



Instituto Federal Catarinense
Programa de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal
Campus Araquari

BEATRIZ BORTOLATO

**INFLUÊNCIA DO ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA, *Cinnamomum zeylanicum*,
SOBRE OS PARÂMETROS SANGUÍNEOS, DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E
RESISTÊNCIA À INFECÇÃO POR *Streptococcus agalactiae* EM TILÁPIA-DO-NILO,
*Oreochromis niloticus***

Araquari

2025

BEATRIZ BORTOLATO

**INFLUÊNCIA DO ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA, *Cinnamomum zeylanicum*,
SOBRE OS PARÂMETROS SANGUÍNEOS, DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E
RESISTÊNCIA À INFECÇÃO POR *Streptococcus agalactiae* EM TILÁPIA-DO-NILO,
*Oreochromis niloticus***

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Produção e Sanidade Animal do Instituto Federal Catarinense para a obtenção do título de Mestre em Ciências (Área de concentração: Produção e Sanidade Animal).
Orientadora: Profa. Dra. Jaqueline Inês Alves de Andrade.
Coorientador: Prof. Dr. Adolfo Jatobá.

Araquari

2025

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.

B739i Bortolato, Beatriz
INFLUÊNCIA DO ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA, CINNAMOMUM
ZEYLANICUM, SOBRE OS PARÂMETROS SANGUÍNEOS,
DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E RESISTÊNCIA À INFECÇÃO POR
STREPTOCOCCUS AGALACTIAE EM TILÁPIA-DO-NILO,
OREOCHROMIS NILOTICUS / Beatriz Bortolato;
orientadora Jaqueline Andrade; coorientador Adolfo
Jatobá. -- Araquari, 2025.
45 p.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal
Catarinense, campus Araquari, , Araquari, 2025.

Inclui referências.

1. Aditivo alimentar. 2. Óleo essencial de canela.
3. Streptococcus agalactiae. 4. Fitogênico. 5.
Sanidade. I. Andrade, Jaqueline, II. Jatobá, Adolfo.
III. Instituto Federal Catarinense. . IV. Título.

BEATRIZ BORTOLATO

**INFLUÊNCIA DO ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA, *Cinnamomum zeylanicum*,
SOBRE OS PARÂMETROS SANGUÍNEOS, DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E
RESISTÊNCIA À INFECÇÃO POR *Streptococcus agalactiae* EM TILÁPIA-DO-NILO,
*Oreochromis niloticus***

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

Documento assinado digitalmente
 **JAQUELINE INES ALVES DE ANDRADE**
Data: 05/08/2025 16:51:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Jaqueline Inês Alves de Andrade, Doutora

Orientadora – Instituto Federal Catarinense - *campus Araquari*

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **GIOVANNI LEMOS DE MELLO**
Data: 07/08/2025 15:58:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Giovanni Lemos de Mello, Doutor

Universidade do Estado de Santa Catarina - *campus Laguna*

 Documento assinado digitalmente
MAURICIO LATERÇA MARTINS
Data: 05/08/2025 12:45:15-0300
CPF: ***.371.998-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Maurício Laterça Martins, Doutor

Universidade Federal de Santa Catarina - *campus Florianópolis*

Araquari

2025



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO Nº 2/2025 - LABPIS/ARA (11.01.02.02.06.06)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 26/08/2025 15:17)

JAEQUELINE INES ALVES DE ANDRADE

TECNICO DE LABORATORIO AREA

LABPIS/ARA (11.01.02.02.06.06)

Matrícula: ###800#6

(Assinado digitalmente em 26/08/2025 19:52)

MARIO LETTIERI TEIXEIRA

COORDENADOR DE CURSO - TITULAR

PGPSA/ARAQ (11.01.02.22)

Matrícula: ###551#2

Visualize o documento original em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número: 2, ano: 2025, tipo:
ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO, data de emissão: 26/08/2025 e o código de verificação: 8fe1f156bb

Dedico à Deus e ao meu anjo da guarda, por sempre guiarem meu caminho. Aos meus pais, que tornaram tudo possível. Ao meu irmão, que sempre foi meu parceiro. E aos meus nonni, que nunca mediram esforços por nós.

AGRADECIMENTOS

À Deus, Nossa Senhora Aparecida e aos meus orixás, por sempre guiarem meu caminho e me darem forças para enfrentar as batalhas da vida.

Ao meu anjo da guarda, que me zela, me protege e me cuida, hoje e sempre.

Aos meus pais, Nivaldo e Marilda, que sempre trabalharam duro para nos oferecer as melhores oportunidades, nos ensinaram nossos valores e o amor incondicional, e sempre incentivaram nossa educação, amo vocês!

Ao meu irmão, Bruno, que sempre esteve lá me ajudando e me apoiando em tudo que eu preciso, e pelas mais doidas aventuras juntos, é e sempre vai ser meu parceiro, te amo!

Aos meus nonni, Agenor e Maria, que cuidam de nós desde pequenos, mostraram o valor da terra e tudo que podemos produzir com ela, amo vocês.

À minha avó, Neuza, que sempre apoiou e torce muito por nós, te amo.

Ao meu avô, Nilson, *in memoriam*, que demonstrou sua preocupação por nós.

À minha família, cada um contribuiu com um pedacinho de quem eu sou hoje, sou muito grata por todo apoio e envolvimento que cada um teve, amo vocês!

Aos meus amigos, Eduardo, Paola e Pamela, da faculdade pra vida, me mostraram o que é amizade verdadeira, sou grata por todos os momentos que vivemos juntos, na festa e na dedicação aos estudos, admiro e amo cada um de vocês!

Ao meu amigo João, por todo apoio sempre e por me mostrar que a gente merece ser amado pelo que somos, te amo amigo.

Ao meu amigo Gustavo, um dos mais antigos e que esteve presente em vários momentos chave da minha vida, sou muito feliz de ter tua amizade, te amo amigo.

Aos meus amigos do CNA Jovem, Guilherme, Ícaro e Rafaela, o programa foi incrível para o meu desenvolvimento, mas vocês tornaram ainda melhor, sou muito grata de poder contar com vocês até hoje e saibam que sempre estarei aqui meus melhores amigos líderes do agro, amo vocês!

À *Juliãna*, que tenho certeza que não passamos no mesmo concurso à toa, e hoje posso dizer que sou muito grata pela nossa amizade. Agradeço também por toda a ajuda nesse trabalho, seria muito mais difícil sem tu! Curitiba não seria a mesma sem ti e Laís, contem sempre comigo!

À minha amiga e colega de profissão, Thainá, admiro muito o trabalho que tu fazes no campo!

Aos meus amigos da faculdade e do mestrado, não vou citar todos, mas trago vocês no coração e agradeço por cada contribuição, palavra trocada e ajuda nessa caminhada.

À UDESC e ao IFC, que fizeram eu me desenvolver e aprimorar meu conhecimento, tenho orgulho de ser cria das Instituições Públicas!

A todos os integrantes do laboratório de aquicultura, em especial ao Felipe, Andressa e Amanda, por toda colaboração e ajuda no desenvolvimento do experimento.

À minha orientadora, Jaqueline, que acreditou no meu potencial e confiou no meu trabalho.

Ao coorientador, Jatobá, pelos questionamentos e conhecimentos passados.

Aos produtores que atendi durante quase três anos, vocês foram o grande motivo de eu ter embarcado nesse desafio, e foi incrível poder levar meu conhecimento técnico para melhorar seus cultivos!

A todos os professores que eu já tive, vocês são incríveis e a educação é o caminho!

Aos meus colegas de Senar, obrigada por todas as trocas, eventos e reuniões, foi incrível conhecer vocês e ver o trabalho que estão desenvolvendo junto aos produtores.

À Fernanda, que conheci na aquicultura e contribui muito para meu desenvolvimento profissional, sou tua fã!

Aos meus chefes, que permitiram e apoiaram a finalização dos meus estudos.

A todos os amigos que eu não citei aqui, os mais antigos e os novos, que de alguma forma fizeram e fazem parte da minha vida, cada um contribuindo de um jeito, e estando em diferentes momentos, sou muito grata por estar rodeada de pessoas incríveis.

Aos membros da banca por disporem tempo e dedicação na correção da minha dissertação e por toda a colaboração.

À FAPESC pela concessão da bolsa de estudo e auxílios na realização deste trabalho.

Todos os dias quando acordo
Não tenho mais o tempo que passou
Mas tenho muito tempo
Temos todo tempo do mundo

(Renato Russo, 1986)

RESUMO

A tilápia é uma das espécies mais produzidas mundialmente devido à sua adaptabilidade e resistência ao manejo, entretanto, com a intensificação dos cultivos há um maior estresse e suscetibilidade às doenças. Dentre estas doenças, a estreptococose é uma das mais prevalentes e tem impactado negativamente produções em todo o mundo. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da adição do óleo essencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) na ração de juvenis de tilápia sobre o desempenho zootécnico, parâmetros bioquímicos e resistência à infecção por *Streptococcus agalactiae*. Primeiramente, foi realizado um teste *in vitro* para determinar a concentração inibitória mínima (CIM) em caldo Mueller-Hinton pela técnica de microdiluição em placas de 96 poços. Para o experimento de inclusão do óleo essencial de canela foi realizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições: dieta controle, dieta controle + soja (0,43% para balanço isoenergético em comparação com a ração de 1,6 %) e dietas suplementadas com óleo essencial de canela nas concentrações de 0,2 %, 0,4 %, 0,8 % e 1,6 % por um período de seis semanas. Para isto, 10 peixes foram alocados em cada tanque contendo 100 L, em sistema de recirculação com aeração constante, filtro mecânico, biológico e luz ultravioleta. As tilápias foram alimentadas três vezes ao dia, a 4% da biomassa, com biometria semanal. Os parâmetros de qualidade de água foram mensurados diariamente mantendo-se dentro da faixa de conforto da tilápia. Após o período de alimentação foram analisados parâmetros de desempenho zootécnico e sanguíneos. Para o desafio com *S. agalactiae* as tilápias foram infectadas com a bactéria por meio de injeção intraperitoneal. Os sinais clínicos foram observados e a mortalidade monitorada durante 15 dias. O composto majoritário do óleo de canela foi o cinamaldeído (82,87%). O óleo essencial de canela apresentou elevada atividade antibacteriana, com CIM a partir de 62,5 µg.mL⁻¹ contra *S. agalactiae*. No teste *in vivo* verificou-se uma alta correlação entre os parâmetros zootécnicos e o nível de inclusão de óleo. Peixes alimentados com ração suplementada até 0,4 % de óleo apresentaram desempenho similar aos controles para peso final, ganho semanal, taxa de crescimento específico e produtividade, enquanto que nas rações com 0,8 e 1,6 % houve redução nos parâmetros zootécnicos. Além disso, a adição de 0,4 % proporcionou um aumento da hemoglobina, e na concentração 1,6 % reduziu eritrócitos e glicose. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para proteínas, já a albumina apresentou uma elevação após alimentação até 0,8 %. Todas as concentrações elevaram a sobrevivência após infecção. Conclui-se que a adição do óleo essencial de canela até 0,4 %

pode ser uma estratégia viável como agente profilático na alimentação de tilápias, contribuindo para a sanidade dos peixes e redução da mortalidade por *S. agalactiae*.

Palavras-chave: Aquicultura. Fitogênico. Bacteriose. Cinamaldeído.

ABSTRACT

Tilapia is among the most widely farmed species globally due to its adaptability and resistance. However, intensified production systems increase stress and disease susceptibility. Streptococcosis is one of the most prevalent diseases, causing major losses worldwide. This study aimed to evaluate the effects of dietary supplementation with cinnamon essential oil (*Cinnamomum zeylanicum*) on the growth performance, biochemical parameters, and resistance to *Streptococcus agalactiae* in juvenile tilapia. An *in vitro* test was conducted to determine the minimum inhibitory concentration (MIC) in Mueller-Hinton broth using the microdilution method in 96-well plates. For the feeding trial, a completely randomized design was used with six treatments and four replicates: control, control + soybean oil (0.43 % for isoenergetic balance relative to the 1.6 % cinnamon diet), and diets supplemented with 0.2 %, 0.4 %, 0.8 %, and 1.6 % cinnamon essential oil for six weeks. Ten fish were stocked per 100 L tank in a recirculating system with constant aeration, mechanical and biological filtration, and UV. Fish were fed three times a day at 4 % of biomass, and weekly biometrics were conducted to adjust feed. Water quality parameters were monitored daily and maintained within the species' comfort range. At the end of the feeding period, zootechnical and hematological parameters were evaluated. For the bacterial challenge, fish were intraperitoneally injected with *S. agalactiae*, and clinical signs and mortality were monitored for 15 days. Cinnamaldehyde (82.87%) was the major compound in the essential oil. Cinnamon essential oil exhibited strong antibacterial activity, with MIC from 62.5 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ against *S. agalactiae*. In vivo results showed a strong correlation between oil inclusion level and zootechnical performance. Fish fed diets with up to 0.4 % oil showed performance similar to controls in final weight, weekly gain, specific growth rate, and productivity, whereas 0.8 % and 1.6 % inclusions reduced these parameters. Furthermore, 0.4 % inclusion increased hemoglobin, while 1.6 % reduced erythrocytes and glucose. No significant differences were observed in total protein, though albumin increased up to the 0.8 % inclusion. All inclusion levels enhanced survival following infection. In conclusion, dietary supplementation with up to 0.4 % cinnamon essential oil is a promising prophylactic strategy to improve tilapia health and reduce mortality caused by *S. agalactiae*.

