

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - UFMA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA - CCCh  
CURSO DE ZOOTECNIA

**MARIA ILDILENE DA SILVA**

**ÓLEO ESSENCIAL DE *Melaleuca alternifolia* SOBRE O CRESCIMENTO E A  
SOBREVIVÊNCIA DA TAMBATINGA**

Chapadinha - MA

2022

**MARIA ILDILENE DA SILVA**

**ÓLEO ESSENCIAL DE *Melaleuca alternifolia* SOBRE O CRESCIMENTO E A SOBREVIVÊNCIA DA TAMBATINGA**

Monografia apresentada a Coordenação do Curso de Zootecnia, do Centro de Ciências de Chapadinho, da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharela em Zootecnia.

**Orientadora:** Profa. Dra. Jane Mello Lopes

Chapadinho - MA

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Silva, Maria Ildilene da.

Óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* sobre o crescimento e a sobrevivência da Tambatinga / Maria Ildilene da Silva. - 2022.

41 f.

Orientador(a): Jane Mello Lopes.

Curso de Zootecnia, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2022.

1. Aditivo. 2. *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*. 3. Saprolegnia. I. Lopes, Jane Mello. II. Título.

**MARIA ILDILENE DA SILVA**

**ÓLEO ESSENCIAL DE *Melaleuca alternifolia* SOBRE O CRESCIMENTO E A SOBREVIVÊNCIA DA TAMBATINGA**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Zootecnia, do Centro de Ciências de Chapadinha, da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharela em Zootecnia.

**Orientadora:** Profa. Dra. Jane Mello Lopes

Aprovado em: 20/07/2022

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Jane Mello Lopes (Orientadora)  
Universidade Federal do Maranhão

---

Profa. Dra. Izumy Pinheiro Doihara  
Universidade Federal do Maranhão

---

Me. Rafael Silva Marchão  
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Dedico este trabalho a Deus, e a todos que me impulsionaram e que estiveram comigo durante esta trajetória.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e à Nossa Senhora das Dores, por me fortalecer, iluminar o meu caminho, atender aos meus pedidos e mostrar as decisões certas a serem tomadas. Gratidão!

Aos meus pais Maria Elcilene, José Gomes e ao meu irmão Luís Eduardo, por todo amor, por não medirem esforços para me ajudar a alcançar os meus objetivos e serem meus maiores incentivadores dos meus estudos.

Ao meu namorado Mateus Pestana, por sempre me apoiar e motivar a crescer como pessoa e nunca me deixar desistir quando surgem as adversidades, obrigada pelo amor, carinho, pelos momentos de companheirismo, pela ajuda indispensável, desde o início até o fim deste trabalho.

A minha orientadora Dra. Jane Mello Lopes pela sua valiosa orientação, que com sabedoria soube dirigir-me os passos e os pensamentos para o alcance de meus objetivos, agradeço pela paciência, atenção e dedicação com que se propôs a orientar-me.

Aos membros da banca de defesa, Dra. Izumy Doihara e o Me. Rafael Marchão, pelas observações e importantes contribuições ao resultado final deste trabalho.

Agradeço ao professor Dr. Jefferson Siqueira pela ajuda nas análises estatísticas e a professora Dra. Izumy Doihara pelo apoio nas análises microbiológicas. Aos professores Dr. Marcos Bonfim, pela ajuda no decorrer da graduação ao Dr. Alécio Matos, pelas palavras de incentivo, e a todo corpo Docente do CCCh que contribuíram, auxiliaram minha formação.

Meu carinhoso agradecimento as minhas amigas do grupo Pescado, em especial a minha amiga Márjory Kaaelly, que me acompanha desde o início da graduação, e transformando dias difíceis, na maioria das vezes, em histórias engraçadas e a Iara Marinho e Thaisa Sales, pela parceria no laboratório, por não medirem esforços para ajudar e com quem aprendi e convivi cada momento de alegria e descontração. Os meus sinceros agradecimentos aos colegas do Laboratório de Anatomia Animal e Comparada (LAAC) e ao querido professor Dr. Rafael Carvalho pelos ensinamentos, incentivo em participar dos eventos científicos, e que de alguma forma contribuíram para a minha formação acadêmica.

E por fim, mas não menos importante, agradeço aos meus amigos Francisco Ferreira, Valdenir Morais, Isaias Viana, Carol Lima, Ada Françoine, Ismael Oliveira, Hudson Rodrigues, Rayanne Ferreira, Andiará Leão (*In Memoriam*) e demais por toda ajuda, amizade e pelos bons momentos de convivência por todos esses anos me impulsionando a ser melhor.

**OBRIGADA A TODOS!**

“Todos os nossos sonhos podem se tornar realidade se  
tivermos a coragem de persegui-los.”

- Walt Disney

## RESUMO

A utilização de extratos e óleos essenciais como aditivos alimentares têm sido utilizados nas dietas de peixes com o objetivo de aumentar a eficiência alimentar e a saúde dos animais. Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* em dietas para tambatinga sobre o crescimento e a sobrevivência durante 45 dias. Foram utilizados 160 animais com peso inicial de  $10,60 \pm 2,18$  g, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, e densidade de estocagem de 8 peixes/caixa em um sistema de recirculação de água. As concentrações de óleo essencial utilizadas nas dietas foram de 0,0 - 1,0 - 1,5 - 2,0 e 2,5mL. Durante o período experimental, realizou-se três biometrias (0; 30 e 45 dias) para avaliar os parâmetros de desempenho como a taxa de crescimento específico (TCE), ganho de peso (GP), fator de condição (FC) e sobrevivência. A ocorrência de fungos no corpo dos peixes mortos durante o período experimental foi avaliada por isolamento, cultivo de fungos e análise microbiológica. Ao final dos 45 dias não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) sobre o GP, a TCE, e FC entre os grupos. Contudo, a sobrevivência dos animais foi maior ( $P<0,05$ ) nos grupos que receberam as maiores concentrações do óleo de *M. alternifolia* na ração. A grande mortalidade ocorrida durante o período experimental foi atribuída a infecção por fungo *Saprolegnia* spp. A inclusão do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* na dieta de tambatinga, não favoreceu o crescimento dos animais, mas aumentou a sobrevivência final e o controle da *Saprolegnia* spp. em níveis acima de 1,5 ml/kg de ração. Desta forma pode ser utilizado como aditivo na dieta de juvenis desta espécie.

**Palavras-chave:** Aditivo; *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*; *Saprolegnia*.



## ABSTRACT

The use of extracts and essential oils as food additives have been used in fish diets with the aim of increasing feed efficiency and animal health. In this sense, the objective was to evaluate the effect of the inclusion of *Melaleuca alternifolia* essential oil in diets for tambatinga on growth and survival for 45 days. A total of 160 animals with an initial weight of  $10.60 \pm 2.18$  g were used, distributed in a completely randomized design with five treatments and four replications, and stocking density of 8 fish/box in a water recirculation system. The essential oil concentrations used in the diets were 0.0 - 1.0 - 1.5 - 2.0 and 2.5mL. During the experimental period, three biometrics were performed (0, 30 and 45 days) to evaluate performance parameters such as specific growth rate (TCE), weight gain (GP), condition factor (FC) and survival. The occurrence of fungi in the body of dead fish during the experimental period was evaluated by isolation, fungal culture and microbiological analysis. At the end of the 45 days there was no significant difference ( $P>0.05$ ) on GP, TBI, and HR between the groups. However, animal survival was higher ( $P<0.05$ ) in the groups that received the highest concentrations of *M. alternifolia* oil in the diet. The high mortality that occurred during the experimental period was attributed to infection by the fungus *Saprolegnia* spp. The inclusion of *Melaleuca alternifolia* essential oil in the tambatinga diet did not favor the animals' growth, but increased the final survival and control of *Saprolegnia* spp. at levels above 1.5 ml/kg of feed. In this way, it can be used as an additive in the diet of juveniles of this species.

**Keywords:** Additive; *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*; *Saprolegnia*.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Fotografia de ramos de uma planta adulta de <i>Melaleuca alternifolia</i> evidenciando os detalhes da inflorescência.....	17
<b>Figura 2</b> - Exemplar de Tambatinga juvenil.....	19
<b>Figura 3</b> - Manejo dos animais. <b>A:</b> Tanque onde os animais ficaram estocados durante o período de adaptação. <b>B:</b> Sistema experimental utilizado no estudo .....	20
<b>Figura 4</b> - Sobrevivência de juvenis de tambatingas alimentadas com dieta alimentar a base de rações acrescidas com óleo essencial de <i>M. alternifolia</i> ao final de 45 dias de cultivo .....	26
<b>Figura 5</b> - Lâminas com estruturas fúngicas de <i>Saprolegnia</i> sp. obtidas de colônias puras isoladas das raspagem de tecidos superficiais infectados em exemplares de tambatinga mortos durante o andamento da pesquisa para identificação do fungo em microscópio .....	27
<b>Figura 6</b> - Fotomicroscopia de estruturas fúngicas de <i>Saprolegnia</i> sp.: <b>A:</b> hifas desenvolvidas com formação de estruturas reprodutivas; <b>B:</b> Detalhe da estrutura reprodutiva do fungo. As fotomicrografias foram obtidas através da microscopia de luz em aumento de 40x .....	28

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Composição do óleo essencial de <i>M. alternifolia</i> utilizado nas dietas de tambatingas durante 45 dias .....	21
<b>Tabela 2</b> - Parâmetros de qualidade da água do cultivo de tambatinga alimentados com ração contendo diferentes concentrações do óleo essencial de <i>Melaleuca</i> em 30 e 45 dias .....	24
<b>Tabela 3</b> - Parâmetros de crescimento de juvenis de tambatinga alimentados com ração contendo diferentes concentrações do óleo essencial de <i>Melaleuca</i> aos 30 e aos 45 dias .....	25

