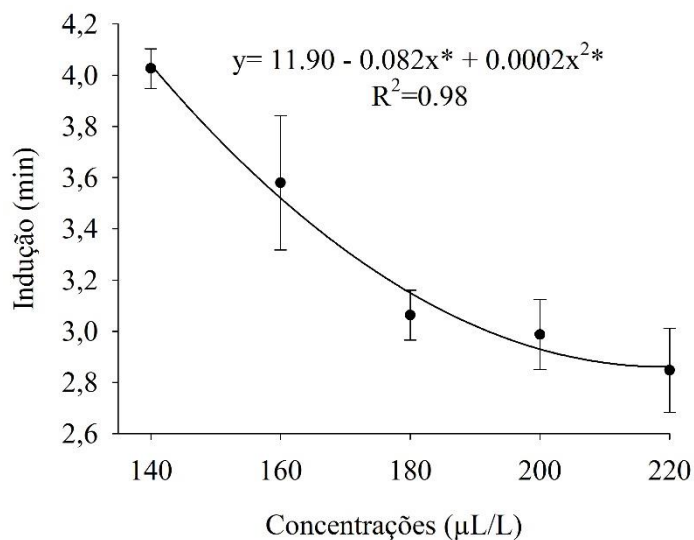


Figura 7. Tempos de indução do *Rhardia quelen* submetido a diferentes concentrações de óleo essencial de *Cinnamomum zeylanicum*. Os dados são apresentados como a média \pm erro padrão da média. *Significativo a 5% pelo test de t-Student.

Tratando-se do tempo de recuperação dos jundiás submetidos as concentrações de OEC de 140, 160, 180, 200, e 220 $\mu\text{L L}^{-1}$, houve diferença significativa ($P < 0,05$) apenas entre o tempo de recuperação dos animais expostos à concentração de 220 $\mu\text{L L}^{-1}$ com relação aos demais tratamentos. Os tempos de recuperação foram $9,80 \pm 2,27$ min; $8,9 \pm 3,53$ min; $10,59 \pm 4,28$ min; $13,61 \pm 3,37$ min e $24,00 \pm 7,79$ min respectivamente para as concentrações de 140, 160, 180, 200 e 220 $\mu\text{L L}^{-1}$ (Figuras 8 e 9).

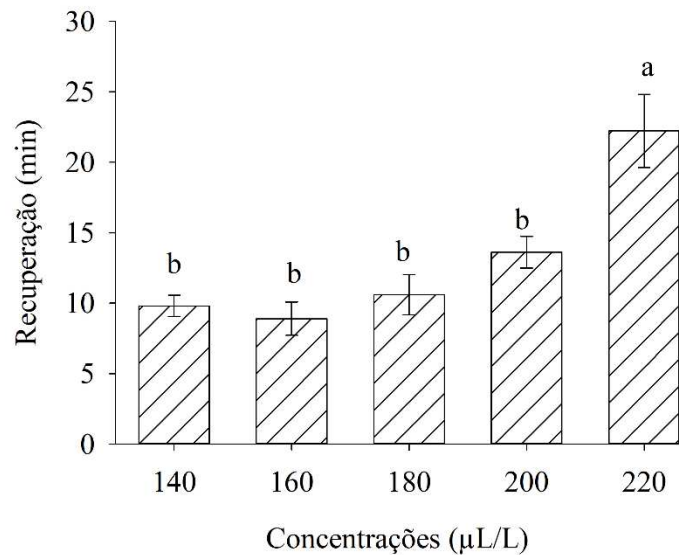


Figura 8. Tempos de recuperação anestésica do *Rhamdia quelen*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

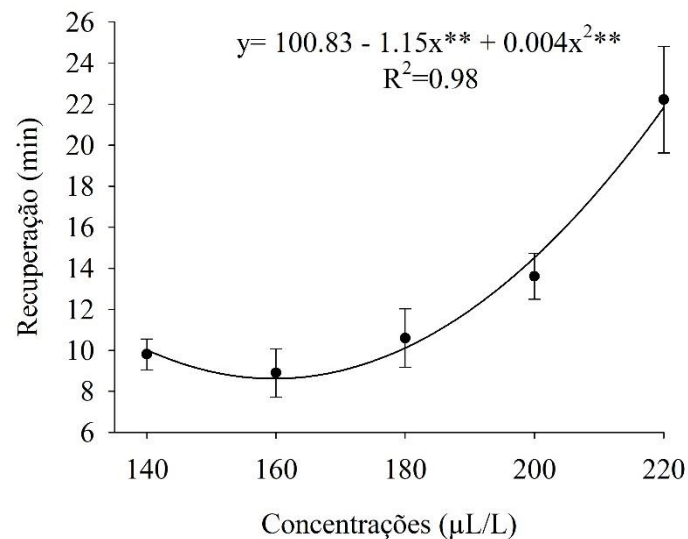


Figura 9. Tempos de recuperação anestésica do *Rhamdia quelen* submetido a diferentes concentrações de óleo essencial de *Cinnamomum zeylanicum*. Os dados são apresentados como a média \pm erro padrão da média. **Significativo a 1 % pelo teste de t-Student.

3.3.2 Experimento II - Avaliação dos parâmetros de estresse

Quando o OEC foi utilizado na concentração de $200 \mu\text{L L}^{-1}$, não se verificou diferença estatística significativa ($P > 0,05$) nos níveis plasmáticos de cortisol ($4,65 \pm 2,01 \mu\text{g dL}^{-1}$) quando comparado ao grupo controle ($5,09 \pm 1,77 \mu\text{g dL}^{-1}$) (Figura 10).