Keywords: Aquaculture. Phytogetic. Bacteriosis. Cinnamaldehyde.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Gráfico comparativo do desempenho zootécnico em relação aos diferentes níveis de inclusão de óleo essencial de canela na ração27
- Figura 2** - Gráfico comparativo da sobrevivência das tilápias em cada tratamento após desafio bacteriano com *Streptococcus agalactiae*.29
- Figura 3** - Manifestação de sinais clínicos de infecção por *Streptococcus agalactiae* em tilápias, (a) distensão abdominal (seta vermelha) e descamação (seta amarela), (b) lesões nas nadadeiras (seta verde) e na pele com intensa deterioração (seta amarela), (c) fígado friável (seta azul), (d) lesões nas nadadeiras (seta verde) e exoftalmia (seta preta).....30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química do óleo essencial	26
Tabela 2 - Parâmetros zootécnicos de juvenis de tilápia-do-Nilo (<i>O. niloticus</i>) alimentados com diferentes níveis de inclusão de canela (<i>C. zeylanicum</i>).....	27
Tabela 3 - Parâmetros hematológicos de juvenis de tilápia-do-Nilo (<i>O. niloticus</i>) alimentados com diferentes níveis de inclusão de canela (<i>C. zeylanicum</i>).....	28
Tabela 4 - Parâmetros bioquímicos de juvenis de tilápia-do-Nilo (<i>O. niloticus</i>) alimentadas com diferentes níveis de inclusão de canela (<i>C. zeylanicum</i>).....	29

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE.....	15
1.1	PRODUÇÃO AQUÍCOLA MUNDIAL.....	15
1.2	CULTIVO DE TILÁPIA.....	15
1.3	DOENÇAS NO CULTIVO DE TILÁPIA.....	16
1.4	TRATAMENTOS DISPONÍVEIS.....	17
1.5	<i>CINNAMOMUM SP.</i>	18
2	OBJETIVOS	19
2.1	Objetivo geral	19
2.2	Objetivos específicos	19
3	Influência do óleo essencial de canela, <i>Cinnamomum zeylanicum</i>, sobre os parâmetros sanguíneos, desempenho zootécnico e resistência à infecção por <i>Streptococcus agalactiae</i> em tilápia-do-Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i>	20
3.1	INTRODUÇÃO.....	21
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.2.1	Óleo essencial de canela, <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	22
3.2.2	Teste <i>in vitro</i> de atividade antibacteriana com o óleo essencial de canela	22
3.2.3	Desenho experimental	23
3.2.4	Preparação experimental da dieta	24
3.2.5	Parâmetros zootécnicos	24
3.2.6	Parâmetros sanguíneos.....	24
3.2.7	Desafio com <i>Streptococcus agalactiae</i>	25
3.2.8	Análise estatística	25
3.3	RESULTADOS	25
3.3.1	Composição química do óleo essencial de canela	26
3.3.2	Concentração Inibitória Mínima (CIM).....	26
3.3.3	Parâmetros zootécnicos	26
3.3.4	Parâmetros sanguíneos.....	28

3.3.5	Desafio experimental	29
3.4	DISCUSSÃO	30
3.5	CONCLUSÕES	33
	REFERÊNCIAS.....	35

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA E ESTADO DA ARTE

1.1 PRODUÇÃO AQUÍCOLA MUNDIAL

A aquicultura é o setor de produção de proteína animal que tem crescido de forma mais rápida no mundo atualmente (FAO, 2022). Segundo a FAO (2024), a produção mundial da aquicultura alcançou valor histórico de 130,9 milhões de toneladas no ano de 2022. Em relação à aquicultura continental é observada uma produção de 59,1 milhões de toneladas nesse mesmo ano, o que corresponde à 62,6 % da produção total de aquicultura no mundo (FAO, 2024).

Dentre os ramos da aquicultura, a piscicultura tem se destacado com uma maior produção em relação ao cultivo de crustáceos, moluscos e outros animais aquáticos, sendo que a produção de peixes ósseos contribuiu com 89,7 % da produção mundial da aquicultura em águas continentais (FAO, 2024).

1.2 CULTIVO DE TILÁPIA

Dentre as espécies da piscicultura com destaque produtivo está a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), pertencente à família Cichlidae, foi uma das primeiras espécies cultivadas, com registros históricos de criação no Egito, datando aproximadamente 3.000 anos (Trewavas, 1983; Vajargah, 2021).

Atualmente, é a segunda espécie de peixe mais produzida no mundo (FAO, 2024), e lidera a piscicultura brasileira, com mais de 662 mil toneladas cultivadas em 2024, representando 68,36 % da produção nacional (PEIXE BR, 2025). Segundo o relatório da Associação Brasileira de Piscicultura – PEIXE BR (2025), em Santa Catarina é a espécie com maior volume produzido, totalizando 47.500 toneladas em 2025, o que posiciona o estado como o quarto maior produtor do país.

Essa predominância no cultivo está relacionada a várias características vantajosas da espécie, como a elevada tolerância a diferentes condições de qualidade de água, facilidade de manejo e alta taxa de crescimento. Além disso, sua adaptação a dietas comerciais e sua eficiência alimentar a tornam uma opção muito atrativa para os piscicultores. Sua rusticidade associada a um pacote tecnológico bem estabelecido, contribui para seu sucesso na aquicultura (Amin *et al.*, 2019; Moustafa *et al.*, 2020; Vajargah, 2021).

No entanto, à medida que os sistemas produtivos se tornam mais intensivos, o equilíbrio entre patógeno, hospedeiro e ambiente pode ser prejudicado, o que proporciona uma maior exposição dos animais aos fatores de risco, especialmente no que se refere à sanidade (Yousefian, 2009). Embora seja uma espécie resistente, condições inadequadas, como altas densidades, nutrição deficiente e baixa qualidade da água, podem comprometer o sistema imunológico dos peixes, tornando-os mais suscetíveis às enfermidades (Eissa, 2021).

1.3 DOENÇAS NO CULTIVO DE TILÁPIA

Infecções bacterianas são relevantes devido à dificuldade de diagnóstico e tratamento. Dentre as mais frequentes e economicamente impactantes estão *Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella tarda*, *Flavobacterium columnare* e *Streptococcus* sp. (Amphan *et al.*, 2019; Lakshmi *et al.*, 2025; Maniyappan *et al.*, 2025).

O gênero *Streptococcus* pertencente à família Streptococcaceae, o qual compreende bactérias ácido lácticas, em formato de cocos, gram-positivas, imóveis, não esporuladas, anaeróbicas facultativas, com catalase negativa e oxidase positiva (Abdallah *et al.*, 2024; Rahman *et al.*, 2021). Essas bactérias já foram isoladas na água e trato gastrointestinal de diversos animais, como galinhas, cachorros, gatos, macacos, cavalos, peixes e até humanos (Van Doan *et al.*, 2022). Dentre as espécies mais problemáticas no cultivo de tilápia, destaca-se a *Streptococcus agalactiae*, cujos surtos são responsáveis por prejuízos econômicos expressivos aos produtores, as perdas causadas por infecção e parasitas foram estimadas em 15 % do total de produção, com um custo de US\$ 0,28 por peixe (Owatari *et al.*, 2020; Tavares-Dias e Martins, 2017).

Apesar dos avanços no manejo da piscicultura, o diagnóstico eficaz de doenças como a estreptococose ainda enfrenta desafios práticos e técnicos. Isso se deve aos sinais clínicos inespecíficos que dificultam a diferenciação em campo, sendo necessário realizar uma análise laboratorial para confirmação (Mishra *et al.*, 2018; Van Doan *et al.*, 2022). Esses sinais incluem exoftalmia, abdômen distendido, hemorragias internas, opacidade da córnea, letargia, natação errática, descoloração da pele, entre outros (Amal e Zamri-Saad, 2011; Van Doan *et al.*, 2022; Maniyappan *et al.*, 2025; Soto *et al.*, 2016).

A manifestação clínica da doença pode variar conforme a virulência da cepa bacteriana, fase de infecção e condições ambientais, sendo a temperatura da água um dos principais fatores de risco. A infecção tende a se manifestar com mais frequência entre a

primavera e o verão, quando as temperaturas mais altas favorecem a proliferação bacteriana, atingindo principalmente os animais na fase de engorda (Figueiredo *et al.*, 2006; Komar, 2008; Mian *et al.*, 2009).

Diversos relatos na literatura mostram surtos e mortalidades devido à infecção por *S. agalactiae* em pisciculturas de vários países, incluindo o Brasil (Barato *et al.*, 2015; Chen *et al.*, 2012; Li *et al.*, 2013; Mian *et al.*, 2009; Rahman *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2020). Peixes infectados apresentam rápida evolução e há relatos de altos índices de mortalidade entre dois e três dias após o início dos sinais clínicos (Figueiredo *et al.*, 2006).

Portanto, a adoção de medidas preventivas representa a estratégia mais adequada e eficiente para evitar danos ou minimizar as consequências nas pisciculturas.

1.4 TRATAMENTOS DISPONÍVEIS

O uso de antimicrobianos na aquicultura é de fundamental importância para o manejo de doenças infecciosas, pois garantem a saúde dos organismos aquáticos e a sustentabilidade econômica da indústria (Maniyappan *et al.*, 2025).

Dentre eles, os antibióticos são os principais medicamentos utilizados para o controle de infecções por *S. agalactiae* (Dangwetngam *et al.*, 2016). Entretanto, sua eficácia depende do início precoce do tratamento, o que não ocorre na maioria dos casos, além disso, os peixes doentes reduzem o apetite, dificultando a administração do medicamento (Zamri-Saad *et al.*, 2014). Segundo Zamri-Saad *et al.* (2014), gera-se um ciclo vicioso em que quando os antibióticos conseguem controlar parcialmente a mortalidade no período de aplicação, seu uso é interrompido, então a mortalidade volta a aumentar, e o produtor recomeça o uso por períodos e/ou doses maiores. Esse ciclo aumenta a pressão de seleção de bactérias resistentes, além disso, pode gerar resíduos na carne, e poluir os corpos hídricos.

Dessa forma, é importante buscar formas de minimizar os efeitos negativos dos antibióticos e outros quimioterápicos, utilizando novas fórmulas eficientes e seguras. Alternativas têm sido buscadas com interesse em produtos naturais biologicamente ativos. Essas substâncias têm se mostrado promissoras tanto como imunoproliféricos quanto no tratamento e controle das doenças de organismos aquáticos (Abdallah *et al.*, 2024; Mehrabi *et al.*, 2019; Reverter *et al.*, 2014; Van Doan *et al.*, 2022).

Os produtos naturais têm sido as principais fontes de novos medicamentos, principalmente os de origem vegetal (Almaraj e Gopi, 2021). As plantas são portadoras de

princípios ativos com potencial terapêutico contra várias doenças, principalmente as causadas por agentes infecciosos (Meneses *et al.*, 2021; Zhu, 2020).

Estudos mostram que o uso de produtos vegetais tem sido responsável pelo aumento da resposta imunológica e melhorias nos parâmetros hematológicos e bioquímicos em organismos aquáticos (Awad, 2017; Bulfon *et al.*, 2015). Dentre estes, alguns atuam aumentando a atividade dos mecanismos de defesa não específicos e conferindo proteção contra doenças quando adicionados à ração dos peixes (Brum *et al.*, 2017; Kumar *et al.*, 2025; Park e Choi, 2012; Tang *et al.*, 2014)

Maulu *et al.* (2021) em sua revisão, apresentaram várias ervas com eficácia comprovada para controlar estreptococoses em tilápia, como caruru-azedo, cássia-imperial, babosa e alho. Silva *et al.* (2019) também observaram que tilápias alimentadas com óleo essencial de *Mentha piperita* (0,25%) apresentaram maior resistência após infecção por *S. agalactiae*.