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

° C	Graus Celsius
CCCh	Centro de Ciências de Chapadinha
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
g	Gramas
L	Litros
m	Metros
mL	Mililitros
NH <sup>3</sup>	Amônia não ionizada
O <sub>2</sub> D	Oxigênio Dissolvido
OE	Óleo essencial
PB	Proteína Bruta
PVC	Policloreto de Vinila
T	Temperatura
TTO	Tea Tree Oil
UFMA	Universidade Federal do Maranhão

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	15
<b>2.1 Objetivos geral</b> .....	15
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	15
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
<b>3.1 Uso de aditivos alimentares na piscicultura</b> .....	16
<b>3.2 Óleo essencial de <i>Melaleuca alternifolia</i></b> .....	17
<b>3.3 Aspectos gerais da saúde dos peixes</b> .....	18
<b>3.4 Tambatinga</b> .....	18
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
<b>4.1 Local de estudos</b> .....	20
<b>4.2 Manejo dos animais</b> .....	20
<b>4.3 Obtenção e composição do óleo</b> .....	21
<b>4.4 Dietas e protocolos experimentais</b> .....	21
<b>4.5 Parâmetros qualitativos da água</b> .....	22
<b>4.6 Biometria dos Animais</b> .....	22
<b>4.7 Parâmetros de desempenho zootécnico</b> .....	22
<b>4.8 Isolamento e identificação de fungos</b> .....	23
<b>4.9 Técnica de Isolamento direto de Microrganismos</b> .....	23
<b>4.10 Análise estatística</b> .....	23
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
<b>5.1 Parâmetros de qualidade da água</b> .....	24
<b>5.2 Desempenho produtivo</b> .....	25
<b>5.3 Fungo do gênero <i>Saprolegnia</i></b> .....	27
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	30
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

As altas taxas de crescimento observadas atualmente na produção aquícola no Brasil podem ser atribuídas a diversos fatores de ordem técnica e econômica (MPA, 2012). Hoje, tanto o crescimento da aquicultura no Brasil como o desenvolvimento dos sistemas de produção em confinamento estão necessariamente atrelados a disponibilidade de alimentos balanceados capazes de proporcionar desempenho zootécnico e econômico compatível ou superior a outros segmentos do agronegócio (PASTORE et al., 2013).

Atualmente tem se buscado a máxima eficiência alimentar e promovido o uso de aditivos e promotores de crescimento em rações de animais. Neste sentido, a utilização de extratos e óleos essenciais vem se intensificando nos últimos anos, pelo fato de favorecerem não só a nutrição básica, mas também por promover o aumento da eficiência alimentar e a saúde dos animais (ACAR et al., 2015; NGUGI et al., 2016; SOUZA et al., 2017; BRUM, et al., 2017; ZAGO et al., 2018; ARAÚJO-DAIRIKI et al., 2018).

Os aditivos alimentares derivados de plantas apresentam efeitos benéficos na saúde, no crescimento e na eficiência alimentar em peixes cultivados, devido à alta quantidade e variedade de metabólitos bioativos secundários (fitoquímicos) que contêm. Óleos essenciais são classificados quimicamente como misturas complexas que são extraídas das plantas pelo método a vapor (LUCHESE, 2009). Esses óleos se destacam entre as classes promotoras de crescimento por serem produtos naturais com boa disponibilidade e apresentam menos efeitos colaterais (FERREIRA et al., 2014).

A atividade dessas substâncias vem sendo descrita no controle de infecções bacterianas e infestações de parasitas em animais e humanos, mas pouco tem sido discutido sobre seu potencial para uso na aquicultura (SILVA & FERNANDES, 2010). Pesquisas sobre o potencial fitoterápico dessas substâncias vem crescendo pela necessidade de se obter resultados terapêuticos no controle de patógenos de peixes além de diminuir os riscos ao ambiente aquático.

Estudos têm mostrado que a adição de óleos essenciais e extratos de diferentes plantas (*Origanum heracleoticum*, *Origanum vulgari*, *Cynodon dactylon*, *Aegle marmelos*, *Withania somnifera*, *Zingiber officinale*, *Jatropha curcas*, *Citrus sinensis*, *Aloysia triphylla*, *Ocimum gratissimum*, *Citrus x auranticus*) na ração de peixes, quando comparados a um controle sem adição de qualquer aditivo, aumentou o seu crescimento (IMMANUEL et al., 2009; ZHENG et al., 2009; TAWWAB et al., 2010; KUMAR et al., 2010; AHMADIFAR et al., 2011; ACAR et al., 2015; ZEPPENFELD et al., 2016; NGUGI et al., 2016; BRUM, et al.,

2017; ZAGO et al., 2018; ARAÚJO-DAIRIKI et al., 2018; LOPES et al., 2020), apresentou atividade antioxidante (SACCOL et al., 2013; LOPES et al., 2019), induziu modificação da microbiota intestinal, melhor digestibilidade e absorção dos nutrientes, bem como, modificações morfo-histológicas do trato gastrintestinal e melhora da resposta imune (TALPUR et al., 2014; ACAR et al., 2015). Segundo alguns autores essas substâncias não alteram as propriedades organolépticas da carne dos peixes, a adição desses aditivos na ração representa uma alternativa viável para minimizar as perdas por infecções patogênicas e aumentar a produtividade em condições intensivas de criação.

Entre as espécies nativas com potencial na piscicultura brasileira, a tambatinga obtida do cruzamento entre *Colossoma macropomum* e *Piaractus brachypomum* merece destaque considerando que possui alevinos comercializados no Norte, Nordeste e Centro-oeste do Brasil (GODINHO, 2007). É um peixe que possui facilidade de alcançar o peso comercial em curto período de produção, utiliza baixos níveis de proteína bruta na dieta completa, o que representa uma economia com o custo de ração. No norte do Brasil, muitos piscicultores preferem a produção da tambatinga alegando que ela apresenta melhores desempenhos produtivos que seus parentais, o tambaqui e a pirapitinga (KUBITZA, 2004).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivos geral

Avaliar o efeito da adição do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* em dietas em relação ao desempenho produtivo e sobrevivência de juvenis de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*) durante a fase inicial de desenvolvimento.

### 2.2 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar se a adição do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* em ração interfere no crescimento dos animais;
- ✓ Observar se a adição do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* na ração tem efeito sobre a sobrevivência de tambatinga;
- ✓ Avaliar se a adição do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* na ração altera a qualidade da água durante o cultivo.



### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Uso de aditivos alimentares na piscicultura

Aditivos são quaisquer substâncias adicionadas intencionalmente ao alimento, sem funções nutricionais, podem ser utilizadas para intensificar as propriedades químicas dos alimentos sem alterar a qualidade dos mesmos e melhora as condições dos animais (DE OLIVEIRA *et al.*, 2005). Podem ser destacados como aditivos promotores de crescimento, medicamentosos, antioxidantes, pigmentantes, aglutinantes, entre outros. Na nutrição animal os promotores de crescimento ganham destaque por apresentarem propriedades fitoterápicas (RIBEIRO *et al.* 2012).

Adicionalmente, têm sido realizados estudos utilizando aditivos fitogênicos (óleos essenciais), que ajudam tanto na redução dos custos quanto protegem os animais contra patógenos (HARIKRISHNAN *et al.*, 2011). Plantas que possuem interesse terapêutico utilizados na medicina humana vem despertando interesse para a aquicultura devido os produtos trazerem vantagens como menor toxicidade, menor impacto ao meio ambiente, redução dos resíduos químicos na carne, menor risco de resistência de patógenos, além de serem biodegradáveis, e apresentar bons resultados em dietas de animais (KNOWLES, 2002; COIMBRA *et al.*, 2006; GUPTA *et al.*, 2011).

Devido a proibição do uso de certos promotores de crescimento na alimentação animal, onde se utilizava antibióticos, com o intuito de controlar imediatamente as enfermidades, tem-se buscado novas alternativas para um melhor desempenho zootécnico, como a utilização de diferentes óleos essenciais, por serem compostos voláteis concentrados, extraídos de plantas aromáticas e medicinais. Estudos demonstram que o OE de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), alfavaca cravo (*Ocimum gratissimum*), erva-cidreira (*Lippia alba*), além do orégano (*Origanum vulgare* L.), apresentaram ótimos resultados no aumento do peso final, fator de condição, conversão alimentar e redução da mortalidade em diferentes espécies de peixes (FUKAYAMA *et al.*, 2005; FERREIRA *et al.*, 2012; CAMPAGNOLO *et al.*, 2013; FERREIRA *et al.*, 2014).

Segundo Bakkali *et al.* (2008), os óleos essenciais exercem importantes funções biológicas na natureza, participam de interações mutualistas e atraem polinizadores e dispersores de sementes. O método de obtenção desses óleos varia de acordo com a matriz de extração, sendo as formas mais comuns de extração: destilação por arraste de vapor, enfloração e extração com solventes orgânicos (SIMÕES; SPTIZER, 2004, BAKKALI *et al.*, 2008).

### 3.2 Óleo essencial de *Melaleuca alternifolia*

*Melaleuca alternifolia*, pertence à família Myrtaceae, é nativa da Austrália onde é conhecida de "árvore de chá" (Tea tree oil – TTO) e onde se concentra os principais produtores desta espécie (Figura 1). Pode florescer principalmente em áreas de pântano e próximas de rios, podendo chegar até 6m de altura. Seu óleo possui a cor amarela e odor característico, sendo extraído pelo método de arraste em vapor das folhas e ramos terminais da planta (SILVA et al., 2019). A *M. alternifolia* foi muito utilizada durante a segunda guerra mundial para o tratamento de feridas dos soldados australianos, sendo aplicado diretamente na área lesionada (HAMMER et al., 2002).