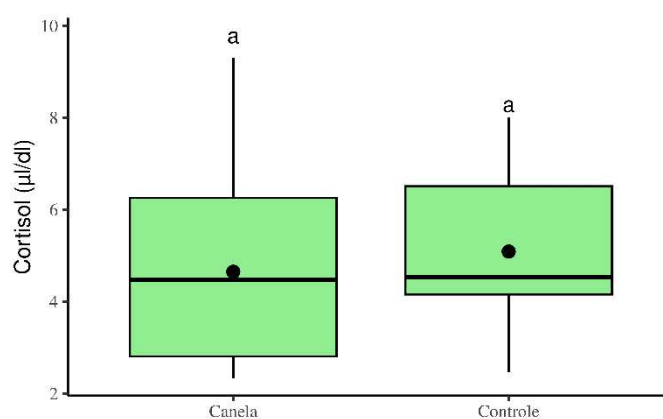


Figura 10. Concentração plasmática de cortisol em *Rhamdia quelen* após submissão anestésica à concentração de $200 \mu\text{L L}^{-1}$ de OEC, e tratamento controle (níveis basais). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de t de Student ($p > 0,05$). Marcador preto indica a média para o tratamento analisado.

O óleo essencial de canela foi capaz de prevenir o aumento da glicose e do cortisol. Os valores plasmáticos de glicose dos animais anestesiados com $200 \mu\text{L L}^{-1}$ de OEC ($30,34 \pm 19,54 \text{ mg dL}^{-1}$) não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$) da concentração dos animais pertencentes ao grupo controle ($24,40 \pm 18,53 \text{ mg dL}^{-1}$) (Figura 11).

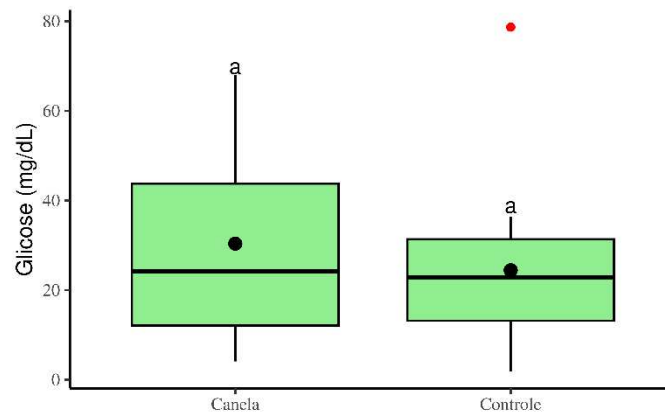


Figura 11. Concentração plasmática de glicose em *Rhamdia quelen* após submissão anestésica à concentração de $200 \mu\text{L L}^{-1}$ de OEC, e tratamento controle (níveis basais). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de t de Student ($p > 0,05$). Marcador preto indica a média para o tratamento e vermelho indica outlier.

Porém, quando se avaliou os níveis do lactato plasmático (Figura 12), observou-se um aumento significativo ($P < 0,05$) nos animais submetidos ao OEC ($26,76 \pm 16,95 \text{ mg dL}^{-1}$) quando comparado ao grupo controle ($9,29 \pm 9,12 \text{ mg dL}^{-1}$).

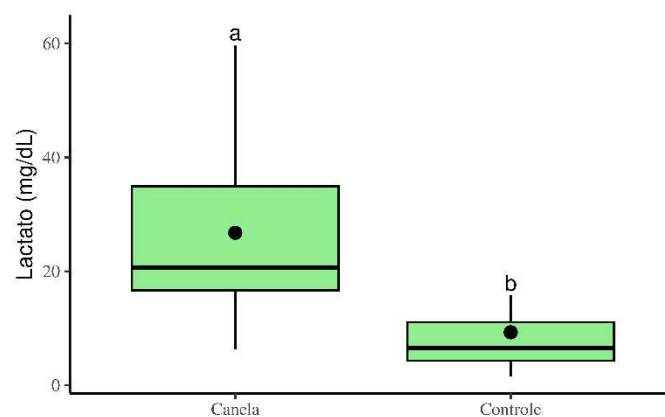


Figura 12. Concentração plasmática de lactato em *Rhamdia quelen* após submissão anestésica à concentração de $200 \mu\text{L L}^{-1}$ de OEC, e tratamento controle

(níveis basais). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Teste de Wilcoxon\ Mann-Whitney ($p>0,05$). Marcador preto indica a média para o tratamento analisado.

3.4 Discussão

3.4.1 Experimento I – Determinação da concentração ideal

O controle do estresse por meio da anestesia protege o peixe e aumenta a eficiência técnica dos procedimentos de manejo, garantindo o bem-estar dos animais (BECKER et al., 2012). Esta prática tem sido cada vez mais discutida dentro de um contexto de ética e bem-estar de animais aquáticos (BARBAS et al., 2021), sendo preconizada numa escala cada vez maior na aquicultura (DA SILVA et al., 2019).

Bandeira Junior et al. (2022) demonstrou que o óleo essencial de *Cinamomum cassia* nas concentrações de 100, 150 e 200 mg L⁻¹ induziu anestesia em *R. quelen*. Apesar de ser outra espécie de planta utilizada em nosso estudo (*Cinnamomum zeylanicum*), obtivemos resultado semelhante. Simões et. al (2012), utilizando o óleo essencial de *Eugenia spp*, (cujo constituinte majoritário também é eugenol) em juvenis de *Oreochromis niloticus* (55,35 ± 15,68g) observaram que as concentrações de 100, 150, 200, 250 e 300 mg L⁻¹ também induziram anestesia. Resultado semelhante encontramos em nosso experimento utilizando o OEC (cujo constituinte majoritário também é eugenol). O estudo de Aréchiga-Palomera et al. (2023) utilizando o *Dormitator latifrons* como modelo experimental, sugere o uso da concentração de 200 µl L⁻¹ de eugenol para indução de anestesia profunda (menos de dois minutos).

Ao testar a utilização de eugenol em *Piaractus mesopotamicus*, Rotili et al. (2012) observaram que todos os peixes expostos às concentrações de eugenol (40, 80, 120, 160 e 200 mg L⁻¹) atingiram o estado de anestesia profunda. Vidal et al. (2008) também observaram que todas as concentrações de eugenol testadas (50, 75, 100, 150, 200, e 250 mg L⁻¹), foram capazes de induzir anestesia profunda em *Oreochromis niloticus*

(5,34g). Resultados similares ao nossos, visto que se evidenciou que os animais submetidos as concentrações de 140, 160, 180, 200, e 220 $\mu\text{L L}^{-1}$ atingiram o estágio de indução anestésica II, descrito por Weber et al. (2009).