1.5 CINNAMOMUM SPP.

Uma das alternativas que vem sendo explorada é a inclusão da canela na alimentação animal, incluindo para peixes. A canela é uma importante especiaria global, com aplicações na culinária, perfumaria e medicina. Pertencente ao gênero *Cinnamomum*, tem como espécies principais a *Cinnamomum zeylanicum* e *Cinnamomum cassia* (Ranasinghe *et al.*, 2013). *C. zeylanicum* é nativa do Sri Lanka e parte sul da Índia, e seu uso se dá através de extratos, infusões, pó e óleo essencial (Paranagama *et al.*, 2020).

Óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas e odoríferas com baixo peso molecular (Teixeira *et al.*, 2024). A composição química dos óleos varia de acordo com vários fatores como a espécie da planta, parte utilizada, estágio de desenvolvimento e o método de extração (Abd El-Hack *et al.*, 2020). Estudos identificaram mais de 80 componentes do óleo essencial de diferentes partes da canela (Jayaprakasha *et al.*, 2002), sendo o principal componente o cinamaldeído (Beraldo *et al.*, 2013).

Diversos estudos mostram as propriedades farmacológicas da canela, incluindo efeitos anti-inflamatórios (Kumar *et al.*, 2025), atividade antimicrobiana (Terrazas-Pineda *et al.*, 2025), antioxidante (Jamir *et al.*, 2025), anestésica (Andrade *et al.*, 2025), antiviral (Hossain *et al.*, 2025), controle de diabetes e redução de doenças cardiovasculares (Beheshti *et al.*, 2025), e inseticida (Ranasinghe *et al.*, 2013). Além disso, pesquisas mostram o potencial do uso da

canela para peixes, como aditivo alimentar melhorando o desempenho e a resistência à patógenos e como anestésico mitigando respostas ao estresse (Andrade *et al.*, 2025; Liu *et al.*, 2023). Habiba *et al.* (2021) verificaram que a inclusão de pó de canela na alimentação de robalo melhorou a conversão alimentar e diminuiu a quantidade de *Vibrio* spp. no intestino dos animais.

Apesar dos estudos avaliando diferentes fontes de canela na aquicultura, a utilização do óleo essencial da espécie de *C. zeylanicum* na tilapicultura é escassa.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos do óleo essencial das folhas de canela, *Cinnamomum zeylanicum*, como aditivo alimentar sobre os parâmetros sanguíneos, desempenho zootécnico e resistência à infecção por *Streptococcus agalactiae* em juvenis de tilápia, *Oreochromis niloticus*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Avaliar a atividade antibacteriana *in vitro* do óleo essencial das folhas de canela (*C. zeylanicum*) contra *S. agalactiae*;
- 2) Determinar a melhor concentração de óleo essencial de canela (*C. zeylanicum*) como aditivo alimentar sobre o desempenho zootécnico os parâmetros hematológicos e bioquímicos de tilápias;
- 3) Avaliar a taxa de sobrevivência das tilápias infectadas por *S. agalactiae* após suplementação alimentar com o óleo essencial de canela (*C. zeylanicum*).

3 INFLUÊNCIA DO ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA, *Cinnamomum zeylanicum*, SOBRE OS PARÂMETROS SANGUÍNEOS, DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E RESISTÊNCIA À INFECÇÃO POR *Streptococcus agalactiae* EM TILÁPIA-DO-NILO, *Oreochromis niloticus*

Beatriz BORTOLATO ^{1,2}, Felipe Gabriel Liermann BRITTO¹, Andressa Oliveira MACHADO¹, Amanda DARTORA¹, Robilson WEBER¹, Adolfo JATOBÁ^{1,2}, Jaqueline Inês Alves de ANDRADE^{1,2}

¹ Laboratório de Aquicultura. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – IFC, Araquari, SC 89245-000, Brasil

² Mestrado Profissional em Produção e Sanidade Animal. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – IFC, Araquari, SC 89245-000, Brasil

Abstract

Tilapia is the second most farmed globally fish species, due to its adaptability and resistance. However, intensified production systems increase stress and susceptibility to disease. Streptococcosis is among the most prevalent diseases, causing significant losses worldwide. This study aimed to evaluate the effects of dietary supplementation with cinnamon essential oil (*Cinnamomum zeylanicum*) on growth performance, biochemical parameters, and resistance to *Streptococcus agalactiae* in juvenile tilapia. An *in vitro* test was conducted to determine the minimum inhibitory concentration (MIC) and the feeding trial followed a completely randomized design with six treatments and four replicates (control diet, control + 0.43 % soybean oil, and diets supplemented with 0.2 %, 0.4 %, 0.8 %, and 1.6 % cinnamon essential oil) for six weeks. Ten fish were stocked per 100 L tank in a recirculating aquaculture system and fed three times daily at 4% of biomass, with weekly biometric. Water quality parameters were monitored daily and maintained within optimal conditions for the species. After the feeding period, zootechnical and hematological parameters were evaluated. For the bacterial challenge, fish were intraperitoneally injected with *S. agalactiae*, and clinical signs and mortality were monitored over 15 days. Cinnamaldehyde (82.87%) was identified as the major component of the essential oil and it exhibited strong antibacterial activity, with an MIC of 62.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ against *S. agalactiae*. *In vivo* results showed a strong correlation between oil inclusion

level and zootechnical performance. Concentrations up to 0.4 % did not affect zootechnical performance and improved physiological parameters. All levels tested increased survival after *S. agalactiae* infection. In conclusion, dietary inclusion of cinnamon essential oil up to 0.4% appears to be a viable prophylactic strategy to improve tilapia health and reduce mortality caused by *S. agalactiae*.

Keywords: Aquaculture. Phytogetic. Bacteriosis. Cinnamaldehyde.

3.1 INTRODUÇÃO

A tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus* lidera a produção aquícola no Brasil, com uma produção de 662 mil toneladas em 2024 (Peixe BR, 2025). Isso ocorre devido a diversas características da espécie, como rápido crescimento, adaptação a diferentes condições ambientais, resistência ao manejo, além da fácil aceitação do mercado (Amin *et al.*, 2019; Moustafa *et al.*, 2020; Vajargah, 2021).

No entanto, cada vez mais, as práticas aquícolas utilizam densidades de produção mais elevadas, o que pode gerar estresse e aumento da suscetibilidade a doenças nos peixes (Manduca *et al.*, 2021). Um patógeno prevalente que afeta a tilapicultura mundial é a bactéria gram-positiva *Streptococcus agalactiae* (Maniyappan *et al.*, 2025), causando exoftalmia, abdômen distendido, hemorragias, natação errática e mortalidade total do lote em poucos dias (Amal e Zamri-Saad, 2011; Van Doan *et al.*, 2022; Soto *et al.*, 2016).

Antibióticos são frequentemente incorporados à ração das tilápias para tratar e prevenir doenças (Vijayaram *et al.*, 2023). Entretanto, a aplicação inadequada tem favorecido o surgimento de cepas resistentes, poluição ambiental e acúmulo de resíduos nos produtos aquícolas, o que é considerado um problema de saúde pública mundial (Imtiaz *et al.*, 2024), tornando seu uso limitado.

Portanto, é essencial que sejam tomadas medidas de prevenção das doenças através do fortalecimento das defesas imunológicas e bem-estar geral dos peixes. Diversas pesquisas mostram que a incorporação de fitogênicos pode melhorar o desempenho, a saúde e a resistência dos animais a patógenos (García Beltrán e Esteban, 2022). Entre os aditivos fitogênicos avaliados em dietas para tilápia estão os óleos essenciais, que ganharam destaque por sua

origem natural e perfil de segurança (Aguilar *et al.*, 2023; Dawood *et al.*, 2019; Roldan-Juarez *et al.*, 2023).

A canela, *Cinnamomum zeylanicum*, é uma planta com diversas aplicações na indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica (Mishra e Srivastava, 2020). Seu principal componente é o cinamaldeído, que atua na destruição da membrana celular bacteriana, reduzindo a viabilidade dos patógenos e minimizando o risco de resistência microbiana (Abd El-Hack *et al.*, 2020). Pesquisas indicam que a adição de canela na alimentação de peixes pode melhorar o desempenho zootécnico e a resistência imunológica, contribuindo para um crescimento mais eficiente e menor incidência de doenças infecciosas (Abdel-Tawwab *et al.*, 2024; Alnahass *et al.*, 2023; Liu *et al.*, 2023).

Neste contexto, este estudo avaliou o efeito da adição do óleo essencial de canela na ração de juvenis de tilápia, investigando seus impactos sobre o desempenho zootécnico, parâmetros de saúde e resistência à infecção por *S. agalactiae*.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) – protocolo número 426/2023. O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura (LAQ) do Instituto Federal Catarinense (IFC), *Campus* Araquari.

3.2.1 Óleo essencial de canela, *Cinnamomum zeylanicum*

O óleo essencial das folhas de *C. zeylanicum* foi adquirido comercialmente pelo fabricante Terra Flor® (Terra Flor Indústria e Comércio de Aromaterápicos Ltda), lote fornecedor 105046, lote Terra Flor 21100. A caracterização química do óleo essencial foi determinada por cromatografia gasosa e disponibilizada pelo fornecedor.

3.2.2 Teste *in vitro* de atividade antibacteriana com o óleo essencial de canela

A determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) do óleo de canela foi realizada em caldo Mueller-Hinton pela técnica de microdiluição (Eloff, 1998). Primeiramente, a bactéria *S. agalactiae*, foi cultivada em Caldo Triptona Soja (Himedia®, Mumbai, Índia), e incubada a 30 °C por 24 h. Após esse período, em uma microplaca de 96 poços, foram realizadas

diluições sucessivas do óleo de canela nas concentrações ($1000 \mu\text{g.mL}^{-1}$; $500 \mu\text{g.mL}^{-1}$; $250 \mu\text{g.mL}^{-1}$; $125 \mu\text{g.mL}^{-1}$; $62,5 \mu\text{g.mL}^{-1}$ e $31,25 \mu\text{g.mL}^{-1}$).

Foi adicionado $95 \mu\text{L}$ de óleo essencial em cada cavidade, e em seguida, $5 \mu\text{L}$ do inóculo bacteriano contendo $1,5 \times 10^5$ (UFC.mL⁻¹), em triplicata. Como controle positivo de crescimento foi utilizado meio de cultura inoculado com a bactéria *S. agalactiae*, e como negativo, meio de cultura sem inóculo bacteriano. Foi inoculado a bactéria em meio de cultura adicionado de dimetilsulfóxido a 5 %, utilizado para solubilizar o óleo essencial. Em seguida, a placa foi incubada a 30°C por 24 h. Após esse período, revelada com 2,3,5 cloreto de trifêniltetrazóleo. Posteriormente, a CIM foi determinada como a menor concentração capaz de inibir o crescimento bacteriano.

3.2.3 Desenho experimental

As tilápias foram fornecidas pelo Laboratório de Aquicultura, *Campus Araquari*. Após biometria, 240 peixes ($16,7 \pm 0,0\text{g}$) foram distribuídos aleatoriamente em 24 caixas de 100 L, totalizando 10 peixes por tanque. As unidades foram acopladas a um sistema de recirculação com aeração constante, sistemas de filtração mecânica, biológica e ultravioleta. Para remover o excesso de fezes e resíduos de ração acumuladas, os tanques foram limpos por sifonagem e troca de 40% do volume de água, uma vez por semana.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições: dieta controle, dieta controle + soja (0,43 % para balanço isoenergético em comparação com a ração de 1,6 %) e dietas suplementadas com óleo essencial de canela nas concentrações de 0,2 %, 0,4 %, 0,8 % e 1,6 % por um período de seis semanas. As concentrações foram escolhidas com progressão geométrica a partir da análise da concentração inibitória mínima (CIM). As rações foram oferecidas três vezes ao dia, (8 h, 12 h e 16 h) a 4 % da biomassa. Uma vez por semana era realizada biometria para ajuste na quantidade de ração ofertada de acordo com Silva *et al.* (2019).

Os parâmetros de qualidade de água, oxigênio dissolvido e temperatura foram mensurados diariamente utilizando oxímetro (YSI Pro-Solo), e uma vez por semana o pH através de pHmetro (Alfakit®), amônia total, amônia tóxica, nitrito, nitrato através de Fotocolorímetro (Alfakit®) e alcalinidade por titulação. Os valores permaneceram dentro dos limites de conforto para a espécie, como seguem: oxigênio dissolvido $7,99 \pm 0,47 \text{ mg.L}^{-1}$; temperatura $25,08 \pm 1,76^\circ\text{C}$; pH $7,87 \pm 0,26$; amônia total $1,8 \pm 1,38 \text{ mg.L}^{-1}$; amônia tóxica

$0,08 \pm 0,07 \text{ mg.L}^{-1}$; nitrito $0,84 \pm 0,46 \text{ mg.L}^{-1}$; nitrato $128,18 \pm 111,95 \text{ mg.L}^{-1}$ e alcalinidade $138,17 \pm 16,99 \text{ mgCaCO}_3 \cdot \text{L}^{-1}$.