O óleo essencial de *M. alternifolia* possui mais de 100 compostos, dentre eles os hidrocarbonetos, terpenos, monoterpenos, sesquiterpenos e seus álcoois associados e o terpineno-4-ol, seu principal constituinte por apresentar maior concentração (maior que 30%) quando comparado aos demais compostos, isso faz com que esse óleo tenha um grande valor comercial há mais de 60 anos (JESUS et al., 2007) e também por ser um potente ativo contra microrganismos (fungos, vírus e bactérias) (RUSSEL et al., 2002; VIEIRA et al., 2004). É um óleo parcialmente solúvel em água, e para se obter a solução aquosa desse óleo é necessário a adição de agentes emulsificantes, de forma que não altere as suas propriedades antimicrobianas (WILLIAMS, 1990).

Esse óleo atualmente é empregado como agente antimicrobiano ou preventivo em escala farmacêutica ou cosmética, é indicado para tratamento de lesões, queimaduras, picada de insetos, gel para espinhas e também, passou a ser utilizado na área odontológica e na alimentação animal como aditivo alimentar, por sua boa ação antimicrobiana (COX et al., 2000).



**Figura 1** - Fotografia de ramos de uma planta adulta de *Melaleuca alternifolia* evidenciando os detalhes da inflorescência (Fonte: Safari Garden)

### 3.3 Aspectos gerais da saúde dos peixes

A aquicultura vem se expandindo, baseada em cultivos intensivos com altas densidades de estocagem com o intuito de aproveitar melhor o espaço. Nestas condições podem expor os animais às condições elevadas de estresse ocasionado pelo transporte e manipulação dos peixes, resultando no comprometimento do sistema imunológico e, tornando-os alvos de patógenos. Quando expostos a essas condições o potencial produtivo dos peixes é afetado, devido a multiplicação e invasão dos patógenos que muitas das vezes acabam se propagando entre os locais de produção através da água do cultivo, resultando em mortalidade, perdas na produção e riscos ambientais (PAVANELLI et al., 2008; CERZUELA et al., 2012; TELLI et al., 2014; BEM-HAMED et al., 2018; COSTA et al., 2019).

De acordo com Kiron, (2012), as dietas dos peixes não devem ser formuladas apenas com o intuito nutricional, mas também com propósito de promover a saúde do animal. Mesmo atendendo as exigências para o adequado crescimento e desenvolvimento dos peixes, são avaliados em pesquisas de nutrição, os sinais de deficiência, a capacidade de resistência dos animais quando expostos a patógenos ou agentes estressores (SANTOS, 2013).

O corpo dos peixes é revestido externamente por muco, servindo como barreira de proteção para o corpo do animal, quando há perda desse muco o animal fica mais suscetível a diversos problemas patológicos. A formação desta barreira pode ser desequilibrada por diversos fatores principalmente como variações na qualidade da água (principalmente de temperatura), falta de higiene no criatório, perdas de escamas dos peixes, feridas provocadas por parasitos e estresse. Todos esses fatores influenciam na sanidade e condição fisiológica dos mesmos (NASCIMENTO, 2019).

As principais doenças que ameaçam a indústria da aquicultura são as microbianas e parasitárias. Os parasitos em destaque afetam a produção e os que podem ser vistos a olho nu são: lerneídeos (RAISSY et al., 2013) e branquiúros (PEKMEZCI et al., 2011), e os parasitos microscópicos: mixosporídios (MÜLLER et al., 2013), tricodinídeos (VALLADÃO et al., 2013), monogenéticos (AKOLL et al., 2012), *Ichthyothirus multifiliis* (WEI et al., 2013) e Oomecetos (PINHEIRO et al., 2015). Esses agentes parasitários são responsáveis por perdas em criações destinada a peixes de produção.

### 3.4 Tambatinga

A tambatinga (*Colossoma macropomum* (fêmea) x *Piaractus brachypomum*

(macho) (Figura 2) é um peixe híbrido de grande porte e de considerável rusticidade em sistemas intensivos (ABRUNHOSA, 2011; ARARIPE et al., 2011). Segundo Hasimoto et al. (2012), alcança maior ganho de peso quando comparado a seus parentais. Sua produção já chegou ocupar a terceira posição com 44.948 toneladas (KUBITZA, 2016). Seu cultivo é de grande importância econômica no norte e nordeste do Brasil (RIBEIRO et al. 2019). Seu hábito alimentar é onívoro, porém, pode apresentar hábito alimentar frugívoro- herbívoro em ambiente natural, podendo alcançar cerca de 80 cm de comprimento e peso corporal de até 15 kg. Apresenta o corpo coberto de escamas, com coloração clara, e a ponta das nadadeiras caudais e anal avermelhadas (CRUZ et al., 2006).



**Figura 2** - Exemplo de Tambatinga juvenil (Fonte: autoria própria)

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

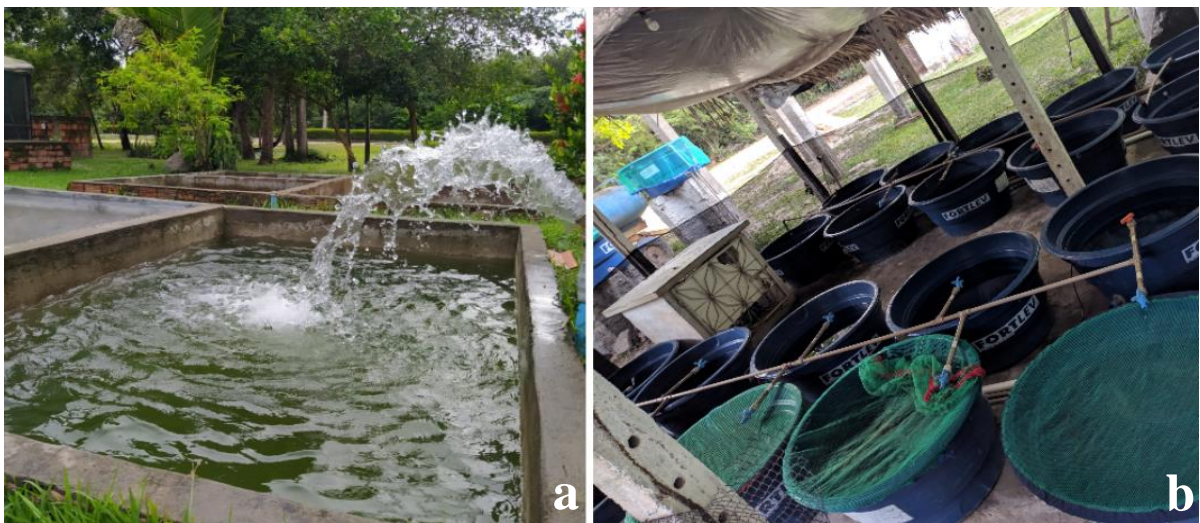
### 4.1 Local de estudos

O estudo foi realizado no setor de piscicultura do Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão, Campus de Chapadinha. Esse experimento foi conduzido de acordo com os padrões éticos e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA - UFMA) da Universidade Federal do Maranhão - Processo n° 23115.028167/2019-61.

### 4.2 Manejo dos animais

No experimento foram utilizados juvenis de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomum*) com o peso médio de  $10,60 \pm 2,18$  g e comprimento padrão  $8,46 \pm 0,61$  cm obtidos de uma piscicultura comercial na região de Chapadinha.

No setor de piscicultura os peixes foram mantidos para adaptação (10 dias) em tanques revestidos de cimento ( $6m^3$ ) na área externa (Figura 3a) mantidos com renovação de água diária e aeração. Durante a adaptação foi fornecido ração comercial (45% PB) duas vezes ao dia. Após, os animais foram distribuídos em 20 caixas plásticas, com volume de 150L em um sistema de recirculação, com aeração constante (Figura 3b). O experimento teve duração de 45 dias.



**Figura 3** - Manejo dos animais. **A:** Tanque onde os animais ficaram estocados durante o período de adaptação. **B:** Sistema experimental utilizado no estudo

### 4.3 Obtenção e composição do óleo

Foi utilizado neste experimento o óleo essencial de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), obtido de uma empresa comercial que foi extraído por meio de destilação por arraste a vapor d'água, sendo utilizadas as partes dos ramos e folhas obtendo uma composição 100% pura e orgânica. Em sua caracterização foi encontrado os componentes majoritários terpinen-4-ol (45,85%),  $\gamma$ -Terpineno (20,01%) e  $\alpha$ -Terpineno (10,26%) (Tabela 1).

**Tabela 1** - Composição do óleo essencial de *M. alternifolia* utilizado nas dietas de tambatingas durante 45 dias

Composto	(%) relativa*
$\alpha$ -Felandreno	0,73
$\alpha$ -Pineno	2,15
$\beta$ -Pineno	0,58
$\beta$ -Mirceno	0,77
$\alpha$ -Tujeno	0,48
<b><math>\alpha</math>-Terpineno</b>	<b>10,26</b>
Cimeno	3,13
Limoneno	1,75
Eucaliptol	4,62
<b><math>\gamma</math>-Terpineno</b>	<b>20,01</b>
Terpinoleno	5,82
<b>Terpinen-4-ol</b>	<b>45,85</b>
$\alpha$ -Terpineol	3,85
<b>Total</b>	<b>100</b>

\*O cálculo do percentual relativo de cada substância identificada na amostra é realizado com base na área de cada pico do cromatograma, sendo o somatório das áreas considerado 100%.