Spanghero et al. (2019) concluíram que concentrações superiores a 80 mg L^{-1} de óleo essencial de *Mentha piperita* resultaram em anestesia profunda de *R. quelen* ($3,08 \pm 0,80\text{g}$) em aproximadamente 4 minutos de exposição. Cunha et al. (2010b) e Santos et al. (2022) utilizando o eugenol, Silva et al. (2015) utilizando o óleo essencial de *Ocimum americanum*, e Zeppenfeld et al. (2019) utilizando o óleo de *Ocimum micranthum* observaram que o aumento da concentração diminuiu o tempo de indução, padrão semelhante foi observado em nosso experimento.

Tratando-se do tempo de recuperação, observamos que houve diferença significativa apenas entre o tempo de recuperação dos animais expostos à concentração de 220 $\mu\text{L L}^{-1}$ ($24,00 \pm 7,79$ min) quando comparado aos demais tratamentos ($9,80 \pm 2,27$ min; $8,9 \pm 3,53$ min; $10,59 \pm 4,28$ min e $13,61 \pm 3,37$ min). Zeppenfeld et al. (2019) também verificaram diferenças no tempo de recuperação de *R. quelen* anestesiados com óleo essencial de *Ocimum micranthum* nas concentrações de 50 $\mu\text{L L}^{-1}$, 100 $\mu\text{L L}^{-1}$ e 200 $\mu\text{L L}^{-1}$, contudo, a recuperação foi mais lenta nos peixes anestesiados com a menor concentração de óleo essencial, diferindo dos nossos resultados, onde o maior tempo de recuperação ocorreu com a maior concentração do OEC. Segundo Bandeira Junior et al. (2022), a maioria dos anestésicos lipofílicos tendem a aumentar o tempo de recuperação quando utilizados em maiores concentrações, sendo que o acúmulo de anestésico na gordura corporal provavelmente provoca uma liberação lenta deste, aumentando o tempo de recuperação.

Desta forma, entendemos que a recuperação mais rápida (6,2-8,1 minutos) observada por Bandeira Junior et al. (2022) em *R. quelen* ($6,62 \pm 0,28\text{g}$) anestesiados com óleo essencial de *Cinnamomun cassia* em comparação aos tempos encontrados em nosso experimento deve-se à diferença de tamanho do animal, menor composição de

gordura dos animais e uma taxa metabólica maior nos animais mais jovens quando comparada aos animais maiores.

3.4.2 Experimento II – Avaliação dos parâmetros de estresse

Nos peixes, após um evento estressante, podem ocorrer aumentos nos níveis plasmáticos de cortisol, glicose e lactato (WENDELAAR BONGA, 1997). Quando um anestésico é utilizado, aumentos nesses indicadores não deveriam ser observados.

O cortisol plasmático é o principal corticosteroide liberado em situações de estresse, por isso, é utilizado como indicador de estresse primário em peixes (MOMMSEN et al., 1999).

Em nosso experimento, não observamos aumento nos níveis plasmáticos de cortisol após indução à anestesia com o óleo essencial de *Cinnamomum zeylanicum*. Resultados semelhantes foram encontrados por Simões et al. (2012), utilizando o óleo essencial de *Eugenia spp.*, cujo constituinte majoritário também é o eugenol, este foi eficiente para suprimir o incremento os níveis de cortisol durante a anestesia de juvenis de *Oreochromis niloticus*, não havendo alteração nos níveis deste hormônio.

Da mesma forma, Cunha et al. (2010a, b) observaram que não houve aumento nos níveis plasmáticos de cortisol em *Rhamdia quelen* submetidos à manipulação enquanto anestesiados com óleo essencial de *L. alba* e com eugenol. Corso et al., (2019) e Le et al. (2019) utilizando eugenol (40 e 50 mg L⁻¹ e 20,0 mg L⁻¹ respectivamente) como anestésico, conseguiram impedir a elevação dos níveis de cortisol diante de um estresse de manipulação em *R. quelen* e *Carassius auratus* respectivamente. Entretanto, Bodur et al., (2018), ao anestésiar *Dicentrarchus labrax* com óleo essencial de eucalipto (*Eucalyptus sp.*) (300 µL L⁻¹), observaram um aumento no nível plasmático de cortisol.

A glicose plasmática é a uma variável bastante utilizada dentre os indicadores de estresse de resposta secundária (MARICCHIOLO e GENOVESE, 2011). Em nosso experimento, observamos que os níveis da glicose plasmática permaneceram iguais ao

grupo controle (níveis basais). Resultados semelhantes foram encontrados por De Oliveira et al. (2019) em bagre amazônico híbrido (*Pseudoplatystoma reticulatum* × *Leiarius marmoratus*) com peso médio de $112,27 \pm 6,19$ g anestesiados com $53,0 \text{ mg L}^{-1}$ de eugenol. Ao contrário do observado em nosso estudo, Simões e Gomes (2009) observaram que a utilização do mentol como anestésico, na concentração de 250 mg L^{-1} , promoveu um aumento nos níveis de glicose sanguínea em *Oreochromis niloticus*, caracterizando ocorrência de estresse, o que torna menos interessante a utilização deste produto para esta espécie. Silva et al. (2015) identificaram um aumento significativo da glicose plasmática em *Rhamdia quelen* anestesiados com 300 e 500 mg L^{-1} de óleo essencial de alfavaca (*Ocimum americanum*). Simões et al. (2012) verificaram que a glicose sanguínea em juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) foi significativamente maior logo após a anestesia. Deriggi et al. (2006), também observaram aumento da glicose logo após a anestesia de juvenis tilápia com concentrações de 20 e 80 mg L^{-1} de eugenol.

Situações de estresse em peixes podem causar, ainda, demanda energética maior que a sustentável pelo metabolismo aeróbico. Assim, o metabolismo anaeróbico é notado por meio dos aumentos dos níveis de lactato plasmático (INOUE e MORAES, 2007). O aumento do lactato plasmático é considerado uma resposta secundária de estresse (WENDELAAR BONGA, 1997; BARTON, 2002).