3.2.4 Preparo da dieta experimental

Foi utilizada ração comercial Nutripiscis (ADM®) de 3 - 4 mm durante todo o período experimental, apresentando a seguinte composição: umidade (máx.): 120 g.kg^{-1} ; proteína bruta (mín.): 360 g.kg^{-1} ; extrato etéreo (mín.): 70 g.kg^{-1} , fibra (máx.): 50 g.kg^{-1} .

A inclusão de óleo essencial nas dietas foi realizada de acordo com instruções de Dairiki *et al.* (2013). O óleo essencial foi diluído em álcool de cereais e pulverizado com suas respectivas concentrações na proporção de 100 mL.kg^{-1} de ração, incluindo o grupo controle, que recebeu apenas a adição de álcool de cereais. As dietas experimentais foram secas por 24 h a 25°C e, em seguida, armazenadas refrigeradas até a alimentação dos animais.

3.2.5 Parâmetros zootécnicos

Após seis semanas do período experimental, os seguintes parâmetros de desempenho foram analisados: peso final (g); taxa de conversão alimentar = ração consumida / ganho de peso; ganho semanal (g.sem^{-1}) = ganho de peso (g) / número de semanas; TCE - taxa de crescimento específico ($\%\text{.dia}^{-1}$) = $100 \times (\text{peso final} - \text{peso inicial}) / \text{número de dias de experimento}$; sobrevivência (%) = $\text{número final de peixes} / \text{número inicial de peixes} \times 100$; produtividade (kg.m^{-3}) = $\text{biomassa total (g)} / \text{volume (m}^3) / 1000$; e, IHS - índice hepatossomático (%) = $\text{peso fígado (g)} / \text{peso total (g)} \times 100$.

3.2.6 Parâmetros sanguíneos

Ao final do experimento, amostras de sangue de três peixes foram coletadas de cada tanque, totalizando 12 peixes por tratamento. Os peixes foram anestesiados com solução de Eugenol® (75 mg.L^{-1}) e o sangue foi coletado por punção da veia caudal utilizando seringas de 3 mL contendo EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) a 10 % como anticoagulante.

Uma amostra foi transferida para tubos capilares e centrifugadas a $12000 \times g$ por 5 minutos para determinar o hematócrito - Ht (%) pelo método do microhematócrito (Goldenfarb *et al.*, 1971). Uma alíquota de sangue ($5 \mu\text{L}$) foi utilizada para contagem de eritrócitos ($10^6 \cdot \mu\text{L}^{-1}$).

¹⁾ em câmara de Neubauer após diluição em solução de Dacie (Blaxhall e Daisley, 1973). A concentração de hemoglobina (g.dL^{-1}) foi determinada pelo método da cianometahemoglobina utilizando espectrofotômetro a 540 nm através kit comercial (Labtest[®]).

Os índices hematimétricos, volume corpuscular médio - VCM (fL), hemoglobina corpuscular média - HCM (pg) e concentração de hemoglobina corpuscular média - CHCM (g.dL^{-1}) foram calculados de acordo com Ranzani-Paiva *et al.* (2013), com as equações a seguir: $\text{VCM} = \text{Ht} / \text{número de eritrócitos} \times 10$; $\text{CMHC} = \text{Hb} / \text{Ht} \times 100$, $\text{HCM} = \text{Hb} / \text{número de eritrócitos} \times 10$. As determinações de glicose plasmática, proteínas totais e albumina foram realizadas por método colorimétrico através de espectrofotômetro utilizando kits comerciais (Labtest[®]).

3.2.7 Desafio com *Streptococcus agalactiae*

A bactéria *S. agalactiae* foi cultivada em meio líquido BHI (Himedia[®], Mumbai, Índia), por 24 h a 30 °C. Após esse período, o inóculo foi centrifugado por 15 minutos a 1800 g. O sobrenadante foi descartado e o pellet ressuspenso em solução salina estéril a 0,85 % na concentração de $1,2 \times 10^9 \text{ UFC.mL}^{-1}$ de acordo com a escala de McFarland. Para o desafio cada peixe recebeu 100 μL de solução bacteriana por injeção intraperitoneal. Os sinais clínicos foram observados e a mortalidade monitorada durante 15 dias.

3.2.8 Análise estatística

Os dados estão apresentados como a média $\pm$ desvio padrão da média, os mesmos foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Levene) e quando atenderam essas premissas, prosseguiu-se com a análise de variância e pós teste de Tukey ($p < 0,05$). Em caso contrário, os dados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis e pós teste de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner (DSCF). Para verificar a correlação entre os parâmetros zootécnicos e o nível de inclusão de óleo foi realizada a regressão linear. As análises estatísticas foram realizadas no software Jamovi versão 2.6.44.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Composição química do óleo essencial de canela

A análise do óleo essencial mostrou como principais componentes o cinamaldeído (82,87%) e o metoxycinamaldeído (7,54%), seguido do benzaldeído (0,91%), feniletanol (0,69%), cumarina (0,66%) e acetato de 2-metoxycinamila (0,64%) (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição química do óleo essencial.

Substâncias	Quantidade (%)
Cinnamaldehyde (cis-trans)	82,87
o-Methoxycinnamaldehyde (cis-trans)	7,54
Benzaldehyde	0,91
Phenylethylalcohol	0,69
Coumarin	0,66
2-Methoxycinnamyl acetate	0,64
Cinnamylacetate	0,55
cis-Cinnamaldehyde	0,39
Salicylaldehyde	0,21
Styrene	0,20
Cinnamylalcohol	0,17
p-Cyneine	0,06
Benzylbenzoate	0,06
Limonene (D)	0,04
Acetophenone	0,04
Eucalyptol	0,01
Camphor	nd
(DL)-Menthol	nd
Estragole (= Methylchavicol)	nd
Eugenol	nd
Methyl eugenol	nd

3.3.2 Concentração Inibitória Mínima (CIM)

No teste de concentração inibitória mínima foi observado que o óleo essencial apresentou atividade antibacteriana contra *S. agalactiae* a partir de 62,5 µg.mL⁻¹.

3.3.3 Parâmetros zootécnicos

Após seis semanas de alimentação, não foi observada diferença significativa entre peixes alimentados com a dieta controle e com os suplementados até a concentração de 0,4 % para peso final, ganho semanal, taxa de crescimento específico e produtividade (Tabela 2). Por

outro lado, quanto maior o nível de inclusão do óleo na ração (0,8 % e 1,6 %) observou-se uma redução no desempenho nos parâmetros avaliados, com exceção da conversão alimentar, o qual 0,8 % não diferiu das menores concentrações e do controle; e a sobrevivência, que não apresentou diferença entre os tratamentos. Para o índice hepatossomático, as dietas contendo 0,2 % e 0,4 % obtiveram os maiores valores, entretanto, não diferiram dos controles e da concentração 0,8 %, apenas da concentração de 1,6 %.

Tabela 2 – Parâmetros zootécnicos de juvenis de tilápia -do-Nilo (*O. niloticus*) alimentados com diferentes níveis de inclusão de canela (*C. zeylanicum*).

Parâmetros zootécnicos	Níveis de inclusão do óleo essencial de <i>C. zeylanicum</i>					
	Soja	0%	0,2%	0,4%	0,8%	1,6%
Peso inicial (g)	16,70±0,00 ^a	16,70±0,00 ^a	16,70±0,00 ^a	16,70±0,00 ^a	16,70±0,00 ^a	16,70±0,00 ^a
Peso final (g)	59,62±3,06 ^a	58,04±2,55 ^a	56,22±1,18 ^a	56,14±1,08 ^a	46,37±0,78 ^b	28,71±1,24 ^c
Conversão alimentar	1,11±0,06 ^a	1,13±0,05 ^a	1,18±0,03 ^a	1,16±0,01 ^a	1,29±0,03 ^a	2,13±0,15 ^b
Ganho semanal (g.sem ⁻¹)	7,15±0,51 ^a	6,89±0,42 ^a	6,59±0,20 ^a	6,57±0,18 ^a	4,95±0,13 ^b	2,00±0,21 ^c
TCE (%.dia ⁻¹)	1,31±0,05 ^a	1,29±0,05 ^a	1,25±0,02 ^a	1,26±0,01 ^a	1,06±0,02 ^b	0,65±0,02 ^c
Sobrevivência (%)	100,00±0,00 ^a	100,00±0,00 ^a	100,00±0,00 ^a	97,50±5,00 ^a	100,00±0,00 ^a	100,00±0,00 ^a
Produtividade (g.m ⁻³)	6,62±0,34 ^a	6,45±0,28 ^a	6,25±0,13 ^a	6,30±0,03 ^a	5,15±0,09 ^b	3,19±0,14 ^c
IHS (%)	3,12±0,53 ^{ab}	3,18±0,50 ^{ab}	3,51±0,50 ^a	3,47±0,45 ^a	2,96±0,19 ^{ab}	2,43±0,04 ^b

TCE – taxa de crescimento específico; IHS – índice hepatossomático. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Verificou-se uma alta correlação entre o desempenho zootécnico em relação aos diferentes níveis de inclusão de óleo essencial de canela (Figura 1).

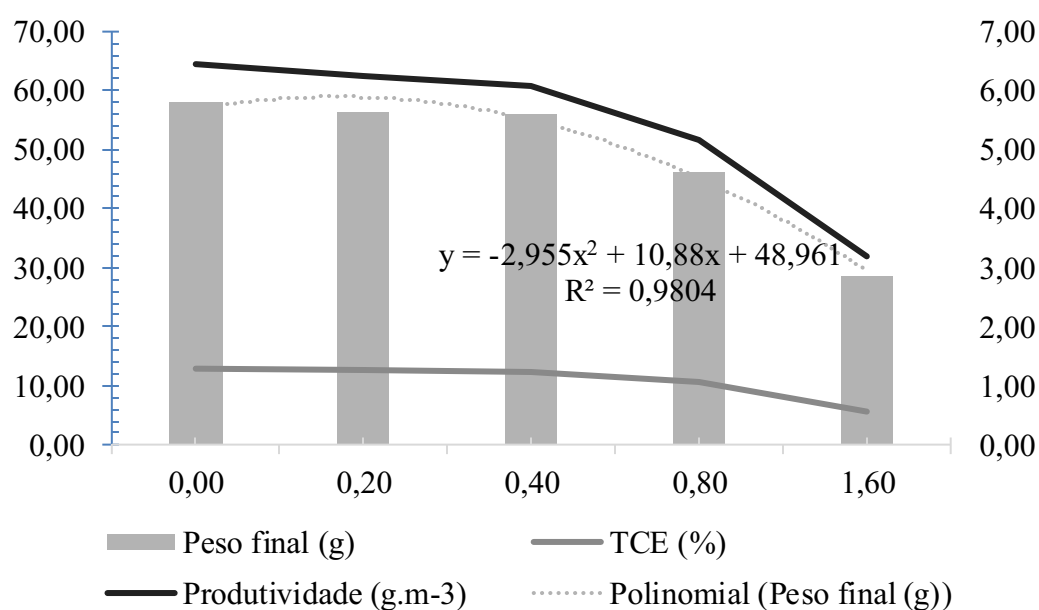


Figura 1 - Gráfico comparativo do desempenho zootécnico em relação aos diferentes níveis de inclusão de óleo essencial de canela na ração. TCE – taxa de crescimento específico.

Fonte: autora (2025)

3.3.4 Parâmetros sanguíneos

Após seis semanas de suplementação, foi possível observar um aumento significativo na concentração de hemoglobina nos peixes alimentados com *C. zeylanicum* na concentração 0,4 % em relação às demais concentrações (0,2 %, 0,8 % e 1,6 %), com exceção do controle (Tabela 3). O menor valor obtido foi para adição de 1,6 % de canela, o mesmo ocorreu para hematócrito, que foi significativamente menor em relação as demais concentrações e controle. O número de eritrócitos e os índices hematimétricos não foram afetados pela adição de *C. zeylanicum* na ração.

Tabela 3 – Parâmetros hematológicos de juvenis de tilápia -do-Nilo (*O. niloticus*) alimentados com diferentes níveis de inclusão de canela (*C. zeylanicum*).