### 4.4 Dietas e protocolos experimentais

A preparação das dietas foi realizada com base na metodologia descrita por Dairiki et al. (2013), utilizando álcool de arroz como diluente. A suplementação foi feita com a mesma ração comercial fornecida durante o período de adaptação. Para cada quilograma de ração, as soluções de óleo essencial de melaleuca (0,0 - 1,0mL - 1,5mL - 2,0mL - 2,5mL) foram diluídos em 100mL de álcool de arroz, sendo posteriormente aspergida e misturada na ração. Na dieta controle, apenas álcool de arroz foi adicionado na ração, na proporção de 100mL/kg (DAIRIKI

et al., 2013).

As rações prontas foram secas em temperatura ambiente por 24h, posteriormente foram estocadas em garrafas pet (2L) e acondicionadas em freezer (-18°C) até a utilização.

Os 160 animais foram distribuídos de forma aleatória nas 20 caixas (volume útil 80L) em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, quatro repetições em densidade de estocagem de 8 peixes/caixa.

As dietas experimentais foram fornecidas até a saciedade aparente, duas vezes ao dia (9:00h e às 17:00h). Diariamente, 30min após a primeira alimentação, foi realizada a limpeza das caixas para retirada de restos de alimento e excretas dos peixes. Após, a água foi repostada nas mesmas condições.

#### **4.5 Parâmetros qualitativos da água**

Diariamente foi avaliada a temperatura e o oxigênio dissolvido utilizando um oxímetro digital (Alfakit AT 160). O pH e amônia não ionizadas foram determinados semanalmente utilizando pHmetro digital (Alfakit At-160) e kit colorimétrico (Labcon Test), respectivamente.

#### **4.6 Biometria dos Animais**

Durante o período experimental foram realizadas três biometrias (0 - 30 - 45 dias). Nestes procedimentos, os animais foram anestesiados com eugenol, administrando 40 mg/L por 2 min, conforme Cunha et al. (2010). Foi utilizada uma balança de precisão (0,001g) para obtenção dos pesos e uma régua plástica para medir o comprimento total.

#### **4.7 Parâmetros de desempenho zootécnico**

Os parâmetros de desempenho foram obtidos através das seguintes fórmulas abaixo:

- ✓ Taxa de Crescimento Específico (TCE): conforme a fórmula:  $\{[\ln(\text{Peso final}) - \ln(\text{Peso inicial})] / (\text{tempo em dia})\} \times 100$ ;
- ✓ Fator de Condição (FC):  $(\text{Peso}) / (\text{Comprimento total})^3 \times 100$ ;
- ✓ Ganho de Peso (GP):  $(\text{Peso final} - \text{Peso inicial})$ ;
- ✓ Taxa de sobrevivência:  $(\text{TS}\% = (\text{n}^\circ \text{ final de peixes} \times 100 / \text{n}^\circ \text{ inicial de peixes}))$ .

#### **4.8 Isolamento e identificação de fungos**

Os animais mortos foram coletados diariamente e posteriormente acondicionados em recipientes e refrigerados para posterior avaliação das lesões. Na sequência, com auxílio de microscópio esterioscópico (lupa) foi verificado o desenvolvimento de colônias fúngicas na superfície dos tecidos infectados. Pequenas porções das estruturas fúngicas das colônias foram retiradas através da raspagem direta da superfície das lesões para o isolamento e cultivo das colônias puras dos fungos. Com auxílio da microscopia de luz foi possível observar as estruturas fúngicas das colônias e identificar o agente patogênico, segundo técnica descrita em Alfenas et al. (2007).

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório Multidisciplinar de Fitopatologia e microbiologia do CCCh/UFMA. O isolamento das colônias dos fungos encontrados, foram cultivadas em meio de fubá. Estas colônias foram mantidas em cultura pura e acondicionadas em Câmara de cultivo tipo B.O.D durante o desenvolvimento da pesquisa. A técnica para obtenção das colônias fúngicas foi obtida através do isolamento direto, devido a presença de tufo de algodão (micélio cotonoso) desenvolvidos na superfície dos tecidos infectados nos juvenis mortos.

#### **4.9 Técnica de Isolamento direto de Microrganismos**

O isolamento direto consistiu na transferência do órgão infectado com o auxílio de estilete flambado, estruturas do patógeno para placas contendo o meio de cultura para estimulação do desenvolvimento e esporulação do fungo. As colônias isoladas foram expostas à luz contínua, dessa forma favorecendo a esporulação. As amostras foram observadas microscópicamente conforme Barnett e Hunter (1972) e Singh (1991). E a identificação foi realizada utilizando-se chave de identificação específica para o gênero.

#### **4.10 Análise estatística**

Os dados foram expressos como média  $\pm$  erro padrão e submetidos ao teste de Levene para verificar a homogeneidade das variâncias. As médias dos tratamentos foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e a sobrevivência foi avaliada por regressão linear utilizando o pacote estatístico SAS.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Parâmetros de qualidade da água

No presente estudo, a temperatura da água variou durante o dia com média de 25,5°C (24°C pela manhã e 27°C à tarde) estando mais baixa do que preconiza a literatura como adequada para peixes redondos (Tabela 2), que são valores entre 28 e 30°C (KUBITZA, 1999; PAULA, 2009).

Espécies como tambaqui e pirapitinga (parentais da tambatinga) nativos da Bacia Amazônica, onde a temperatura da água se mantém em torno de 28°C, não toleram baixas temperaturas. A temperatura da água no período experimental deste estudo (março/abril) permaneceu mais baixa (25,5°C) porque é época das chuvas na região.

A temperatura da água influencia significativamente no desempenho dos peixes porque altera o metabolismo dos animais (BALDISSEROTTO, 2002) alterando o consumo de ração e na velocidade de crescimento. Nessas condições os peixes podem ficar debilitados, susceptíveis a doenças e ao ataque de diversos tipos de parasitos (VÁSQUEZ-TORRES, 2005). Ainda neste sentido, Barros et al. (2017) relataram em seu estudo com tambatinga, que os efeitos negativos da temperatura da água mais baixa durante um período mais longo pode influenciar no crescimento, sanidade e sobrevivência, corroborando com o que foi observado no presente estudo.

**Tabela 2** - Parâmetros de qualidade da água do cultivo de tambatinga alimentados com ração contendo diferentes concentrações do óleo essencial de *Melaleuca* em 30 e 45 dias

Parâmetros avaliativos				
Tratamento	T (°C)	O <sup>2</sup> D (mg/L)	pH	Nh <sup>3</sup> (mg/L)
0	24,6 ± 0,73	7,3 ± 1,1	6,5 ± 0,4	0,005 ± 0,03
1	24,8 ± 0,67	6,8 ± 0,5	6,4 ± 0,4	0,006 ± 0,05
1,5	24,8 ± 0,91	6,8 ± 0,5	6,4 ± 0,5	0,009 ± 0,01
2	25,0 ± 0,65	7,0 ± 0,4	6,3 ± 0,4	0,008 ± 0,02
2,5	25,2 ± 0,67	6,7 ± 0,8	6,4 ± 0,4	0,011 ± 0,01

n= 5 x 8; T - Temperatura; OD - Oxigênio dissolvido; NH<sup>3</sup> - Amônia não ionizada.  
Valores médios ± desvio padrão (P>0,05).

Os outros parâmetros de qualidade de água avaliados, de forma geral, se mantiveram adequados para a espécie estudada, não havendo alteração durante o cultivo.

Quanto aos níveis de oxigênio dissolvidos, houve uma pequena variação durante o experimento, mas se manteve dentro da faixa considerada ótima ( $7,2 \pm 1,0 \text{ mg L}^{-1}$ ) para peixes de águas tropicais (BALDISSEROTTO, 2002).

Todos os tratamentos estavam sob aeração constante de água simulando o ambiente de vivência o mais natural possível. O pH é outro parâmetro de grande importância na produção de peixes pois influencia no desenvolvimento e bem-estar dos animais. Oliveira (2000), Ostrensky e Boeger (1998) afirmam que valores entre 7,0 e 8,3 estão dentro da faixa ideal para a peixes de água doce. Os níveis de amônia não ionizada ( $0,08 \pm 0,02 \text{ mg/ L}$ ) se mantiveram dentro das taxas aceitáveis para o cultivo de peixes.

## 5.2 Desempenho produtivo

Aos 30 dias, não houve diferença estatística ( $P>0,05$ ) entre o ganho de peso, taxa de crescimento específico, fator de condição e sobrevivência entre os diferentes grupos avaliados. Esta mesma tendência em relação aos parâmetros de desempenho foi observada aos 45 dias. Os valores do desempenho dos animais estão representados na Tabela 3.