Em nosso experimento, acreditamos que o aumento dos níveis de lactato plasmático observado no grupo anestesiado com OEC esteja relacionado ao metabolismo anaeróbico, e pode ter sido causado pela hipóxia decorrente de bradipneia durante a anestesia, devido ao fornecimento insuficiente de oxigênio (WENDELAAR BONGA, 1997; BARTON, 2002; MATSCHE, 2017).

Resultados semelhantes ao observado em nosso experimento foram observados por Saccol et al. (2017a, b) em *Brycon amazonicus* e *Colossoma macropomum* anestesiados ($200 \mu\text{L L}^{-1}$ e $500 \mu\text{L L}^{-1}$ respectivamente) e sedados ($10 \mu\text{L L}^{-1}$ e $40 \mu\text{L L}^{-1}$) com óleos essenciais de *Myrcia sylvatica* e *Curcuma longa*, respectivamente,

observaram-se aumento dos níveis de lactato. Também Toni et al. (2014) observaram o aumento dos níveis de lactato, em *Rhamdia quelen* após anestesia com 150 – 450 $\mu\text{L L}^{-1}$ de óleo essencial de *Hesperozygis ringens*.

3.5 Conclusão

O OEC na concentração de 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ é adequado para ser usado como anestésico em *R. quelen* quando se deseja uma indução anestésica rápida (em até 3 min). Apesar desta concentração não apresentar diferença estatística com relação a concentração de 180 $\mu\text{L L}^{-1}$, observamos durante a realização do experimento que a concentração de 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ foi a mais adequada para a realização da anestesia. O OEC não provocou aumento nos níveis de cortisol e glicose plasmática. Não se verificaram mortalidade após a exposição às diferentes concentrações ao OEC. Desta forma, conclui-se que o OEC é um anestésico seguro para uso em *R. quelen*, entretanto, mais estudos devem ser realizados para avaliar possíveis alterações histopatológicas nos órgãos e a viabilidade econômica de seu uso.

4 Considerações finais

O desenvolvimento deste trabalho apresentou resultados promissores sobre o uso de OEC como anestésico em jundiás, visto que até então não havia descrição do seu uso nesta espécie. Demonstrou-se que o OEC, um anestésico alternativo (derivado de planta), pode ser utilizado com segurança como anestésico para o *R. quelen*. Após a finalização deste trabalho, pode-se descrever a concentração ideal de uso do OEC como anestésico para *R. quelen*, bem como as informações referentes ao estresse. O OEC pode ser considerado um anestésico adequado para uso em anestesia de *R. quelen* pois mantém os níveis plasmáticos de cortisol e glicose com valores semelhantes aos níveis basais, embora tenha-se observado uma elevação na concentração sérica de lactato. Mesmo com a apresentação de níveis de indicadores de estresse aceitáveis e com a ausência de mortalidade de animais pós exposição ao OEC, deve-se realizar estudos futuros para a avaliação de possíveis efeitos de toxicidade, danos histopatológicos e resíduos em musculatura.

5 Referências

AGUIRRE, W. *Rhamdia quelen*. 2014. 640x230 pixels. Disponível em: <https://www.fishbase.se/photos/PicturesSummary.php?resultPage=8&ID=23351&what=species>. Acesso em: 22 de outubro de 2023.

ARÉCHIGA-PALOMERA, M. A., FIGUEROA-SALAZAR, A. G., NIEVES-RODRÍGUEZ, K. N., NOLASCO-SORIA, H., GUERRERO-GALVÁN, S. R., BADILLO-ZAPATA, D., VEGA-VILLASANTE, F. Putting the Pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* (Pisces: Eleotridae) to sleep: effects of clove oil and lidocaine anesthetic. **Braz J Biol.** 2023

AYDIN, B., BARBAS, L. A. L., Sedative and anesthetic properties of essential oils and their active compounds in fish: A review, **Aquaculture**, v. 520, 2020.

AZAD, I.S., AL-YAQOUT, A., AL-ROUMI, M. Antibacterial and immunity enhancement properties of anaesthetic doses of thyme (*Thymus vulgaris*) oil and three other anaesthetics in *Sparidentax hasta* and *Acanthopagrus latus*. **J. King Saud Univ. Sci.** 26, 101–106, 2014.

BALAMURUGAN, J., KUMAR, T. T. A., PRAKASH, S., MEENAKUMARI, B., BALASUNDARAM, C., HARIKRISHNAN, R. Clove extract: A potential source for stress free transport of fish. **Aquaculture**, v. 454, p. 171– 175, 2016.

BALDISSEROTTO, B., SILVA, L.V.F. Water quality. In *Farming of catfish* (B. Baldisserotto and J. Radunz Neto, eds) pp. 73-94, **UFSM**, Santa Maria, RS, Brazil, 2004.

BALDISSEROTTO, B. Piscicultura continental no Rio Grande do Sul: situação atual, problemas e perspectivas para o futuro. **Ciência Rural**, v.39, p.291-299, 2009.

BANDEIRA JUNIOR, G.; BIANCHINI, A.E.; DE FREITAS SOUZA, C.; DESCOVI, S.N.; DA SILVA FERNANDES, L.; DE LIMA SILVA, L.; CARGNELUTTI, J.F.; BALDISSEROTTO, B. The Use of Cinnamon Essential Oils in Aquaculture: Antibacterial, Anesthetic, Growth-Promoting, and Antioxidant Effects. **Fishes** 2022.

BARATA, M. et al. Efficiency of 2-phenoxyethanol and Clove Oil for Reducing Handling Stress in Reared Meagre, *Argyrosomus regius* (Pisces: Sciaenidae). **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 47, n. 1, p. 82-92, 2016.

BARBAS, L. A. L., TORRES, M. F., DA COSTA, B. M. P. A., FEITOSA, M. J. M., MALTEZ, L. C., AMADO, L. L., ... HAMOY, M. Eugenol induces body immobilization yet evoking an increased neuronal excitability in fish during short-term baths. **Aquatic Toxicology**, 231, 105734, 2021.