Parâmetros hematológicos	Níveis de inclusão do óleo essencial de <i>C. zeylanicum</i>				
	0%	0,2%	0,4%	0,8%	1,6%
Hemoglobina (g.dL⁻¹)	7,78±0,38 ^{ab}	7,32±0,11 ^a	8,33±0,36 ^b	7,64±0,19 ^a	6,06±0,24 ^c
Hematócrito (%)	30,70±1,14 ^a	29,50±1,45 ^a	30,50±0,99 ^a	28,80±2,61 ^a	23,50±2,09 ^b
Eritrócitos (x10⁶.mL⁻¹)	1,75±0,32 ^a	1,92±0,56 ^a	1,87±0,28 ^a	1,70±0,29 ^a	1,69±0,28 ^a
VCM (fL)	173,20±20,40 ^a	164,12±44,71 ^a	173,58±30,85 ^a	177,60±47,72 ^a	143,30±24,80 ^a
HCM (pg)	43,31±5,13 ^a	42,65±12,85 ^a	47,15±7,71 ^a	46,47±9,02 ^a	37,00±5,71 ^a
CHCM (g.dL⁻¹)	25,36±0,61 ^a	25,82±1,59 ^a	27,38±0,51 ^a	26,71±2,26 ^a	26,10±1,91 ^a

Volume Corpuscular Médio (VCM); Hemoglobina Corpuscular Média (HCM); e Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM). Letras diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Conforme demonstrado na Tabela 4, a glicose diminuiu significativamente nos peixes alimentados com *C. zeylanicum* na concentração de 1,6 % em comparação ao controle, e se manteve sem diferença estatística nas demais concentrações de canela. Em relação a proteínas totais, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Enquanto isso, a inclusão de *C. zeylanicum* aumentou a albumina nos peixes alimentados com 0,2 % e 0,8 % de canela em relação ao controle e a concentração de 1,6 %, que também apresentou uma diminuição significativa em comparação aos demais grupos.

Tabela 4 – Parâmetros bioquímicos de juvenis de tilápia -do-Nilo (*O. niloticus*) alimentadas com diferentes níveis de inclusão de canela (*C. zeylanicum*).

Parâmetros hematológicos	Níveis de inclusão do óleo essencial de <i>C. zeylanicum</i>				
	0%	0,2%	0,4%	0,8%	1,6%
Glicose (mg.dL⁻¹)	45,84±8,89 ^a	40,00±0,62 ^a	35,60±1,15 ^{ab}	39,49±5,67 ^a	28,43±4,53 ^b
Proteínas (g.dL⁻¹)	2,71±0,67 ^a	3,25±0,43 ^a	2,99±0,39 ^a	2,88±0,68 ^a	1,98±0,32 ^a
Albumina (g.dL⁻¹)	0,98±0,11 ^b	1,16±0,01 ^a	1,15±0,06 ^a	1,09±0,09 ^{ab}	0,75±0,04 ^c

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

3.3.5 Desafio experimental

A taxa de sobrevivência dos peixes após desafio bacteriano com *Streptococcus agalactiae* está ilustrada na Figura 2. A inclusão de *C. zeylanicum* na dieta aumentou a sobrevivência para aproximadamente 87 %, em todas as concentrações testadas em comparação com o controle que obteve sobrevivência de 37 %. Além disso, os peixes do controle apresentaram sinais clínicos típicos da infecção por *S. agalactiae*, como erosão nas nadadeiras, exoftalmia, opacidade da córnea, hemorragias pelo corpo, ulceração da epiderme (Figura 3).

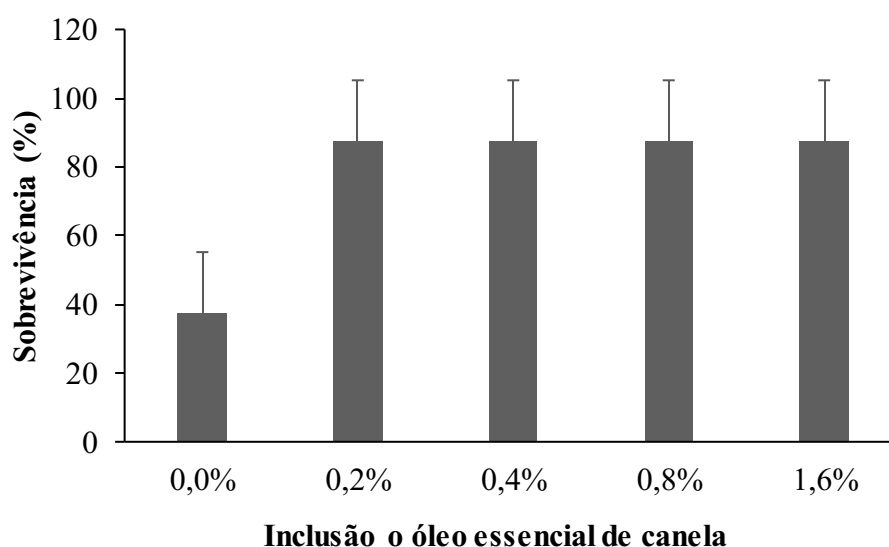


Figura 2 - Gráfico comparativo da sobrevivência das tilápias em cada tratamento após desafio bacteriano com *Streptococcus agalactiae*.

Fonte: autor (2025)

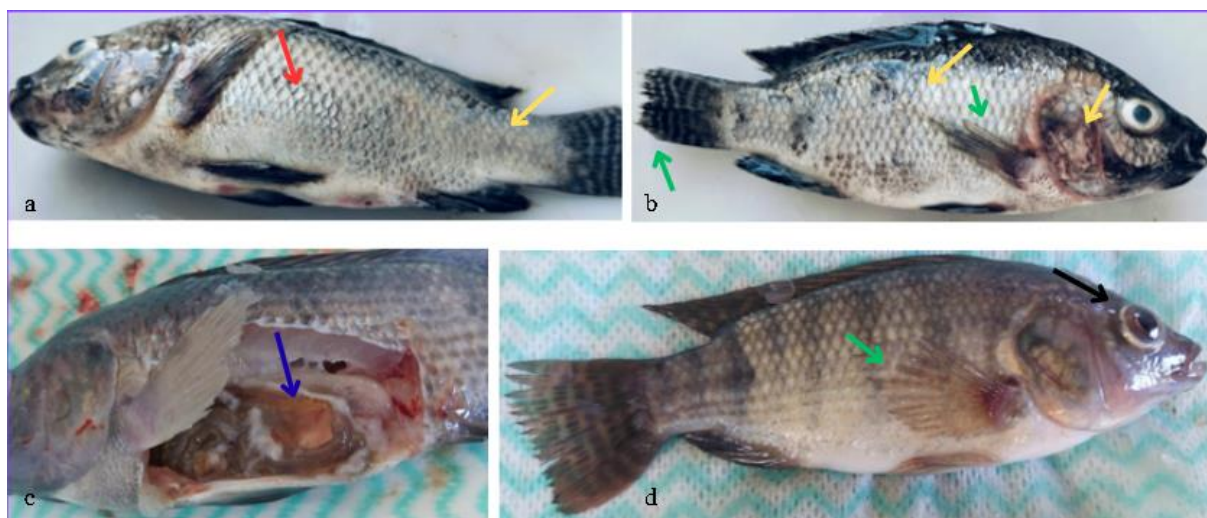


Figura 3 – Manifestação de sinais clínicos de infecção por *Streptococcus agalactiae* em tilápias, (a) distensão abdominal (seta vermelha) e descamação (seta amarela), (b) lesões nas nadadeiras (seta verde) e na pele com intensa deterioração (seta amarela), (c) fígado friável (seta azul), (d) lesões nas nadadeiras (seta verde) e exoftalmia (seta preta).

Fonte: Laboratório de Aquicultura/IFC (2025)

3.4 DISCUSSÃO

A composição dos óleos essenciais é determinada conforme método de secagem, de extração, tempo e temperatura. Além disso, fatores como a localização, a idade da planta, o clima e a forma de cultivo, também influenciam. Tal fato determina suas propriedades químicas, bem como sua ação sobre os animais, mas a falta de padronização dificulta o uso para fins medicinais (Assane *et al.*, 2021; Batista *et al.*, 2025; Pinto *et al.*, 2014).

Diferente do observado neste estudo, o limoneno (2,42 %) e a cinamila acetato (2,03 %) foram encontrados em maiores concentrações (Lu *et al.*, 2020; Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, 2010a). No presente experimento, o cinamaldeído foi o principal componente encontrado no óleo essencial de *C. zeylanicum*, corroborando com outros estudos (Jamir *et al.*, 2025; Shu *et al.*, 2024). É uma substância que possui atividade antibacteriana, atuando na permeabilização da membrana plasmática juntamente com efeitos *anti-quorum sensing*, o que pode estar relacionado aos resultados obtidos neste experimento (Abd El-Hack *et al.*, 2020; Mohamed *et al.*, 2020).

Além disso, o óleo de canela atua em um amplo espectro, agindo tanto em bactérias gram-negativas, quanto em gram-positivas, conforme demonstrado por Shu *et al.* (2024), que obtiveram CIM de 0,62 mg.L⁻¹ para *Staphylococcus aureus* e de 1,25 mg.L⁻¹ para *Escherichia coli*. Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn (2010a) encontraram valor de CIM de 40 µg.mL⁻¹

contra a bactéria *Streptococcus iniae*, valor inferior ao obtido no presente experimento, o que pode ser devido à uma maior concentração de cinamaldeído na composição do óleo utilizado (90,24%).

Em relação ao desempenho zootécnico, diversos autores demonstraram que diferentes concentrações de óleos essenciais não promoveram melhora no desempenho da tilápia-do-Nilo, principalmente relacionado a baixas concentrações dos óleos, uma vez que o efeito é dose-dependente (Jesus *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2019; Harikrishnan *et al.*, 2011). O presente estudo utilizou doses elevadas de óleo essencial (até 1,6 % - 16 g.kg⁻¹), entretanto, o consumo da ração foi comprometido, o que pode ser atribuído à baixa palatabilidade, causada pelo sabor amargo e adstringente da canela (Alnahass *et al.*, 2023; Bennick, 2002).

Além disso, os resultados variam de acordo com as espécies avaliadas e a forma de administração. Para o panga (*Pangasianodon hypophthalmus*), por exemplo, a adição de 3 mL.kg⁻¹ de óleo de canela, durante 60 dias, reduziu o desempenho zootécnico (Alnahass *et al.*, 2023). Por outro lado, o robalo-europeu (*Dicentrarchus labrax*) melhorou o desempenho com a adição de 10-15 g.kg⁻¹ de pó de canela, por 90 dias de alimentação, com aumento no ganho de peso, taxa de crescimento específico e conversão alimentar (Habiba *et al.*, 2021).

Alevinos de tilápia alimentados com ração suplementada com canela em pó, a 1 %, apresentaram uma maior taxa específica de crescimento, menor conversão alimentar e um ganho de peso de 16 a 20 g, durante experimento de 90 dias (Ahmad *et al.*, 2011). Diferente do presente estudo, em que o houve um ganho de peso de 12 g, na concentração 1,6 % e 30 g em 0,8 % de óleo de canela, durante 42 dias. Essa discrepância pode estar relacionada a quantidade de substâncias bioativas no óleo, uma vez que são mais concentradas em comparação a canela em pó.

Em experimento com adição de óleo de canela para alevinos de tilápias, Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, (2010a) não observaram diferenças entre os tratamentos no desempenho zootécnico. Porém, tal fato pode ser explicado pelo tempo decorrido do estudo, foram alimentados por apenas 5 (cinco) dias, e utilizaram baixas dose de óleo de canela na ração, de 0,1 – 0,4 %.

Com o uso diretamente do cinamaldeído como aditivo à ração, por 60 dias, as tilápias aumentaram o peso final, o consumo de ração e a taxa de crescimento específico na dose 0,5 g.kg⁻¹, com ganho de peso de cerca de 47,5 g. Para as doses maiores, de 0,75 e 1 g.kg⁻¹ não houve diferença estatística com o controle, indicando que nesse caso a maior dosagem não é a que possui melhor desempenho. Apesar do presente trabalho corroborar com essa afirmação, a

adição de óleo de canela iniciou com 2 g.kg^{-1} (o equivalente a $1,6 \text{ g.kg}^{-1}$ de cinamaldeído). A taxa de crescimento específico, de $4 \text{ \%.dia}^{-1}$, para a dose de $0,5 \text{ g.kg}^{-1}$, mesmo utilizando ração com 28 % de proteína bruta (Imlani *et al.*, 2024), foi superior à obtida no presente estudo, de $1,26 \text{ \%.dia}^{-1}$, para a adição de 4 g.kg^{-1} de óleo essencial na ração (correspondendo a cerca de $3,3 \text{ g.kg}^{-1}$ de cinamaldeído). Tal fato pode indicar maior efetividade do uso direto deste composto, devido ao grau de pureza, ou por sua adição não afetar a palatabilidade da ração.