**Tabela 3** - Parâmetros de crescimento de juvenis de tambatinga alimentados com ração contendo diferentes concentrações do óleo essencial de *Melaleuca* aos 30 e aos 45 dias

	Dieta ( mL EO kg/ dieta)				
	0,0	1,0	1,5	2,0	2,5
PI	10,5±1,4	11,0±1,1	10,0±0,9	10,4±1,0	10,9±1,0
CI	8,3±0,4	8,6±0,3	8,3±0,1	8,6±0,3	8,3±0,4
<b>30 Dias</b>					
GP	8,0±2,1	12,8±2,5	12,4±5,5	12,2±4,2	11,1±3,2
TCE	1,9±0,4	2,5±0,2	2,6±0,8	2,5±0,6	2,3±0,6
FC	1,9±0,2	1,8±0,1	2,0±0,1	1,9±0,07	2,0±0,1
S (%)	43,7±7,2	43,7±23,9	46,8±21,3	53,1±15,7	65,6±18,7
<b>45 Dias</b>					
GP	21,2±3,2	22,6±5,3	24,3±4,4	23,0±8,3	24,6±6,4
TCE	2,4±0,3	2,7±0,1	2,6±0,6	2,5±0,5	2,6±0,4
FC	1,9±0,1	2,0±0,3	1,8±0,1	1,7±0,3	1,91±0,1
S (%)	37,5±17,6	31,2±16,1	40,6±16,1*	50,0±20,4*	62,5±22,8*

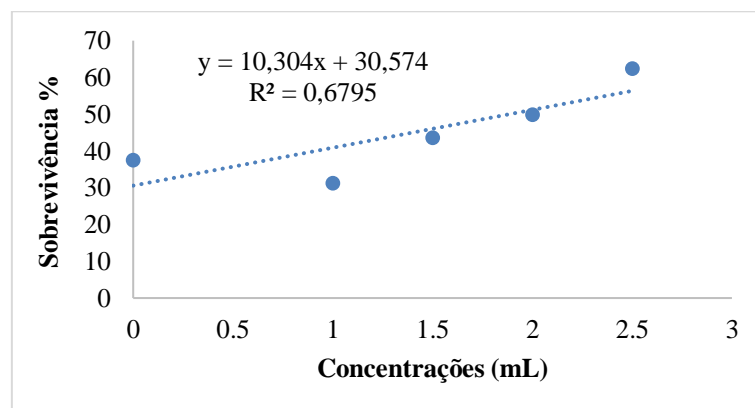
PI - Peso Inicial (g), CI - Comprimento Inicial (cm), GP - Ganho de Peso (g), TCE - Taxa de Crescimento Específico (%), FC - Fator de Condição, S - Sobrevivência (%). Os valores são expressos como a média ± DP. \* Diferença estatística entre os tratamentos  $*y=10,304x + 30,574 \text{ R}^2=0,6795$

O valor nutricional da ração não só o teor de nutrientes, mas também a capacidade do animal de assimilar os nutrientes para o seu crescimento. Neste sentido, vários mecanismos

têm sido propostos para explicar os efeitos benéficos dos óleos essenciais em rações sobre o desempenho dos peixes, como alterações no trato gastrointestinal e sua microbiota que melhoram a digestibilidade, absorção de nutrientes e a resposta imune (TALPUR, 2014; ACAR et al. 2015); aumentam a atividade antioxidante (SACCOL et al. 2013; LOPES et al. 2019), a resistência ao estresse (SOUZA et al. 2019), entre outros.

Nossos resultados diferem de outros estudos em relação ao crescimento das tambatingas alimentadas com diferentes concentrações deste óleo, em relação aos já relatados para outras espécies. Reis et al. (2021) avaliaram a ração suplementada com *Melaleuca alternifolia*, na dosagem de 1,0 ml/kg de ração, e observaram a redução dos danos oxidativos hepático e também, efeitos positivos no desempenho zootécnico de jundiás (*Ramdhia quelen*). Liu et al. (2022) suplementaram dietas do camarão gigante da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*) com 100 mg/kg de *Melaleuca alternifolia* observando efeito positivo no crescimento, capacidade antioxidante e imunidade intestinal, o que favoreceu o estado de saúde dos animais.

O controle nutricional, sanitário e os aspectos ambientais são de grande importância para a redução de ocorrências de doenças na piscicultura e o óleo essencial de melaleuca pode ser um grande aliado no combate aos patógenos, além de ser menos agressivo à saúde dos animais. A grande mortalidade entre os tratamentos durante o período experimental possivelmente foi causada pela infecção por fungo, decorrente das baixas temperaturas da água durante o experimento. Os grupos que receberam rações com maiores níveis de OE na dieta (1,5 – 2,0 e 2,5 mL) apresentaram maior taxa de sobrevivência em relação ao grupo 1,0 mL OE kg/dieta e o grupo controle (Figura 4). Neste sentido, Martins et al. (2002) relataram que a ocorrência de parasitas pode estar relacionada a mudanças climáticas, como a temperatura e a espécie de peixes de que estão sendo cultivadas.



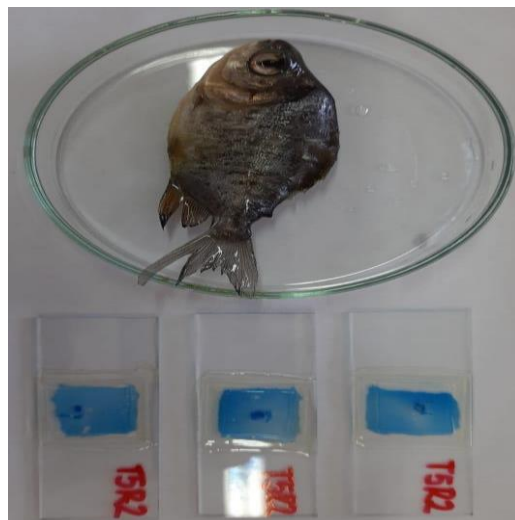
**Figura 4** - Sobrevivência de juvenis de tambatingas alimentadas com dieta alimentar a base de rações acrescidas com óleo essencial de *M. alternifolia* ao final de 45 dias de cultivo

Val et al. (2006) relatam que há uma interação entre agentes estressores diversos, como privação alimentar, manejo, transporte e variações ambientais (principalmente temperatura e pH) que afetam a homeostase patológica e a imunidade dos peixes assim como foi observado durante o experimento. Podendo ser verificado que infecção e qualidade da água interagem de forma significativa afetando a resposta inflamatória de peixes contra parasitas, o que possibilita o desenvolvimento de novas ferramentas para o monitoramento da relação entre estresse e agentes patológicos em peixes.

De acordo com a análise do óleo utilizado no presente estudo, se pode constatar que o OE de *Melaleuca alternifolia* apresentou o componente majoritário terpineno-4-ol (45,85%), conforme o descrito por Cox et al. (2000) e Felipe et al. (2018) esse constituinte é considerado como mais importante por sua maior representatividade, com atividade biológica “in vitro” e “in vivo” podendo apresentar propriedades medicinais antifúngica e antimicrobiana, pelo efeito inibitório na respiração celular, alterando a estrutura e permeabilidade da membrana celular de fungos e bactérias, assim inibindo a ação desses patógenos.

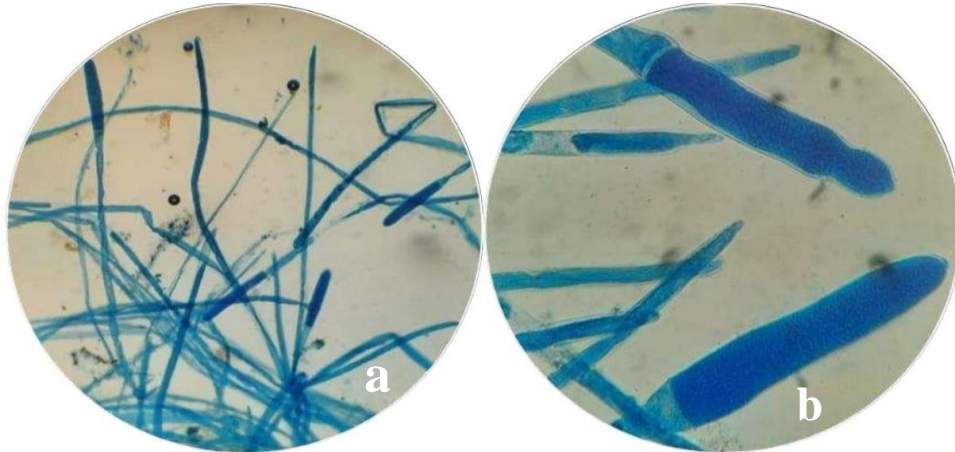
### 5.3 Fungo do gênero *Saprolegnia*

Durante o experimento os animais apresentavam-se visivelmente debilitados com lesões nas nadadeiras e em algumas regiões do corpo e posteriormente morriam (Figura 5). De acordo com Dotta et al. (2012), o diagnóstico desse fungo pode ser feito por meio de sinais clínicos, exame de hifas ao microscópio e identificado por meio de cultura.



**Figura 5** - Lâminas com estruturas fúngicas de *Saprolegnia* sp. obtidas de colônias puras isoladas das raspagem de tecidos superficiais infectados em exemplares de tambatinga mortos durante o andamento da pesquisa para identificação do fungo em microscópio

Na análise diagnosticou-se o fungo aquático, pertencente a classe dos Oomicetos e do gênero *Saprolegnia* spp. onde apresentou crescimento micelial branco com o aspecto de “tufos de algodão” formado por colônias algodonosas, microscopicamente pode se observar as hifas longas, finas e ramificadas (Figura 6).



**Figura 6** - Fotomicroscopia de estruturas fúngicas de *Saprolegnia* sp.: **A**: hifas desenvolvidas com formação de estruturas reprodutivas; **B**: Detalhe da estrutura reprodutiva do fungo. As fotomicrografias foram obtidas através da microscopia de luz em aumento de 40x

Segundo Mastan (2015), as saprolegnáceas são responsáveis por infecções significativas, envolvendo peixes mortos ou vivos, assim como seus ovos, principalmente na aquicultura e os oomicetos são saprófitas oportunistas que se multiplicam em peixes fisicamente feridos, estressados ou infectados. Esses parasitas são oportunistas, se alimentam de resíduos orgânicos em decomposição, quando os peixes se apresentam com lesões ou com pouco muco devido ao manuseio. Pode ser considerado como fungo endofítico em peixes, por ocorrer dentro do tecido, mas não causam patogenia e podem acometer tanto peixe de consumo quanto peixes ornamentais (PRIETO et al., 2005; PINHEIRO, 2015). O tempo de morte do animal varia de acordo com a resistência ao estresse da infecção (VAL et al., 2006) como se pode observar durante nosso experimento.