BARTON, B. A. Salmonid Fishes Differ in Their Cortisol and Glucose Responses to Handling and Transport Stress, **North American Journal of Aquaculture**, v. 62, n. 1, p. 12-18, 2000.

BARTON B. A. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. **Integr Comp Biol**; v. 42, n. 3, p. 517-525, 2002.

BECKER, A. G., PARODI, T. V., HELDWEIN, C. G., ZEPPEFELD, C. C., HEINZMANN, B. M., AND BALDISSEROTTO, B. Transportation of silver catfish, *Rhamdia quelen*, in water with eugenol and the essential oil of *Lippia alba*. **Fish Physiol. Biochem.** 38, 789–796, 2012.

BENOVIT, S. C., GRESSLER, L. T., SILVA, L. L., GARCIA, L. O., OKAMOTO, M. H., PEDRON, J. S., ... BALDISSEROTTO, B. Anesthesia and transport of brazilian flounder, *Paralichthys orbignyanus*, with essential oils of *Aloysia gratissima* and *Ocimum gratissimum*. **Journal of World Aquaculture Society**, 43(6), 896–900, 2012.

BENOVIT, S.C., SILVA, L.L., SALBEGO, J., LORO, V.L., MALLMANN, C.A., BALDISSEROTTO, B., FLORES, E.M.M., HEINZMANN, B.M. Anesthetic activity and bioguided fractionation of the essential oil of *Aloysia Gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc. in silver catfish *Rhamdia quelen*. **An. Acad. Bras. Cienc.** 87, 1675–1689, 2015.

BODUR, T. et al. Effects of new plant based anesthetics *Origanum* sp. and *Eucalyptus* sp. oils on stress and welfare parameters in *Dicentrarchus labrax* and their comparison with clove oil. **Aquaculture**, v. 495, p. 402-408, 2018.

BURY, N. R., STURM, A., LE ROUZIC, P., LETHIMONIER, C., DUCOURET, B., GUIGUEN, Y., PRUNET, P. Evidence for two distinct functional glucocorticoid receptors in teleost fish. **Journal of Molecular Endocrinology**, 31, 141–156, 2003.

CAN, E., SÜMER, E. Anesthetic and sedative efficacy of peppermint (*Mentha piperita*) and lavender (*Lavandula angustifolia*) essential oils in blue dolphin cichlid (*Cyrtocara moorii*). **Turk. J. Vet. Anim. Sci.** 43, 334–341, 2019.

CARRASCO A., H. et al. Eugenol and its synthetic analogues inhibit cell growth of human cancer cells (Part I). **Journal of the Brazilian Chemical Society** v. 19, n. 3, p. 543–548, 2008.

CASTRO, R. D. de; LIMA, E. O. Anti-*Candida* Activity and Chemical Composition of *Cinnamomum zeylanicum* Blume Essential Oil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. V. 56, n. 5, p. 749-755, 2013.

CORSO, M. N. et al. Effects of different doses of eugenol on plasma cortisol levels and the quality of fresh and frozen-thawed sperm in South American catfish (*Rhamdia quelen*). **Theriogenology**, v. 125, p. 135-139, 2019.

COYLE, S. D., DURBOROW, R. M., TIDWELL, J. H. **Anesthetics in aquaculture**. Texas: SRAC,. 6p., 2004.

CUNHA, M.A., BARROS, F.M.C., GARCIA, L.O., VEECK, A.P.L., HEINZMANN, B.M., LORO, V.L., EMANUELLI, T., BALDISSEROTTO, B. Essential oil of *Lippia alba*: a new anesthetic for silver catfish, *Rhamdia quelen*. **Aquaculture** 306:403–406, 2010a.

CUNHA, M. A. DA, ZEPPENFELD, C. C., GARCIA, L. DE O., LORO, V. L., FONSECA, M. B. DA, EMANUELLI, T., BALDISSEROTTO, B. Anesthesia of silver catfish with eugenol: time of induction, cortisol response and sensory analysis of fillet. **Ciência Rural**, 40 (10), 2107–2114, 2010b.

CUNHA, J.A., SCHEEREN, C.Á., SALBEGO, J., GRESSLER, L.T., MADALUZ, L.M., BANDEIRA-JUNIOR, G., BIANCHINI, A.E., PINHEIRO, C.G., BORDIGNON, S.A.L., HEINZMANN, B.M., BALDISSEROTTO, B. Óleos essenciais de *Cunila galioides* e *Origanum majorana* como anestésicos para *Rhamdia quelen*: Eficácia e efeitos na ventilação e ionorregulação. **Neotrop. Ictiol.** 15, 1-8, 2017.

DA SILVA E., ALDEGUNDE M., DA SILVA D. F., LOPES C., BERTOLDI F. C., WEBER R. A. Assessment of induction and recovery times of anaesthesia in *Astyanax bimaculatus* using 2-phenoxyethanol and the essential oils of *Melaleuca alternifolia* and *Ocimum gratissimum*. **Aquaculture Research**. 00:1–7, 2019.

DE FREITAS SOUZA, C., DESCOVI, S., BALDISSERA, M. D. et al. Involvement of HPI-axis in anesthesia with *Lippia alba* essential oil citral and linalool chemotypes: gene expression in the secondary responses in silver catfish. **Fish Physiol Biochem** 45, 155-166, 2019.

DE OLIVEIRA, C.P.B., LEMOS, C.H. da P., VIDAL, L.V.O., COUTO, R.D., PEREIRA, D.S.P., COPATTI, C.E. Anestesia com eugenol em bagre híbrido da Amazônia (*Pseudoplatystoma reticulatum*×*Leiarius marmoratus*) manipulação: Respostas bioquímicas e hematológicas. **Aquicultura** 501, 255-259, 2019.

DERIGGI, G. F.; INOUE, L. A. K. A.; MORAES, G. Stress responses to handling in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus): Assessment of eugenol as an alternative anesthetic. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 28, n. 3, p. 269-274, 2006.

DIAS, V. L. N. Fitodisponibilidade de metais, caracterização nutricional, constituição química, avaliação da atividade antioxidante e antibacteriana do óleo essencial extraído das folhas da *Cinnamomum zeylanicum* Breyn. 2009.