Os parâmetros hematológicos podem ser usados para avaliar os efeitos de dietas na função osmorregulatória, respostas aos estressores ambientais, e classificar uma possível anemia, que é a condição em que a capacidade do sangue em transportar oxigênio para os tecidos se torna reduzida (Rodgers *et al.*, 1999). Níveis elevados de hemoglobina e eritrócitos no sangue indicam níveis elevados de ferritina, resultando em alta capacidade respiratória. Por outro lado, baixa concentração de hemoglobina pode indicar a anemia (Ranzani-Paiva *et al.*, 2013; Tavares-Dias, 2015). No presente estudo, a concentração de hemoglobina e o número de eritrócitos foram significativamente menores na concentração de 1,6 % em comparação aos outros tratamentos. Entretanto, estão dentro da faixa de referência para a espécie em cultivo intensivo (Tavares-Dias e Martins, 2017).

Ahmad *et al.* (2011) alimentaram alevinos de tilápia durante 90 dias com 1 % de pó de canela e observaram aumento nos níveis de hemoglobina, hematócrito e número de eritrócitos. Outro trabalho adicionou canela em pó (10, 15 e 20 g.kg^{-1}) em dieta para robalo, durante 90 dias, e observaram melhora nos parâmetros hematológicos, apresentando um aumento na concentração de hemoglobina e hematócrito (Habiba *et al.*, 2021).

Corroborando o presente estudo, a suplementação por 55 dias com ração contendo 1 % de gengibre e 0,5 % de manjerição diminuiu o hematócrito e a concentração de hemoglobina para alevinos de tilápia. A redução desses parâmetros pode ser prejudicial, indicando anemia (Brum *et al.*, 2017).

Proteínas totais e glicose plasmática são utilizados em respostas fisiológicas para indicar condições estressantes em peixes. Em geral, há aumento desses níveis para suprir a demanda energética causada pelo estresse (Barton e Iwama, 1991). Porém, neste experimento apenas a concentração de 1,6 % apresentou diminuição significativa em relação aos outros tratamentos.

Os valores de glicose do presente estudo, até a inclusão de 0,8 % de óleo de canela, são corroborados pelos obtidos para inclusão de óleo essencial de erva-cidreira para tilápia-do-Nilo, até 2 ml.kg^{-1} (Souza *et al.*, 2020). Para trutas, submetidas a alimentação com adição de canela em pó nas doses de 1 a 12 g.kg^{-1} foi observado resultados similares em relação a este

estudo, no qual houve uma diminuição da glicose com o aumento da inclusão de canela (Fattahi *et al.*, 2022).

Em experimento realizado com adição de cinamaldeído para panga, também não foi observada diferença nos níveis de proteína plasmática entre os tratamentos (Wahyudi *et al.*, 2024).

O aumento da albumina pode ser considerado uma resposta imune não específica nos peixes (Reverter *et al.*, 2014). No presente estudo, a inclusão do óleo de canela aumentou a albumina, com exceção da concentração 1,6 %. Esse aumento pode estar relacionado com a maior sobrevivência dos peixes após infecção. Por outro lado, Wahyudi *et al.* (2024) encontram resultados contrários, em que não relataram diferença nos níveis de albumina em panga alimentadas com inclusão de cinamaldeído. A suplementação de ração com 250 mg.kg⁻¹ de óleo essencial de poejo para juvenis de carpa (*Cyprinus carpio*), aumentou a albumina, porém, houve uma redução nesse parâmetro com o aumento da concentração do óleo 500 mg.kg⁻¹, resultado semelhante ao obtido no experimento (Yousefi *et al.*, 2023).

Os peixes suplementados com óleo de *C. zeylanicum* apresentaram as maiores sobrevivências, evidenciando uma melhor resposta à infecção em comparação aos animais não suplementados. O aumento da sobrevivência após a administração de óleos essenciais na alimentação de tilápias-do-Nilo também foi relatado em outros estudos utilizando *Mentha piperita* em uma concentração de 0,25 % contra *S. agalactiae* (Silva *et al.*, 2019); nanopartículas de *Laurus nobilis* em uma dose de 50 mg.kg⁻¹ contra *Aeromonas hydrophila* (Yousefi *et al.*, 2025); óleo de gengibre (*Zingiber officinale*) e cominho (*Nigella sativa*) com concentração de 10 ml.kg⁻¹ contra *Aeromonas veronii*; 0,4 % de óleo de canela (*Cinnamomum verum*), reduzindo a mortalidade após infecção com *S. iniae*, e 3 % de óleo de cravo (*Syzygium aromaticum*), mostrando resultados semelhantes em tilápias após desafio com *Lactococcus garvieae* (Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, 2010a, 2010b).

No presente estudo, foi possível observar a manifestação da doença nos peixes causada pela cepa de bactéria com os sinais clínicos característicos observados em todos os animais do controle.

3.5 CONCLUSÕES

O óleo essencial de *C. zeylanicum* apresentou atividade antibacteriana *in vitro* e aumentou a sobrevivência da tilápia-do-Nilo após infecção por *S. agalactiae*.

Contudo, em relação ao desempenho zootécnico, a adição do óleo em níveis superiores a 0,4 % comprometeu significativamente o crescimento e a conversão alimentar, possivelmente devido à redução da palatabilidade da ração. Apesar de não terem sido observadas melhorias significativas nos parâmetros de crescimento nas menores concentrações testadas (0,2 % e 0,4 %), esses níveis não afetaram negativamente o desempenho dos animais e promoveram melhora em alguns parâmetros sanguíneos, como hemoglobina e albumina, sugerindo benefício fisiológico.

Portanto, a adição do óleo essencial de canela pode ser uma estratégia viável como agente profilático na alimentação de tilápias, contribuindo para a sanidade dos peixes e redução da mortalidade por *S. agalactiae*. No entanto, seu uso deve ser limitado a concentrações de até 0,4 %, a fim de evitar prejuízos ao desempenho produtivo.

REFERÊNCIAS

- ABD EL-HACK, Mohamed E.; EL-SAADONY, Mohamed T.; SHAFI, Manal E.; QATTAN, Shaza Y. A.; BATILHA, Gaber E.; KHAFAGA, Asmaa F.; ABDEL-MONEIM, Abdel-Moneim E.; ALAGAWANY, Mahmoud. Probiotics in poultry feed: A comprehensive review. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 104, n. 6, p. 1835–1850, 2020.
- ABDALLAH, Ebtsam S. H.; METWALLY, Walaa G. M.; ABDEL-RAHMAN, Mootaz A. M.; ALBANO, Marco; MAHMOUD, MAHMOUD M. *Streptococcus agalactiae* Infection in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*): A Review. **Biology**, v. 13, n. 11, p. 914, 2024.
- ABDEL-TAWWAB, Mohsen; ELABD, Hiam; MAHBOUB, Heba H.; ASSAYED, Mohamed E. M.; HAMED, Heba; ELSAYYAD, Asmaa; MOHAMED, Engy M. M. The protective efficacy of dual dietary rosemary plus cinnamon mix against lead nitrate-induced immune suppression, genotoxicity, and oxidant/antioxidant status in Nile tilapia fingerlings. **Aquaculture International**, v. 32, n. 4, p. 4009–4029, 2024.
- AGUIAR, Gustavo Augusto C. C. de; CARNEIRO, Cristiana L. da S.; CAMPELO, Daniel A. V.; RUSTH, Rafael C. T.; MACIEL, João Felipe R. M.; BALDISSEROTTO, Bernardo; ZUANON, Jener Alexandre S.; OLIVEIRA, Alexmiliano V. de O.; OLIVEIRA, Maria Goreti de A.; FREITAS, Mariella B. D. de; FURUYA, Wilson M.; SALARO, Ana Lúcia. Effects of Dietary Peppermint (*Mentha piperita*) Essential Oil on Growth Performance, Plasma Biochemistry, Digestive Enzyme Activity, and Oxidative Stress Responses in Juvenile Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fishes**, v. 8, n. 7, p. 374, 2023.
- AHMAD, Mohammad H.; MESALLAMY, Amani M. D. el; SAMIR, Fatma; ZAHRAN, Faten. Effect of Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) on Growth Performance, Feed Utilization, Whole-Body Composition, and Resistance to *Aeromonas hydrophila* in Nile Tilapia. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 23, n. 4, p. 289–298, 2011.
- ALMARAJ, Augustine; GOPI, Sreeraj; Values of natural products to future antiinflammatory Pharmaceutical Discovery. **Inflammation and Natural Products**, 2021.
- ALNAHASS, Reem; EL-LATIF, Hala H. Abd; ABDEL-LATIF, Hany M. R.; IBRAHIM, Madiha S.; TALAT, Dalia. Exploring antimicrobial potential of cinnamon, clove, peppermint and black cumin essential oils against fish bacterial pathogens with an emphasis on the dietary supplementation effects of cinnamon oil on striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). **Journal of Advanced Veterinary Research**, v. 13, p. 1173 - 1180, 2023.
- AMAL, Mohammad N. A.; ZAMRI-SAAD, Mohd. Streptococcosis in Tilapia (*Oreochromis niloticus*): A Review. **Pertanika Journal of Tropical Agriculture Science**, v. 34 (2), p. 195 - 206, 2011.
- AMIN, Aziza; ASELY, Amel El; ABD EL-NABYC, Asmaa S.; SAMIRC, Fatma; EL-ASHRAMD, Ahmed; SUDHAKARANE, Raja; DAWOODF, Mahmoud A. O. Growth performance, intestinal histomorphology and growth-related gene expression in response to dietary *Ziziphus mauritiana* in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 512, p. 734301, 2019.

AMPHAN, Soraat; UNAJAK, Sasimanas; PRINTRAKOON, Cheewarat; AREECHON, Nontawith. Feeding-regimen of β -glucan to enhance innate immunity and disease resistance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* Linn., against *Aeromonas hydrophila* and *Flavobacterium columnare*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 87, p. 120–128, 2019.

ANDRADE, Jaqueline I. A. de; MILANESE, Maira S.; DESCHAMPS, Gabriel T.; SILVA, Eduardo da; SILVA, Deivisson F. da; TERRA, Juliano P.; JATOBÁ, Adolfo; WEBER, Robilson A. Anesthetic potential of *Cinnamomum zeylanicum* essential oil in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture International**, v. 33, n. 5, 2025.

ASSANE, Inácio M.; VALLADÃO, Gustavo M. R.; PILARSKI, Fabiana. Chemical composition, cytotoxicity and antimicrobial activity of selected plant-derived essential oils against fish pathogens. **Aquaculture Research**, v. 52, n. 2, p. 793–809, 2021.

AWAD, Elham; AWAAD, Amani. Role of medicinal plants on growth performance and immune status in fish. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 67, p. 40–54, 2017.

BARATO, P.; MARTINS, E.R.; MELO-CRISTINO, J.; IREGUI, A.; RAMIREZ, M. Persistence of a single clone of *Streptococcus agalactiae* causing disease in tilapia (*Oreochromis* sp.) cultured in Colombia over 8 years. **Journal of Fish Diseases**, v. 38, n. 12, p. 1083–1087, 2015.

BARTON, Bruce A.; IWAMA, George K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. **Annual Review of Fish Diseases**, v. 1, p. 3–26, 1991.

BATISTA, Bibiana F.; BIANCHINI, Nadia H.; PAVLACK, Alana S.; ANDRADE, Guilherme E.; MUNIZ, Marlove F. B.; HEINZMANN, Berta Maria. Influence of different drying methods on yield, density, color, and chemical composition of the essential oil of *Ocotea lancifolia* (SCHOTT) mez leaves. **Revista Árvore**, v. 49, n. 1, p. 1 - 15, 2025.

BEHESHTI, Anahita S.; QAZVINI, Mohammad M.; ABEQ, Mahsa; ABEDI, Ermia; FADAEI, Mohammad S.; FADAEI, Mohammad R.; RAHIMI, Vafa B.; ASKARI, Vahid R. Molecular, cellular, and metabolic insights of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) advantages in diabetes and related complications: condiment or medication? **Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology**, v. 398, n. 4, p. 3513–3526, 2025.

BENNICK, Anders. Interaction of plant polyphenols with salivary proteins. **Critical Reviews in Oral Biology & Medicine**, v. 13, n. 2, p. 184–196, 2002.