Corroborando com nosso estudo, outros autores também identificaram infecções causadas pelo fungo *Saprolegnia* spp. que são mais frequentes em peixes de água doce, manifestando-se em qualquer temperatura, mas sendo mais comum nos meses das chuvas devido à ocorrência de baixas temperaturas (18 a 26 °C) (BASSLEER, 2011; KALATEHJARI et al., 2015; PINHEIRO, 2015). A transmissão ocorre na água, através do contato entre os peixes, por meio dos equipamentos utilizados ou pela manipulação dos animais por pessoas quando se intensifica o manuseio dos peixes, ocorrendo a infestação (SIQUEIRA, 2004).

Os níveis de OE testados neste experimento não manifestaram sinais de toxidez, uma vez que foi observado mortalidade também no tratamento controle e no que recebeu a menor dose (1,0 mL). Prieto et al. (2005) e Schalch et al. (2009) relataram que extratos e óleos de plantas podem ser usados como tratamento para doenças fúngica na piscicultura: o alho (*A. sativum*), erva-de-bicho (*Polygonum hydropiper*), burra-leiteira (*Sapium sebiferum*), acalifa (*Acalypha australis*), arbusto cairatia (*Cayratia japonica*), artemisia (*Artemisia argyi*), morango silvestre (*Duchesnea indica*), helenio (*Helenium quadridentatum*), cravo-da-Índia (*Syzygium aromaticum*) entre outros, podendo incluir também o OE de *Melaleuca* sendo alternativa para substituir o uso de antibióticos pois apresentou ótimos resultados neste trabalho no controle de fungos *Saprolegnia* spp .

O óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* tem sido muito utilizado em pesquisas por suas propriedades medicinais. Foi observado que o OE de *Melaleuca* tem efeito no tratamento bactericida contra cepas de *S. aureus* em bovinos (FINHLER, S. et al., 2020). Mertas et al. (2015) obtiveram excelentes resultados em cepas de *Candida albicans*, relatando que o mesmo pode ser importante para combater os fungos resistentes aos medicamentos convencionais. Valladão et al. (2016) também alcançaram ótimos resultados no controle de bactérias *Ictiofilis multifiliis* em peixes, sendo eficaz os banhos com o óleo essencial de *Melaleuca alternifolia*.

## 6 CONCLUSÃO

A inclusão do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* na dieta de tambatinga, não favoreceu o crescimento dos animais, mas aumentou a sobrevivência final e o controle da *Saprolegnia spp* em níveis acima de 1,5 ml/kg de ração. Desta forma pode ser utilizado como aditivo na dieta de juvenis desta espécie.

## REFERÊNCIAS

- ABASALI, H.; MOHAMAD, S. Immune response of common carp (*Cyprinus carpio*) fed with herbal immunostimulants diets. **Agricultural Journal**, v. 5, n. 3, p. 163-172, 2010.
- ABRUNHOSA, F. **Técnico em Aquicultura: Piscicultura**. Belém: IFPA, 2011. 133 p.
- ACAR, Ü.; KESBIÇ, O. S.; YILMAZ, S.; GÜLTEPE, N.;TÜRKER, A. Evaluation of the effects of essential oil extracted from sweet orange peel (*Citrus sinensis*) on growth rate of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and possible disease resistance against *Streptococcus iniae*. **Aquaculture**, v. 437, p. 282-286, 2015.
- AHMADIFAR, E.; FALAHATKAR, B.; AKRAMI, R. Effect of dietary thymol-cravacrol on growth performance hematological parameters and tissue composition of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Journal Applied Ichthyology**, v. 1, p. 1- 4, 2011.
- AKOLL, P.; KONECNY, R.; MWANJA, W. W.; SCHIEMER, F. Risk assessment of parasitic helminths on cultured Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.). **Aquaculture**, v. 356, p. 123-127, 2012.
- ALFENAS, A. C.; FERREIRA, F. A.; MAFIA, R. G.; GONÇALVES, R. C. Isolamento de fungos fitopatogênicos. In: ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Métodos em Fitopatologia**. Viçosa: Editora UFV, 2007. p. 53-91.
- ALI, B. H.; BLUNDEN, G.; TANIRA, M. O.; NEMMAR, A. Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): A review of recent research. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 409-420, 2008.
- ARARIPE, M. N. B. A.; ARARIPE, A. H. G. D.; LOPES, J. B.; CASTRO, P. L. D.; BRAGA, T. E. A.; FERREIRA, A. H. C.; ABREU, M. L. T. D. Redução da proteína bruta com suplementação de aminoácidos em rações para alevinos de tambatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1845-1850, 2011.
- ARAÚJO-DAIRIKI, T. B.; CHAVES, F. C. M.; DAIRIKI, J. K. Seeds of sacha inchi (*Plukenetia volubilis*, Euphorbiaceae) as a feed ingredient for juvenile tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinxã, *Brycon amazonicus* (Characidae). **Acta Amazonica**, v. 48, p. 32-37, 2018.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils-A review. **Food and chemical toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: ed. UFSM, 2002. 212 p.
- BARDAJÍ, D.K.R.; SILVA, J. J. M.; BIANCHI, T. C.; SOUZA E. D.; OLIVEIRA, P. F.; LEANDRO, L. F.; ROGEZ, H. L. G.; VENEZIANNI, R. C. S.; AMBROSIO, S. R.; TAVARES, D. C.; BASTOS, J. K.; MARTINS, C. H. G. *Copaifera reticulata* oleoresin: Chemical characterization and antibacterial properties against oral pathogens. **Anaerobe**, v. 40, p. 18-27, 2016.



BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1972. 241p.

BARROS, C. A.; GODOI, D.; BOTINI, A. F.; JACYNTHO, L. A.; MACENO. Desenvolvimento de juvenis do híbrido tambatinga em tanques rede com diferentes níveis de proteína na ração. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 14 n. 26; p. 235, 2017.

BASSLEER, G. **Guia prático de doenças de peixes ornamentais tropicais e de lagos (e de camarões ornamentais)**. Westmeerbeek: Bassleer Biofish, 2011. 104 p.

BEM-HAMED, S.; RANZANI-PAIVA, M. J. T.; TACHIBANA, L.; DIAS, C. D.; ISHIKAWA, C. M.; ESTEBAN, M. A. Fish pathogen bacteria: Adhesion, parameters influencing virulence and interaction with host cells. **Fish & Shellfish Immunology**. v. 80, p. 550–562, 2018.

BRUM, A.; PEREIRA, S. A.; OWATARI, M. S.; CHAGAS, E. C.; CHAVES, F. C. M.; MOURIÑO, J. L. P.; MARTINS, M. 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.

CAIPANG, C. M. A.; LAZADO, C. C. Nutritional impacts on fish mucosa: immunostimulants, pre-and probiotics. In: **Mucosal health in aquaculture**. Academic Press, 2015. p. 211-272.

CAMPAGNOLO, R. FRECCIA, A.; BERGMANN, R. R.; MEURER, F.; BOMBARDELLI, R. A. Óleos essenciais na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, p. 565-573, 2013.

CEREZUELA, R.; GUARDIOLA, F. A.; MESEGUER, J.; ESTEBAN, M. Á. Increases in immune parameters by inulin and *Bacillus subtilis* dietary administration to gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) did not correlate with disease resistance to *Photobacterium damsela*. **Fish & shellfish immunology**, v. 32, n. 6, p. 1032-1040, 2012.

CHAGAS, E. C.; AQUINO-PEREIRA, S. L.; BENAVIDES, M. V.; BRANDAO, F. R.; MONTEIRO, P. C.; MACIEL, P. O. *Neoechinorhynchus buttnerae* parasitic infection in tambaqui (*Colossoma macropomum*) on fish in the state of Amazonas. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 45, n. 2, 2019.

CHRISTENSEN, M. A view of fungal ecology. **Mycologia**, v. 81, n. 1, p. 1-19, 1989.

COIMBRA, J. L.; SOARES, A. C. F.; GARRIDO, M. D. S.; SOUSA, C. D. S.; RIBEIRO, F. L. B. Toxicidade farms de extratos vegetais a *Scutellonema bradys*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 1209-1211, 2006.

COSTA, C. M. S.; CRUZ, M. G.; LIMA, T. B. C.; FERREIRA, L. C.; VENTURA, A. S.; BRANDÃO, F. R.; CHAGAS, E. C.; CHAVES, F. C. M. C.; MARTINS, M. L.; JERÔNIMO, G. T. Efficacy of the essential oils of *Mentha piperita*, *Lippia alba* and *Zingiber officinale* to control the acanthocephalan *Neoechinorhynchus buttnerae* in *Colossoma macropomum*.

**Aquaculture Reports**, v. 18, p. 100414, 2020.

COSTA, O. T. F.; DIAS, L. C.; MALMANN, C. S. Y.; LIMA-FERREIRA, C. A.; CARMO, I. B.; WISCHNESKI, A. G.; SOUZA, R. L.; CAVERO, B. A. S.; LAMEIRAS, J. L. V.; DOS-SANTOS, M. C. The effects of stocking density on the hematology, plasma protein profile and immunoglobulin production of juvenile tambaqui (*Colossoma macropomum*) farmed in Brazil. **Aquaculture**, v. 499, p. 260-268, 2019.

COX, S. D.; MANN, C. M.; MARKHAM, J. L.; BELL, H. C.; GUSTAFSON, J. E.; WARMINGTON, J. R.; WYLLIE, S. G. The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). **Journal of applied microbiology**, v. 88, n. 1, p. 170-175, 2000.

CRUZ, A. G.; MELO, A. E. E. F.; SOBREIRA, C. B.; MAZETO, M. D.; NAOE, L. K. **Densidade x biomassa**: piscicultura. Palmas: Seagro Boletim Técnico, 2006. 13 p.