ELUMALAI, S., KESAVAN, R., RAMGANESH, S., & MURUGASEN, R., Isolation, purification and identification of the antidiabetic components from *Cinnamomum zeylanicum* and *Cinnamomum cassia* bark oil extracts. **Current Botany**, 2(2): 12-17, 2011.

GAMPERL, A. K.; VIJAYAN, M. M.; BOUTILIER, R. G. Experimental control of stress hormone levels in fishes: techniques and applications. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 4, n. 2, p. 215-255, 1994

GOMES, L. C. et al. Biologia do jundiá *Rhamdia quelen* (TELEOSTEI, PIMELODIDAE). **Ciência Rural**, v. 30, p. 179-185, 2000.

GONÇALVES, A. F. N.; CORREIA SANTOS, E. C.; KOCHENBORGER FERNANDES, J. B.; SUSUMU TAKAHASHI L.; Mentol e eugenol como substitutos da benzocaína na indução anestésica de juvenis de pacu **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, vol. 30, núm. 3, pp. 339-344, 2008.

GREENWOOD, A. K., BUTLER, P. C., WHITE, R. B., DEMARCO, U., PEARCE, D., & FERNALD, R. D. Multiple corticosteroid receptors in a teleost fish: Distinct sequences, expression patterns and transcriptional activities. **Endocrinology**, 144, 4226–4236, 2003.

GRESSLER L. T., RIFFEL A. P. K., PARODI T. V., SACCOL E. M. H., KOAKOSKI G., DA COSTA S. T., PAVANATO M. A., HEINZMANN B. M., CARON B., SCHMIDT D. and LLESUY S. F. Silver catfish *Rhamdia quelen* immersion anaesthesia with essential oil of *Aloysia triphylla* (L'Hérit) Britton or tricaine methanesulfonate: Effect on stress response and antioxidant status. **Res.** 45(6):1061-1072, 2014.

GROSSMAN, L. Óleos essenciais na culinária, cosmética e saúde. São Paulo: **Optonline**, 2005. 300 p.

HAJEK, G. J. O efeito anestésico do óleo da árvore do chá na carpa comum Ciprino carpio L. **Aquac. Res.** 42, 296-300, 2011.

HANIF, M.A., NISAR, S., KHAN, G.S., MUSHTAQ, Z., ZUBAIR, M. Essential Oils. In: Malik, S. (eds) **Essential Oil Research**. Springer, Cham, 2019.

HELDWEIN, CG, SILVA, L., GAI, EZ, ROMAN, C., PARODI, TVPARFAU., BÜRGER, ME, BALDISSEROTTO, B., FLORES, É.MDM, HEINZMANN, BM. S-(+)-Linalool de *Lippia Alba*:

Sedativo e anestésico para bagre prateado (*Rhamdia quelen*). **Veterinario. Aneste. Analg.** 41, 621-629, 2014.

HOSEINI, S. M.; RAJABIESTERABADI, H.; TARKHANI, R. Anaesthetic efficacy of eugenol on iridescent shark, *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878) in different size classes. **Aquaculture Research**, v. 46, n. 2, p. 405-412, 2015.

HOSEINI, S. M. et al. Application of herbal anaesthetics in aquaculture. **Reviews in Aquaculture**, v.11, n.3, p.550-564, 2019.

INOUE, L. A. K. A., MORAES, G. Óleo de cravo: um anestésico alternativo para o manejo de peixes. **Embrapa Amazônia Ocidental**. v. 51, 24 p., 2007.

JAYAPRAKASHA G. K. & L. JAGAN MOHAN RAO. Chemistry, Biogenesis, and Biological Activities of *Cinnamomum zeylanicum*, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 51:6, 547-562, 2011.

LE, Q., HU, J., CAO, X., KUANG, S., ZHANG, M., YU, N., ZHENG, H., WANG, Y., LIU, H., YAN, X. Transcriptomic and cortisol analysis reveals differences in stress alleviation by different methods of anesthesia in Crucian carp (*Carassius auratus*), **Fish & Shellfish Immunology**, v. 84, p. 1170-1179, 2019.

LIMA, M. P.; ZOGHBI, M. G. B.; ANDRADE, E. H. A.; SILVA, T. M. D.; FERNANDES, C. S. Constituintes voláteis das folhas e dos galhos de *Cinnamomum zeylanicum* blume (Lauraceae). **Acta Amazônica, Manaus**, v. 35, n. 3, p. 363-366, jul./set. 2005.

MALABARBA, L. R.; MALABARBA, M. C. Phylogeny and classification of neotropical fish. In: *Biology and physiology of freshwater neotropical fish*. **Academic Press**, p. 1- 19, 2020.

MARICCHIOLO, G., GENOVESE, L. Algumas contribuições para o conhecimento da resposta ao estresse em espécies inovadoras com especial enfoque no uso de anestésicos. **Aberto Mar. Biol.** J. 5, 24-33, 2011.

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

MARTINS, C. I., GALHARDO, L., NOBLE, C., DAMSGARD, B., SPEDICATO, M. T., ZUPA, W., BEAUCHAUD, M., KULCZYKOWSKA, E., MASSABUAU, J. C., CARTER, T., PLANELLAS, S. R., KRISTIANSEN, T. Behavioural indicators of welfare in farmed fish. **Fish Physiology and Biochemistry**. v. 38, n. 1, p. 17-41, 2012.

MATSCHE, M. A. Efficacy and Physiological Response to Chemical Anesthesia in Wild Hickory Shad during Spawning Season. **Marine and Coastal Fisheries**, v. 9, n. 1, p. 296-304, 2017.

MEURER, S.; ZANIBONI FILHO, E. Hábito alimentar do jundiá *Rhamdia quelen* (Pisces, Siluriformes, *Pimelodidae*), na região do alto rio Uruguai. In: **XII ENCONTRO BRASILEIRO DE ICTIOLOGIA, 1997, São Paulo. Anais**. São Paulo/SP: SBI, p. 29, 1997.