BERALDO, Carolina; DANELUZZI, Natália S.; SCANAVACCA, Juliana; DOYAMA, Júlio T.; FERNANDES JÚNIOR, Ary; MORITZ, Cristiane M. F. Eficiência de óleos essenciais de canela e cravo-da-índia como sanitizantes na indústria de alimentos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 436–440, 2013.

BLAXHALL, P. C.; DAISLEY, K. W. Routine haematological methods for use with fish blood. **Journal of Fish Biology**, v. 5, n. 6, p. 771–781, 1973.

BRUM, Aline; PEREIRA, Scheila A.; OWATARI, Marco S.; CHAGAS, Edsandra C.; CHAVES, Francisco C. M. C.; MOURIÑO, José Luiz P.; MARTINS, Maurício L. Effect of dietary essential oils of clove basil and ginger on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) following challenge with *Streptococcus agalactiae*. **Aquaculture**, v. 468, p. 235–243, 2017.

BULFON, Chiara; VOLPATTI, Donatella; GALEOTTI, Marco. Current research on the use of plant-derived products in farmed fish. **Aquaculture Research**, v. 46, n. 3, p. 513–551, 2015.

CHEN, Ming; LI, Li-Ping; WANG, Rui; LIANG, Wan-Wen; HUANG, Yan; LI, Jian; LEI, Ai-Ying. PCR detection and PFGE genotype analyses of streptococcal clinical isolates from tilapia in China. **Veterinary Microbiology**, v. 159, n. 3–4, p. 526–530, 2012.

DAIRIKI, Jony Koji; MAJOLO, Cláudia; CHAGAS, Edsandra C.; CHAVES, Francisco C. M.; Oliveira, Marcelo R. de; MORAIS, Irani da S. de. Procedimento para Inclusão de Óleos Essenciais em Rações para Peixes. **Embrapa**, 2013.

DANGWETNGAM, Machalin; SUANYUK, Naraid; KONG, Fanrong; PHROMKUNTHONG, Wutiporn. Serotype distribution and antimicrobial susceptibilities of *Streptococcus agalactiae* isolated from infected cultured tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Thailand: Nine-year perspective. **Journal of Medical Microbiology**, v. 65, n. 3, p. 247–254, 2016.

DAWOOD, Mahmoud A. O.; MAGOUZA, Fawzy I.; SALEMB, Mahmoud F. I.; ABDEL-DAIMA, Hanaa A. Modulation of digestive enzyme activity, blood health, oxidative responses and growth-related gene expression in GIFT by heat-killed *Lactobacillus plantarum* (L-137). **Aquaculture**, v. 505, p. 127–136, 2019.

EISSA, Alaa e.; ATTIA, Marwa M.; ELGENDY, Mamdouh Y.; ISMAIL, Gehad A.; SABRY, Nader M.; PRINCE, Abdelbary; MAHMOUD, Mahmoud A.; EL-DEMERDASH, Ghada O.; ABDELSALAM, Mohamed; DERWA, Hassan I. M. *Streptococcus*, *Centrocestus formosanus* and *Myxobolus tilapiae* concurrent infections in farmed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Microbial Pathogenesis**, vol. 159, 2021.

ELOFF, J. A Sensitive and Quick Microplate Method to Determine the Minimal Inhibitory Concentration of Plant Extracts for Bacteria. **Planta Medica**, v. 64, n. 08, p. 711–713, 1998.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. **Towards blue transformation**. Rome: FAO, 2022.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024. **Blue Transformation in action**. Rome: FAO, 2024.

FATTAHI, Abdolreza; LANGARUDI, Hamid F.; MOHAMMADNEJAD, Majid; MOUSAVI-SABET, Hamed. Dietary Cinnamon effects on growth performance, hematological parameters, blood biochemical and immunological indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. **International Aquatic Research**, v. 14, n. 3, 2022.

FIGUEIREDO, H. C. P.; CARNEIRO, D. O.; FARIA, F. C.; COSTA, G. M. *Streptococcus agalactiae* associado à meningoencefalite e infecção sistêmica em tilápia-do-Nilo

(*Oreochromis niloticus*) no Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 4, p. 678–680, 2006.

GARCÍA BELTRÁN, José María; ESTEBAN, María Ángeles. Nature-identical compounds as feed additives in aquaculture. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 123, p. 409–416, 2022.

GOLDENFARB, Paul B.; BOWYER, Frank P.; HALL, Elmer; BROSIUS, Effie. Reproducibility in the Hematology Laboratory: The Microhematocrit Determination. **American Journal of Clinical Pathology**, v. 56, n. 1, p. 35–39, 1971.

HABIBA, Mahmoud M.; HUSSEIN, Ebtehal E.; ASHRY, Ahmed M.; EL-ZAYAT, Ahmed M.; HASSAN, Aziza M.; EL-SHEHAWI, Ahmed M.; SEWILAM, Hani; VAN DOAN, Hien; DAWOOD, Mahmoud A. O. Dietary Cinnamon Successfully Enhanced the Growth Performance, Growth Hormone, Antibacterial Capacity, and Immunity of European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). **Animals**, v. 11, n. 7, p. 2128, 2021.

HARIKRISHNAN, Ramasamy; BALASUNDARAM, Chellam; HEO, Moon-Soo. Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. **Aquaculture**, v. 317, n. 1–4, p. 1–15, 2011.

HOSSAIN, Md Iqbal; YEO, Daseul; WANG, Zhaoqi; KWON, Hyojin; JUNG, Soontag; CHOI, Changsun. Inhibitory mechanism of cinnamon, clove, and thyme essential oils against murine norovirus and their anti-noroviral effect in suspension and on food-contact surfaces. **Food Research International**, v. 217, p. 116806, 2025.

IMLANI, Ainulyakin H. JUSADI, Dedi. SUPRAYUDI, Muhammad A.; EKASARI, Julie. FAUZI, Ahmad; GUINTO-SALI, Mary J.; WAHYUDI, Imam T. *et al.* Evaluation of the effects of dietary cinnamaldehyde on growth and nutrient use in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Reports**, v. 36, p. 102125, 2024.

IMTIAZ, Nida; ANWAR, Zahid; WAIHO, Khor; SHIL, Ce; MUL, Changkao; WANG, Chunlin; QINGYANG, Wu. A review on aquaculture adaptation for fish treatment from antibiotic to vaccine prophylaxis. **Aquaculture International**, v. 32, n. 3, p. 2643–2668, 2024.

JAMIR, Yangerdenla; KUMARI, Sanjukta R.; DASL, Samir; BHUSHAN, Mayank; MILTON, A. A. P.; GHATAK, Sandeep; PURO, A. K.; SEN, Arnab; SINGH, L. Robrindro. Enhanced Synergistic Antioxidant and Antibacterial Effects of Stable Nanoemulsions Prepared from Blends of Thyme, Black Pepper, Cinnamon, and Garlic Essential Oils. **BioNanoScience**, v. 15, n. 1, 70, 2025.

JAYAPRAKASHA, Guddadarangavvanahally K.; RAO, Lingamallu Jaganmohan; SAKARIAH, Kunnumpurath K. Chemical Composition of Volatile Oil from *Cinnamomum zeylanicum* Buds. **Zeitschrift für Naturforschung C**, v. 57, n. 11–12, p. 990–993, 2002.

JESUS, Gabriel F. A.; OWATARI, Marco S.; PEREIRA, Scheila A.; SILVA, Bruno C.; SYRACUSE, Nicholas M.; LOPES, Gustavo R.; ADDAM, Kenya; CARDOSO, Lucas; MOURIÑO, José Luiz P.; MARTINS, Maurício L. Effects of sodium butyrate and *Lippia origanoides* essential oil blend on growth, intestinal microbiota, histology, and haemato-immunological response of Nile tilapia. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 117, p. 62–69, 2021.

KOMAR, Cedric. Disease management in tilapia. **Global Aquaculture Advocate**, 2008.

KUMAR, Harsh; DHALARIA, Rajni; GULERIA, Shivani; SHARMA, Ruchi; CIMLER, Richard; DHANJAL, Daljeet S.; CHOPRA, Chirag; KUMAR, Vijay; MANICKAM, Sivakumar; SIDDIQUI, Shahida A.; KAUR, Talwinder; VERMA, Narinder; PATHERA, Ashok K.; KUCA, Kamil. Advances in the concept of functional foods and feeds: applications of cinnamon and turmeric as functional enrichment ingredients. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 65, n. 6, p. 1144–1162, 2025.

LAKSHMI, Sreeja; SMITH, David; MAI, Thao; ELUMALAI, Preetham; THOMPSON, Kim D. Protection of Nile tilapia against *Aeromonas hydrophila* using a cobalt oxide nanoparticle vaccine containing inactivated whole cell bacteria. **Developmental & Comparative Immunology**, vol. 169, 2025.

LI, Y. W.; LIU, L.; HUANG, P. R.; FANG, W.; LUO, Z. P.; PENG, H. L.; WANG, Y. X.; LI, A. X. Chronic streptococcosis in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), caused by *Streptococcus agalactiae*. **Journal of Fish Diseases**, v. 37, n. 8, p. 757–763, 2013.

LIU, Xiaoli; LI, Huiyi; HE, Dong; WANG, Pingping; LI, Yuteng; WU, Kegang. Effect of cinnamon essential oil dietary supplementation on the growth, fatty acid composition, and meat quality of tilapia. **Journal of Food Science**, v. 88, n. 12, p. 5266–5277, 2023.

LU, Lu; SHU, Chengjie; CHEN, Lei; YANG, Yongang; MA, Shihong; ZHU, Kai; SHI, Baojun *et al.* Insecticidal activity and mechanism of cinnamaldehyde in *C. elegans*. **Fitoterapia**, v. 146, p. 104687, 2020.

MANDUCA, Ludson G.; SILVA, Marcos A. da; ALVARENGA, Erika R. de.; ALVES, Gabriel F. de O.; FERREIRA, Nadille H.; TEIXEIRA, Edgar de A.; FERNANDES, Arthur F. A.; SILVA, Martinho de A. e; TURRA, Eduardo M. Effects of different stocking densities on Nile tilapia performance and profitability of a biofloc system with a minimum water exchange. **Aquaculture**, v. 530, p. 735814, 2021.

MANIYAPPAN, Keerthana K.; GIRIJAN, Sneha K.; Krishnan, Rahul; GOPAN, Asha; Pillai, Devika. Assessing multi-drug resistance in *Streptococcus agalactiae* infecting farmed Nile Tilapia: findings from Kerala, India. **Microbial Pathogenesis**, v. 205, 107666, 2025.

MAULU, Sahya; HASIMUNA, Oliver J.; MPHANDE, Joseph; MUNANG'ANDU, Hetron M. Prevention and control of Streptococcosis in tilapia culture: a systematic review. **Journal of Aquatic Animal Health**, v. 33, n. 3, p. 162–177, 2021.

MEHRABI, Zibandeh; FIROUZBAKHSH, Farid; RAHIMI-MIANJIB, Ghodrat; PAKNEJAD, Hamed. Immunostimulatory effect of Aloe vera (*Aloe barbadensis*) on non-specific immune response, immune gene expression, and experimental challenge with *Saprolegnia parasitica* in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 503, p. 330–338, 2019.

MENESES, Juliana O.; SILVA, Izadora C. A. da; CUNHA, Ana Flávia S. da; CUNHA, Fernanda dos S.; DIAS, Joel Artur R.; ABE, Higo A.; PAIXÃO, Peterson E. G.; SOUSA, Natalino da C.; COUTO, Márcia V. S. do; LIMA, Bruno dos S.; CARVALHO NETO, Antônio

Guilherme de; ARAÚJO, Adriano A. de S.; COSTA, Luiz P. da; SANTOS, Francisco José dos; CARDOSOL, Juliana C.; DINIZ, Leandro E. C.; FUJIMOTO, Rodrigo Y. Protective effect of *Terminalia catappa* leaf extracts against saprolegniosis on angelfish eggs. **Aquaculture Research**, v. 53, p. 377 - 397, 2021.

MIAN, G. F.; GODOY, D. T.; LEAL, C. A. G.; YUHARA, T. Y.; COSTA, G. M.; FIGUEIREDO, H. C. P. Aspects of the natural history and virulence of *S. agalactiae* infection in Nile tilapia. **Veterinary Microbiology**, v. 136, n. 1–2, p. 180–183, 2009.

MISHRA, Anshuman; GYU-HWI, Naml; GIML, Jeong-Na; LEEL, Hee-Eun; JOL, Ara; KIM, Heui-Soo. Current Challenges of Streptococcus Infection and Effective Molecular, Cellular, and Environmental Control Methods in Aquaculture. **Molecules and Cells**, vol. 41, n.6, p 495 - 505, 2018.