CUNHA, M. A.; BARROS, F. M. C.; OLIVEIRA GARCIA, L.; LIMA VEECK, A. P.; HEINZMANN, B. M.; LORO, V. L.; EMANUELLI, T.; BALDISSEROTTO, B. Essential oil of *Lippia alba*: a new anesthetic for silver catfish, *Rhamdia quelen*. **Aquaculture**, v. 306, n. 1-4, p. 403-406, 2010.

DAIRIKI, J. K.; MAJOLO, C.; CHAGAS, E. C.; CHAVES, F. C. M.; OLIVEIRA, M. R.; MORAIS, I. D. S. **Procedimento para inclusão de óleos essenciais em rações para peixes**. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/100643/1/Circ-Tec-42.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2022.

DE OLIVEIRA, J.S.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. 2005. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes. Revista Eletrônica de Veterinária 6 (11): 1-23.

DOTTA, G.; PIAZZA, R. S. **Manejo e sanidade no cultivo**. Curitiba-PR: Instituto Federal do Paraná, 2012, 136 p.

FAO. 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome.

FELIPE, L. O.; SILVA JÚNIOR, W. F. D.; ARAÚJO, K. C. D.; FABRINO, D. L. Lactoferrin, chitosan and *Melaleuca alternifolia*-natural products that show promise in candidiasis treatment. **brazilian journal of microbiology**, v. 49, p. 212-219, 2018.

FERREIRA, L. C.; CRUZ, M. G.; LIMA, T. B. C.; SERRA, B. N. V.; CHAVES, F. C. M.; CHAGAS, E. C.; VENTURA, A. S.; JERÔNIMO, G. T. Antiparasitic activity of *Mentha piperita* (Lamiaceae) essential oil against *Piscinoodinium pillulare* and its physiological effects on *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). **Aquaculture**, v. 512, p. 734-743, 2019.

FERREIRA, P. M. F.; NASCIMENTO, S. L.; DIAS, C. D.; MOREIRA, V. D. M.; SALARO, L. A.; FREITAS, D. M. B.; SOUZA-CARNEIRO, A. P.; ZUANON, S. J. A. Essential oregano oil as a growth promoter for the yellowtail tetra, (*Astyanax altiparanae*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 45, n. 1, p. 28-34, 2014.

FIGUEREDO, A. B. **Suplementação com óleos essenciais de manjeriço (*Ocimum***

*gratissimum* L.) e gengibre (*Zingiber officinale* Rosc.) na dieta de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus* L.). Tese (Doutorado em Aquicultura). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 171p. 2017.

FINHLER, S.; SUTHOVSKI, G.; PERIN, D. P.; SKONIESKI, C.; BENVENEGUÍ, D. M. Atividade Antimicrobiana do Óleo Essencial de *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree oil) sobre Agentes Infeciosos Isolados de Bovinos Acometidos por Mastite. In: **X Jornada de iniciação científica e tecnológica da UFFS**, v. 1, n. 10, p. 1-4. 2020.

FUKAYAMA, E. H.; BERTECHINI, A. G.; GERALDO, A.; KATO, R. K.; MURGAS, L. D. S. Extrato de orégano como aditivo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2316-2326, 2005.

GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n. 3, p. 351-360, 2007.

GUPTA, A.; SHARMA, S.; NAIK, S. N. Biopesticidal value of selected essential oils against pathogenic fungus, termites, and nematodes. **International biodeterioration & biodegradation**, v. 65, n. 5, p. 703-707, 2011.

HASHIMOTO, D.T.; SENHORINI, J.A.; FORESTI, F.; PORTO FORESTI, F. Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. **Reviews in Aquaculture**, v. 4, p. 108-118, 2012.

HAMMER, K. A.; CARSON, C. F.; RILEY, T. V. In vitro activity of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil against dermatophytes and other filamentous fungi. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 50, n. 2, p. 195-199, 2002.

HARIKRISHNAN, R.; BALASUNDARAM, C.; HEO, M. S. 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.

HISANO, H.; MARUYAMA, M. R.; ISHIKAWA, M. M.; MELHORANÇA, A.; OTSUBO, A. A. **Potencial da utilização da mandioca na alimentação de peixes**. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/255760/1/DOC200894.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2022.

HILSDORF, A. W. S.; ORFÃO, L. H. Aspectos gerais do melhoramento genético em peixes no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, n. 1, p. 317-324. 2011.

IBAMA. Estatística da Pesca 2007: Brasil. Disponível em: . Acesso em: 26 Jul. 2022.

IMMANUEL, G.; UMA, R. P.; IYAPPARAJ, P.; CITARASU, T.; PUNITHA PETER, S. M.; MICHAEL BABU, M.; PALAVESAM, A. Dietary medicinal plant extracts improve growth, immune activity and survival of tilapia *Oreochromis mossambicus*. **Journal of fish biology**, v. 74, n. 7, p. 1462-1475, 2009.

JESUS, E. R.; ELLEN SOHN, R. M.; BARIN, C. S. Óleo essencial de *Melaleuca Alternifolia*: otimização do método analítico. **UNOPAR Científica Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 6,

n. 1, p. 67-72, 2007.

KALATEHJARI, P.; YOUSEFIAN, M.; KHALILZADEH, M. A. Assessment of antifungal effects of copper nanoparticles on the growth of the fungus *Saprolegnia* sp. on white fish (*Rutilus frisii kutum*) eggs. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**, v. 41, n. 4, p. 303-306, 2015.

KIRON, V. Fish immune system and its nutritional modulation for preventive health care. **Animal Feed Science and Technology**, v. 173, n. 1-2, p. 111-133, 2012.

KNOWLES, J. R. **Microbial adhesion and its control using natural and synthetic biocides**. United Kingdom: South Bank University London, 2002.

KUBITZA, F. **Coletânea de informações aplicadas sobre o cultivo do Tambaqui, do Pacu e de outros peixes redondos**. 2004. Disponível em:

<https://panoramadaaquicultura.com.br/coletania-de-informacoes-aplicadas-ao-cultivo-do-tambaqui-do-pacu-e-outras-peixes-redondos-parte-2/>. Acesso em: 16 fev. 2022.

KUBITZA, F.; KUBITZA L. M. M. **Principais parasitoses e doenças dos peixes cultivados**, 3° ed. Piracicaba: Editora Degaspari, 1999. 96 p.

KUBITZA, F. Panorama da aquicultura: aquicultura no Brasil: principais espécies, áreas de cultivo, rações, fatores limitantes e desafios. **Panorama da Aquicultura**, 2015, Rio de Janeiro, v. 25, n.150, 12 p.

KUMAR, V.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Dietary inclusion of detoxified *Jatropha curcas* kernel meal: effects on growth performance and metabolic efficiency in common carp, *Cyprinus carpio* L. **Fish physiology and biochemistry**, v. 36, n. 4, p. 1159-1170, 2010.

LIU, M.; SUN, C.; XU, P.; LIU, B.; ZHENG, X.; LIU, B.; ZHOU, Q. Effects of dietary tea tree (*Melaleuca alternifolia*) oil and feeding patterns on the zootechnical performance and nonspecific immune response of the giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 53, n. 2, p. 542-557, 2022.

LOPES, J. M.; MARQUES, N. C.; DOS SANTOS, M. D. D. C.; SOUZA, C. F.; BALDISSERA, M. C.; CARVALHO, R. C.; SANTOS, L. L.; PANTOJA, B. T. S.; HEINZMANN, B. M.; BALDISSEROTTO, B. Dietary limon *Citrus × latifolia* fruit peel essential oil improves antioxidant capacity of tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles. **Aquaculture Research**, v. 51, p. 4852-4862, 2020.

LOPES, J. M., SOUZA, C. F.; SACCOL, E. M. H.; PAVANATO, M. A.; ANTONIAZZI, A.; ROVANI, M. T.; HEINZMANN, B. M.; BALDISSEROTTO, B. *Citrus x aurantium* essential oil as feed additive improved growth performance, survival, metabolic, and oxidative parameters of silver catfish (*Rhamdia quelen*). **Aquaculture Nutrition**, v. 25, n. 2, p. 310-318, 2019.

LUCHESE, F. C. **Óleos essenciais de orégano e alecrim na prevenção e no tratamento da diarreia neonatal em leitões**. 2009. 39 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