MIRGHAED, A. T. et al. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) anesthesia with myrcene: efficacy and physiological responses in comparison with eugenol. **Fish physiology and biochemistry**, v. 44, n. 3, p. 919-926, 2018.

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

PARODI, T. V. et al. Anesthetic activity of the essential oil of *Aloysia triphylla* and effectiveness in reducing stress during transport of albino and gray strains of silver catfish, *Rhamdia quelen*. **Fish physiology and biochemistry**, v. 40, n. 2, p. 323-334, 2014.

PEDROZA, F.; MANOEL, X.; et al. O mercado de peixes da piscicultura no Brasil: estudo do segmento de supermercados. **Embrapa Pesca e Aquicultura-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2020.

PEIXE BR. ANUÁRIO 2023 - Peixe BR da Piscicultura, 2023. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario/>. Acesso em 10 ago. 2023.

R CORE TEAM. R: A language and environment statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. 2023.

RODRIGUES, R. B., MELO, I. W. A.; ROCHA, J. D. M.; SILVA, T. C.; BRIDI, V. R. C.; FREIDEN, A.; BITTENCOURT, F.; BOSCOLO, W. R. Eugenol como anestésico para alevinos de patinga (*Piaractus mesopotamicus* x *Piaractus brachyomus*). **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal** (v.9, n.4) 634-644, 2015.

ROOHI, Z., IMANPOOR, M.R., The efficacy of the oils of spearmint and methyl salicylate as new anesthetics and their effect on glucose levels in common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) juveniles. **Aquaculture**, v. 437, p. 327-332, 2015.

ROSS, L. G., ROSS, B. Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals (3rd ed.). Oxford, UK: **Blackwell Science**, 2008.

ROTILI, D. A.; DEVENS, M. A.; DIEMER, O.; LORENZ, E. K.; LAZZARI, R.; BOSCOLO, W. R. Uso de eugenol como anestésico em pacu. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 288–294, 2012.

SACCOL E. M., LONDERO E. P., BRESSAN C. A., SALBEGO J., GRESSLER L. T., SILVA L. V. et al. Oxidative and biochemical responses in *Brycon amazonicus* anesthetized and sedated with *Myrcia sylvatica* (G. Mey.) DC. and *Curcuma longa* L. essential oils. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia** 44: 555–566, 2017a.

SACCOL EM, TONI C, PAES TS, OURIQUE GM, GRESSLER LT, SILVA LV et al. Anaesthetic and antioxidant effects of *Myrcia sylvatica* (G. Mey.) DC. and *Curcuma longa* L. essential oils on tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Aquaculture Research** 48: 2012–2031, 2017b.

SADOUL B, GEFFROY B. Measuring cortisol, the major stress hormone in fishes. **J Fish Biol.** 94: 540–555, 2019.

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**, v. 44, n. 1, p. 106-113, 2017.

SANTOS, P. DE O., SOUZA, E. O. DE, ASSIS, L. C. DE, PIERRO, P. C. C., BOLZAN, R. P., DEMIER, L. C., JUNIOR, J. G. V., & MENDONÇA, P. P. Uso de Eugenol para anestesia de *Oreochromis niloticus*: Use of Eugenol for anesthesia of *Oreochromis niloticus*. **Brazilian Journal of Development**, 8(9), p. 64251–64260, 2022.

SILVA LL, GARLET QI, KOAKOSKI G, ABREU MS, MALLMANN CA, BALDISSEROTTO B et al. Anesthetic activity of the essential oil of *Ocimum americanum* in *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) and its effects on stress parameters. **Neotropical Ichthyology** 13: 715–722, 2015.

SIMÕES, L. N., GOMES, L. C. *Menthol efficiency as anesthetic for juveniles Nile tilapia Oreochromis niloticus*. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.61, n.3, p.613-620, 2009.

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

SNEDDON, L. U. Clinical anesthesia and analgesia in fish. **Journal of Exotic Pet Medicine**. v. 21, n. 1, p. 32-43, 2012.

SOUZA, C. F., DESCOVI, S., BALDISSERA, M. D., BERTOLIN, K., BIANCHINI, A. E., MOURÃO, R. H. V., et al. Involvement of HPI-axis in anesthesia with *Lippia alba* essential oil citral and linalool chemotypes: gene expression in the secondary responses in silver catfish. **Fish Physiol. Biochem.** 45, 155–166, 2019.

SPANGHERO, D.B.N.; SPANGHERO, E.C.A. de M.; PEDRON, J. dos S.; CHAGAS, E.C.; CHAVES, F.C.M.; ZANIBONI-FILHO, E. Peppermint essential oil as an anesthetic for and toxicity to juvenile silver catfish. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.54, e00367, 2019.

TEIXEIRA, R. R., DE SOUZA, R. C., SENA, A. C., BALDISSEROTTO, B., HEINZMANN, B. M., COUTO, R. D., COPATTI, C. E. Óleo essencial de *Aloysia triphylla* em tilápia do Nilo: Anestesia, parâmetros de estresse e avaliação sensorial de filés. **Aquac. Res.** 48, 3383-3392, 2017.

TEIXEIRA, N. D. S., MARQUES, L. S., RODRIGUES, R. B., GUSSO, D., PINHEIRO, G. T., MACHADO, T. L. F., STREIT, D. P. Jr. Effects of anesthetic MS-222 on stress and reproduction of South American silver catfish (*Rhamdia quelen*) males. **Animal reproduction Science**, v. 225, Feb., 2021.

TONI C, BECKER AG, SIMOES LN, PINHEIRO CG, DE LIMA SILVA L, HEINZMANN BM et al. Fish anesthesia: effects of the essential oils of *Hesperozygis ringens* and *Lippia alba* on the biochemistry and physiology of silver catfish (*Rhamdia quelen*). **Fish Physiology and Biochemistry** 40: 701–714, 2014.

VIDAL, Luiz Vítor Oliveira et al. Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 1069-1074, 2008

WAGNER, G. N., BENGTON, D. A., Anestésicos e técnicas de anestesia para animais aquáticos. **Revista ILAR**, v. 60, n 3, p. 279-290, 2019.