MISHRA, Neha; SRIVASTAVA, Rashmi. Therapeutic and Pharmaceutical Potential of Cinnamon. *In: Research anthology on recent advancements in ethnopharmacology and nutraceuticals*. Advances in Medical Diagnosis, Treatment, and Care. IGI Global, 2020. p. 124–136.

MOHAMED, Abdallah Emad; ABDUR, Rauf; ALAA MM, Sadeek. Cinnamon bark as antibacterial agent: A mini-review. **GSC Biological and Pharmaceutical Sciences**, v. 10, n. 1, p. 103–108, 2020.

MOUSTAFA, Eman M.; DAWOOD, Mahmoud A. O.; ASSAR, Doaa H.; OMAR, Amira A.; ELBIALY, Ziy I.; FARRAG, Foad A.; SHUKRY, Mustafa; ZAYED, Mohamed M. Modulatory effects of fenugreek seeds powder on the histopathology, oxidative status, and immune related gene expression in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) infected with *Aeromonas hydrophila*. **Aquaculture**, v. 515, p. 734589, 2020.

OWATARI, Marco S.; JESUS, Gabriel F. A.; CARDOSO, Lucas; LEHMANN, Nicollas Breda; MARTINS, Maurício L.; MOURIÑO, José Luiz P. Can histology and haematology explain inapparent *Streptococcus agalactiae* infections and asymptomatic mortalities on Nile tilapia farms? **Research in Veterinary Science**, v. 129, p. 13–20, 2020.

PARANAGAMA, P. A.; DAYANANDA, K. R.; HEWAGE, Jinasena W. *In: SENARATNE, Ranjith; PATHIRANA, Ranjith. Chemistry and Bioactive Compounds of Cinnamomum zeylanicum*. Suíça: Springer International Publishing, 2020. p. 251–271.

PARK, Kwan-Ha; CHOI, Sang-Hoon. The effect of mistletoe, *Viscum album coloratum*, extract on innate immune response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fish & Shellfish Immunology**, v. 32, n. 6, p. 1016–1021, 2012.

PEIXE BR. **Anuário 2025: o mapa da piscicultura brasileira**. Disponível em: < [Anuário 2025 - PeixeBR](#) >. Acesso em: 17 de julho de 2025.

PINTO, Eugénia; GONÇALVES, Maria José; OLIVEIRA, Paula; COELHO, Joana; CAVALEIRO, Carlos; SALGUEIRO, Lúcia. Activity of *Thymus caespititius* essential oil and α -terpineol against yeasts and filamentous fungi. **Industrial Crops and Products**, v. 62, p. 107–112, 2014.

RAHMAN, Mohummad M.; RAHMAN, Md. Ashikur; MONIR, Md. Shirajum; HAQUE, Md. Enamul; SIDDIQUE, Mahbubul P.; KHASRUZZAMAN, A. K. M.; RAHMAN, Md. Tanvir; ISLAM, Md. Alimul. Isolation and molecular detection of *Streptococcus agalactiae* from popped eye disease of cultured Tilapia and Vietnamese koi fishes in Bangladesh. **Journal of Advanced Veterinary and Animal Research**, v. 8, n. 1, p. 14 - 23, 2021.

RANASINGHE, Priyanga; PIGERAL, Shehani; PREMAKUMARA, GA Sirinamal; GALAPPATHY, Priyadarshani; CONSTANTINE, Godwin R.; KATULANDA, Prasad. Medicinal properties of 'true' cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*): a systematic review. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 13, n. 1, p. 275, 2013.

RANZANI-PAIVA, Maria José T.; PÁDUA, Santiago Benites de; TAVARES-DIAS, Marcos; EGAMI, Mizue. **Métodos para análise hematológica em peixes**. Maringá: Eduem, 2013.

RATTANACHAIKUNSOPON, Pongsak; PHUMKHACHORN, Parichat. Potential of cinnamon (*Cinnamomum verum*) oil to control *Streptococcus iniae* infection in tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fisheries Science**, v. 76, n. 2, p. 287–293, mar. 2010a.

RATTANACHAIKUNSOPON, Pongsak; PHUMKHACHORN, Parichat. Assessment of factors influencing antimicrobial activity of carvacrol and cymene against *Vibrio cholerae* in food. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 110, n. 5, p. 614–619, 2010b.

REVERTER, M.; BONTEMPS, N.; LECCHINI, D.; BANAIGS, B.; SASAL, P. Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: Current status and future perspectives. **Aquaculture**, v. 433, p. 50–61, 2014.

RODGERS, Mark S.; CHANG, Chung-Che; KASS, Lawrence. Elliptocytes and Tailed Poikilocytes Correlate With Severity of Iron-Deficiency Anemia. **American Journal of Clinical Pathology**, v. 111, n. 5, p. 672–675, 1999.

ROLDAN-JUAREZ, Jesús; PINARES, Rubéns; SMITH, Carlos E.; LLERENA, Cielo A.; MACHACA, Virgilio; PIZARRO, Dante M. Microencapsulated essential oils influence the growth and foregut histomorphometry of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. **Veterinary and Animal Science**, v. 22, p. 100316, 2023.

SHU, Chengjie; GE, Ling; LI, Zhuohang; CHEN, Bin; LIAO, Shengliang; LU, Lu; WU, Qinlin; JIANG, Xinyi; AN, Yuhan; WANG, Zongde; QU, Man. Antibacterial activity of cinnamon essential oil and its main component of cinnamaldehyde and the underlying mechanism. **Frontiers in Pharmacology**, v. 15, 2024.

SILVA, Leyciane T. de S.; PEREIRA, Ulisses de P.; OLIVEIRA, Hugo M. de; BRASIL, Elenice M.; PEREIRA, Scheila A.; CHAGAS, Edsandra C.; JESUS, Gabriel F. A.; CARDOSO, Lucas; MOURIÑO, José Luiz P.; MARTINS, Maurício L. Hemato-immunological and zootechnical parameters of Nile tilapia fed essential oil of *Mentha piperita* after challenge with *Streptococcus agalactiae*. **Aquaculture**, v. 506, p. 205–211, 2019.

SOUZA, Renilde C. de; BALDISSEROTTO, Bernardo; MELO, José Fernando B.; COSTA, Mateus M. da; SOUZA, Elizângela M. de; COPATTIA, Carlos Eduardo. Dietary *Aloysia triphylla* essential oil on growth performance and biochemical and haematological variables in Nile tilapia. **Aquaculture**, v. 519, p. 734913, 2020.

SOTO, E.; ZAYAS, M.; TOBAR, J.; ILLANES, O.; YOUNT, S.; FRANCIS, S.; DENNIS, M. M. Laboratory-controlled challenges of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with *Streptococcus agalactiae*: comparisons between immersion, oral, intracoelomic and intramuscular routes of infection. **Journal of comparative pathology**, vol. 155, 2016.

TANG, Jufen; CAI, Jia; LIU, Ran; WANG, Jiamin; LU, Yishan; WU, Zaohe. JIAN, Jichang. Immunostimulatory effects of artificial feed supplemented with a Chinese herbal mixture on *Oreochromis niloticus* against *Aeromonas hydrophila*. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 39, n. 2, p. 401–406, 2014.

TAVARES-DIAS, Marcos. Parâmetros sanguíneos de referência para espécies de peixes cultivados. In: **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. NEPEAqui, São Carlos, 2015.

TAVARES-DIAS, Marcos; MARTINS, Maurício L. An overall estimation of losses caused by diseases in the Brazilian fish farms. **Journal of Parasitic Diseases**, v. 41, n. 4, p. 913–918, 2017.

TEIXEIRA, Thayla S. P.; SANTANA, Raila da R.; BRITO, Edna Antônia da S.; PINHEIRO, Gizele M.; LUZ, Raquel da S.; SILVA, Risete Maria da. Uso de óleo essencial de andiroba no controle alternativo de pulgões na cultura da pitiaia. **ABA Agroecologia**, Congresso Brasileiro de Agroecologia, Rio de Janeiro: 2024.

TERRAZAS-PINEDA, Karen A.; ALAMILLA-BÉLTRAN, Liliana; ACERO-ORTEGA, Claudia A.; DAMAS-ESPINOZA, Juan A.; CALDERÓN-DOMÍNGUEZ, Georgina; MORA-ESCOBEDO, Rosalva; VEJA-SÁNCHEZ, Vicente; ANDA, Fabián R. G. de. Antimicrobial Activity of Cinnamon, Tea Tree, and Thyme Essential Oils Against Pathogenic Bacteria Isolated from Tilapia (*Oreochromis spp.*) in Aquaculture Farms. **Molecules**, v. 30, n. 13, p. 2799, 2025.

TREWAVAS, Ethelwynn. **Tilapiine fishes: of the genera Sarotherodon, Oreochromis and Danakilia**. 1 ed. Londres: British Museum (Natural History), 1983.

VAJARGAH, Mohammad F. A review of the physiology and biology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Journal of Aquaculture & Marine Biology**, v. 10, n. 5, p. 244–246, 2021.

VAN DOAN, Hien; SOLTANI, Mehdi; LEITÃO, Alexandra; SHAFIEI, Shafigh; ASADI, Sepideh; LYMBERY, Alan J.; RINGO, Einar. Streptococcosis a Re-Emerging Disease in Aquaculture: Significance and Phytotherapy. **Animals**, v. 12, n. 18, p. 2443, 2022.

VIJAYARAM, Seerengaraj; TSIGKOU, Konstantina; ZUORRO, Antonio; SUN, Yun-Zhang; RABETAFIKA, Holy; RAZAFINDRALAMBO, Hary. Inorganic nanoparticles for use in aquaculture. **Reviews in Aquaculture**, v. 15, n. 4, p. 1600 - 1617, 2023.

WAHYUDI, Imam T.; JUSADI, Dedi; SETIAWATI, Mia; EKASARI, Julie; SUPRAYUDI, Muhammad A. Dietary supplementation of cinnamaldehyde positively affects the physiology, feed utilization, growth, and body composition of striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 50, n. 2, p. 813–826, 2024.

WANG, Jun; SUB, Benzhen; JIANGA, Haiqiang; CUIB, Ning; YUB, Zongyan; SUNA, Yu. Traditional uses, phytochemistry and pharmacological activities of the genus *Cinnamomum* (Lauraceae): A review. **Fitoterapia**, v. 146, p. 104675, 2020.

YOUSEFI, Morteza; ADINEH, Hossein; GHADAMKHEIR, Maryam; HASHEMIANFAR, Seyed A. M.; YILMAZ, Sevdan. Effects of dietary Pennyroyal essential oil on growth performance, digestive enzymes' activity, and stress responses of common carp, *Cyprinus carpio*. **Aquaculture Reports**, v. 30, p. 101574, 2023.

YOUSEFI, Morteza; ADINEH, Hossein; HOSEINI, Seyyed M.; HASHEMIANFAR, Seyed A. M.; KULIKOV, Evgeny V.; PETUKHOV, Nicolay V.; RYZHOVA, Aleksandrovna. Effects of *Laurus nobilis* essential oil nano-particles on growth performance, antioxidant and immune responses to bacterial infection in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v. 596, p. 741821, 2025.

YOUSEFIAN, Mehdi; AMIRI, Mojtaba S. A review of the use of prebiotic in aquaculture for fish and shrimp. **African Journal of Biotechnology**, vol. 8, pp. 7313-7318, 2009.

ZAMRI-SAAD, M.; AMAL, M. N.A.; ZAHRAH-SITI, A.; ZULKAFI, A. R. Control and prevention of Streptococcosis in cultured tilapia in Malaysia: a review. **Tropical Agricultural Science**, vol 37, p. 389 - 410, 2014.

ZHU, Fei. A review on the application of herbal medicines in the disease control of aquatic animals. **Aquaculture**, v. 526, p. 735422, 2020.



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 **“Avaliação do óleo essencial de Cinnamomum zeylanicum como anestésico para uso com o Oreochromis niloticus”** de protocolo número **“426/2023”** sob a responsabilidade de **“Robilson Antonio 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 **“20/04/2023”**.

Vigência do projeto:	01/09/2023 a 30/10/2023
Espécie/Linhagem:	Peixes
Nº de Animais:	120 animais
Peso/Idade:	Não especificado
Sexo:	Não especificado
Origem:	Aquicultura comercial - Joinville

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



Emitido em 26/04/2023

CERTIFICADO Nº 335/2023 - MEDVET/ARA (11.01.02.02.02.01.22)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 26/04/2023 07:53)

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: **335**, ano: **2023**, tipo:
CERTIFICADO, data de emissão: **26/04/2023** e o código de verificação: **29ccb63875**