WEBER, R. A. et al. The efficacy of 2-phenoxyethanol, metomidate, clove oil and MS222 as anaesthetic agents in the Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup 1858). **Aquaculture**, v. 288, n. 1-2, p. 147-150, 2009.

WEDEMEYER, G. A., MCLEAY, D. J. Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors. In A. D. Pickering (ed.), *Stress and fish*. **Academic Press**, New York. p. 247–275, 1981.

WENDELAAR BONGA, S.E. The Stress Response in Fish. **Physiology Review**, v. 77, 591-625, 1997.

WONG, Y. C., AHMAD-MUDZAQQIR, M. Y., WAN-NURDIYANA, W. A. Extraction of Essential Oil from Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*). **ORIENTAL JOURNAL OF CHEMISTRY**, V. 30, N. 1, P. 37-47, 2014.

ZEPPENFELD, C. C. et al. Anesthetic induction of juveniles of *Rhamdia quelen* and *Ctenopharyngodon idella* with *Ocimum micranthum* essential oil. **Ciência Rural**, v. 49, n. 1, 2019.

6 Anexos



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
 Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Araquari

**COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO INSTITUTO FEDERAL
 CATARINENSE, CÂMPUS ARAQUARI**

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado “Óleo essencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) como anestésico e sua influência sobre os parâmetros fisiológicos de Jundiá (*Rhamdia quelen*)” de protocolo número “390/2022” sob a responsabilidade de “Robilson Antônio Weber” que envolve a **utilização** de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de **Pesquisa** encontra-se de acordo com os preceitos da Lei no 11.794 de 08 de Outubro de 2008, do Decreto 6.899 de 15 de Julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais IFC-Araquari em reunião de “09/02/2022”.

Vigência do projeto:	10/03/2022 a 10/12/2022
Espécie/Linhagem:	Peixes / -
Nº de Animais:	180 animais
Peso/Idade:	150g/ 7 meses
Sexo:	Não especificado
Origem:	Propriedade rural do Mestrando Jean Carlos Deschamps - São Francisco do Sul, SC

OBS:

Em caso de não execução do projeto, deve ser solicitada a retirada do mesmo em até 60 dias após a emissão do parecer conforme orientação disponível em <http://araquari.ifc.edu.br/ceua/> 60 dias após a execução do projeto, deve ser submetido relatório final para avaliação do comitê conforme regimento do CEUA Artigo 25 §4:

§ 4º. O proponente de um projeto/protocolo deve, ao final da execução do mesmo, encaminhar à CEUA/IFC o relatório final contendo informações básicas baseando-se nos itens descritos no formulário de submissão. O não envio de relatórios de projetos/protocolos já concluídos implicará na não aprovação de novos projetos/protocolos do mesmo proponente.

Juliano Santos Gueretz
 Prof. EBTT (Siape nº1810731)
 Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais do IFC - Campus Araquari
 Portaria nº 1565/2021/Reitoria



BR 280, Km 27 – Caixa Postal 21
 Araquari/SC – CEP: 89.245 -000
 (47) 3803-7200 / ifc@ifc-araquari.edu.br



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
SISTEMA INTEGRADO DE PATRIMÔNIO, ADMINISTRAÇÃO E
CONTRATOS

FOLHA DE ASSINATURAS

Emitido em 11/02/2022

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº 2518/2022 - CGES/ARA (11.01.02.39)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 11/02/2022 10:24)

JULIANO SANTOS GUERETZ
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
CGES/ARA (11.01.02.39)
Matrícula: 1810731

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número:
2518, ano: **2022**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **11/02/2022** e o código de
verificação: **43b0213be9**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Araquari

**COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO INSTITUTO FEDERAL
CATARINENSE, CÂMPUS ARAQUARI**

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado “Óleo essencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) como anestésico: sua influência sobre os parâmetros fisiológicos de estresse em jundiá (*Rhamdia quelen*)” de protocolo número “431/2023” sob a responsabilidade de “Robilson Antônio Weber” que envolve a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de Pesquisa encontra-se de acordo com os preceitos da Lei no 11.794 de 08 de Outubro de 2008, do Decreto 6.899 de 15 de Julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado com pendências pela Comissão de Ética no Uso de Animais IFC-Araquari em reunião extraordinária de “23/05/2023”.

Vigência do projeto:	10/06/2023 a 10/12/2023
Espécie/Linhagem:	Peixe / <i>Rhamdia quelen</i>
Nº de Animais:	30
Peso/Idade:	200g / 7 meses
Sexo:	Não especifica
Origem:	Piscicultura Klaumam – Aurora, SC

OBS:

Em caso de não execução do projeto, deve ser solicitada a retirada do mesmo em até 60 dias após a emissão do parecer conforme orientação disponível em <http://araquari.ifc.edu.br/ceua/>
60 dias após a execução do projeto, deve ser submetido relatório final para avaliação do comitê conforme regimento do CEUA Artigo 25 §4:

§ 4º. O proponente de um projeto/protocolo deve, ao final da execução do mesmo, encaminhar à CEUA/IFC o relatório final contendo informações básicas baseando-se nos itens descritos no formulário de submissão. O não envio de relatórios de projetos/protocolos já concluídos implicará na não aprovação de novos projetos/protocolos do mesmo proponente.

Juliano Santos Gueretz
Prof. EBTT (Siape nº1810731)
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais do IFC - Campus Araquari
Portaria nº 1565/2021/Reitoria





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE
SISTEMA INTEGRADO DE PATRIMÔNIO, ADMINISTRAÇÃO E
CONTRATOS

FOLHA DE ASSINATURAS

Emitido em 26/05/2023

CERTIFICADO Nº 379/2023 - MEDVET/ARA (11.01.02.02.02.01.22)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 26/05/2023 14:50)

JULIANO SANTOS GUERETZ
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
MEDVET/ARA (11.01.02.02.02.01.22)
Matrícula: ###107#1

Visualize o documento original em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número: 379, ano: 2023, tipo: **CERTIFICADO**, data de emissão: 26/05/2023 e o código de verificação: 42340b8149