- MARTINS, M. L.; ONAKA, E. M.; MORAES, F. R.; BOZZO, F. R.; MELLO, A.; PAIVA, F. C.; GONÇALVES, A. Recentes estudos de infecções parasitárias em peixes cultivados no Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 24, n. 4, p. 981-985, 2002.
- MASTAN, S. A.; BEGUM, S. A.; AHMED, M. O.; SHAMSHAD, S. Mycotic infection in some economically important freshwater fishes. **World J. Pharm. Pharmaceut. Sci**, v. 4, n. 11, p. 1449-1456, 2015.
- MCKAY, D. L.; BLUMBERG, J. B. A review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (*Mentha piperita* L.). *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, v. 20, n. 8, p. 619-633, 2006.
- MEDEIROS, F. C. **Tanque-rede**: mais tecnologia e lucro na piscicultura. Cuiabá: Editora Cuiabá, 2002. 110 p.
- MERCANTE, C. T. J. MARTINS, Y. K.; CARMO, C. F.; OSTI, J. S.; PINTO, C. S. R. M.; TUCCI, A. Qualidade da água em viveiro de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização diurna de variáveis físicas, químicas e biológicas, São Paulo, Brasil. **Títulos não-correntes**, v. 21, n. 2, p. 79-88, 2007.
- MERTAS, A.; GARBUSIŃSKA, A.; SZLISZKA, E.; JURECZKO, A.; KOWALSKA, M.; KRÓL, W. The influence of tea tree oil (*Melaleuca alternifolia*) on *fluconazole* activity against *fluconazole* resistant *Candida albicans* strains. **BioMed Research International**, v. 2015, p. 9, 2015.
- MÜLLER, M. I.; ADRIANO, E. A.; CECCARELLI, P. S.; SILVA, M. R. M.; MAIA, A. A. M.; UETA, M. T. Prevalence, intensity, and phylogenetic analysis of *Henneguya piaractus* and *Myxobolus* cf. *colossomatis* from farmed *Piaractus mesopotamicus* in Brazil. **Diseases of Aquatic Organisms**, v. 107, n. 2, p. 129-139, 2013.
- NASCIMENTO, I. T. V. S.; **Avaliação da sanidade em cultivos de tilápias (*Oreochromis* sp.)**: Qualidade da água, alterações branquiais e identificação de espécies fúngicas. 2019. 111 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Aquáticos e Pesca) - Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, São Luís- MA, 2019.
- NGUGI, C. C.; OYOO-OKOTH, E.; MUCHIRI, M. Effects of dietary levels of essential oil (EO) extract from bitter lemon (*Citrus limon*) fruit peels on growth, biochemical, haemato-immunological parameters and disease resistance in Juvenile *Labeo victorianus* fingerlings challenged with *Aeromonas hydrophila*. **Aquaculture Research**, v. 48, n. 5, p. 2253-2265, 2017.
- OLIVEIRA, L. **Manual de qualidade da água para aquicultura**. Florianópolis: Alfakit, 2000. 14 p.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura**: fundamentos e técnicas de manejo. 1ª ed. Guaíba: Agropecuária, 1998. 211 p.
- PASTORE, G. M.; BICAS, J. L.; MARÓSTICA JR, M. R. **Biotecnologia de alimentos**. Rio

de Janeiro: Atheneu, 2013. 520 p.

PAULA, F.G. **Desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*), de pirapitinga (*Piaractus brachypomum*), e do híbrido tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*) mantidos em viveiros fertilizados, na fase de engorda.** Goiás, Brasil. 2009. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, Goiânia, 2009.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de Peixes: Profilaxia, diagnóstico e tratamento.** 3<sup>o</sup> ed. Maringá, EDUEM, 2008. 311 p.

PEKMEZCI, G. Z.; YARDIMCI, B.; BOLUKBAS, C. S.; BEYHAN, Y. E.; UMUR, S. Mortality due to heavy infestation of *Argulus foliaceus* (Linnaeus, 1758) (Branchiura) in pond-reared carp, *Cyprinus carpio* L., 1758 (Pisces). **Crustaceana**, p. 553-557, 2011.

PINHEIRO, C. A. M.; PINHEIRO, R. S.; SANTOS, W. H. L. S.; SERRA, I. M. R.; SANTOS, D. M. S. Qualidade da água e incidência de fungos em peixes oriundos de pisciculturas do município de São Luís-Maranhão. **Pesquisa em Foco**, v. 20, n. 1, 2015.

PRIETO, A.; OCAMPO, A. A.; FERNÁNDEZ, A.; PÉREZ, M. B. El empleo de medicina natural en el control de enfermedades de organismos acuáticos y potencialidades de uso en Cuba y México. **Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas**, v. 8, n. 1, p. 38-49, 2005.

RAISSY, M.; SOHRABI, H. R.; RASHEDI, M.; ANSARI, M. Investigation of a parasitic outbreak of *Lernaea cyprinacea* Linnaeus (Crustacea: Copepoda) in Cyprinid fish from Choghakhor lagoon. **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v. 12, n. 3, p. 680-688, 2013.

REIS, T. R.; BALDISSERA, M. D.; SOUZA, C. F.; BALDISSEROTTO, B.; SEGAT, J. C.; BARETTA, D.; SILVA, A. S. Addition of tea tree oil (*Melaleuca alternifolia*) in diet minimize biochemical disturbances in silver catfish *Rhamdia quelen* exposed to the antiparasitic amitraz. **Aquaculture**, v. 543, p. 736954, 2021.

RIBEIRO, P.F.; LEITE, L.A.; QUARESMA, F.S.; FARIAS, W.R.L.; SAMPAIO, A.H. Dietary supplementation with *Arthrospira platensis* in tambatinga (*Colossoma macropomum* × *Piaractus brachypomus*). **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, p. 600-608, 2019.

RIBEIRO, P. A. P.; MELO, D. C.; COSTA, L. S.; TEIXEIRA, E. A. Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce. Disponível em: <https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/EDITORIA/20131002140549.pdf>. Acesso em: 26 jul 2022.

RUSSELL, M.; SOUTHWELL, I. Monoterpenoid accumulation in *Melaleuca alternifolia* seedlings. **Phytochemistry**, v. 59, n. 7, p. 709-716, 2002.

SACCOL, E. M.; UCZAY, J.; PÊS, T. S., FINAMOR, I. A.; OURIQUE, G. M.; RIFFEL, A. P.; SCHMIDT, D.; CARON, B. O.; HEINZMANN, B. M.; LLESUY, S. F.; LAZZARI, R.; BALDISSEROTTO, B.; PAVANATO, M. A. Addition of *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown essential oil to the diet of the silver catfish: an analysis of growth, metabolic and blood parameters and the antioxidant response. **Aquaculture**, v. 416, p. 244-254, 2013.

SANTOS, V. G. **Própolis bruta em dieta para Tilápia-do-nilo e ação antimicrobiana frente à *Aeromonas hydrophila***. 2013. 102 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

SCHALCH, S. H. C.; TAVARES-DIAS, M.; ONAKA, E. M. Principais métodos terapêuticos para peixes em cultivo. In: TAVARES-DIAS, M. **Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo**, Macapá: EMBRAPA, 2009. p. 575-601.

SILVA, L. L.; ALMEIDA, R.; VERÍCIMO, M. A.; MACEDO, H. W.; CASTRO, H. C. Atividades terapêuticas do óleo essencial de *Melaleuca* (*Melaleuca alternifolia*) Uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of health review**, v. 2, n. 6, p. 6011-6021, 2019.

SILVA, N. C. C.; FERNANDES, J. A. Biological properties of medicinal plants: a review of their antimicrobial activity. **Journal of venomous animals and toxins including tropical diseases**, v. 16, n. 3, p. 402-413, 2010.

SIVARAM, V.; BABU, M. M.; IMMANUEL, G.; MURUGADASS, S.; CITARASU, T.; MARIAN, M. P. Growth and immune response of juvenile greasy grouper (*Epinephelus tauvina*) fed with herbal antibacterial active ingredient supplemented diets against *Vibrio* infections. **Aquaculture**, v. 237, p. 9-20, 2004.

SILVEIRA, E. S. **Fungos e leveduras na água e plantas macrófitas em decomposição da região estuarina da lagoa dos patos e praia do cassino, RS- Brasil**. 2012. 126 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2012.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O. et al. **Farmacognosia: da planta ao Medicamento**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. p. 467-495.

SINGH, K. **An illustrated manual on identification of some seed-borne *Aspergilli*, *Fusaria*, *Penicillia* and their mycotoxins**. Hellerup: Danish Government Institute of Seed Pathology and Department of Biotechnology, 1991. 133p.

SIQUEIRA, A. D. D. **Saprolegniose: Doença fúngica em peixes**. 41 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos, São João da Boa Vista, 2004.

SOUZA, C. F.; SALBEGO, J.; GRESSLER, L. T.; GOLOMBIESKI, J. I.; FERST, J. G.; CUNHA, M. A.; CUNHA, M. A.; HEINZMANN, B. M.; CARON, B. O.; GLANZNER, W. G.; GONÇALVES, P. B. D.; BALDISSEROTTO, B. *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824), submitted to a stressful condition: effect of dietary addition of the essential oil of *Lippia alba* on metabolism, osmoregulation and endocrinology. **Neotropical Ichthyology**, v. 13, p. 707-714, 2015.

SOUZA, C. F.; BALDISSERA, M. D.; SANTOS, R. C.; RAFFIN, R. P.; BALDISSEROTTO, B. Nanotechnology improves the therapeutic efficacy of *Melaleuca alternifolia* essential oil in experimentally infected *Rhamdia quelen* with *Pseudomonas aeruginosa*. **Aquaculture**, v. 473, p. 169-171, 2017.

SOUZA, C.F.; BALDISSERA, M.D.; BALDISSEROTTO, B.; HEINZMANN, B.M.;

- MARTOS-SITCHA, J.A.; MANCERA, J.M. 2019. **Essential oils as stress-reducing agents for fish aquaculture: A review.** *Frontiers in Physiology*, 10: 785.
- TALPUR, A. D. *Mentha piperita* (Peppermint) as feed additive enhanced growth performance, survival, immune response and disease resistance of Asian seabass, *Lates calcarifer* (Bloch) against *Vibrio harveyi* infection. **Aquaculture**, v. 420, p. 71-78, 2014.
- TAWWAB, A. M.; AHMAD, M. H.; SEDEN, M. E.; SAKR, S. F. Use of green tea, *Camellia sinensis* L., in practical diet for growth and protection of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), against *Aeromonas hydrophila* infection. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 41, p. 203-213, 2010.
- TELLI, G. S.; RANZANI-PAIVA, M. J. T.; DIAS, D. C.; SUSSEL, F. R.; ISHIKAWA, C. M.; TACHIBANA, L. Dietary administration of *Bacillus subtilis* on hematology and non-specific immunity of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised at different stocking densities. **Fish & shellfish immunology**, v. 39, n. 2, p. 305-311, 2014.
- THATCHER, V. E. Patologia de peixes da Amazônia Brasileira, 1. Aspectos gerais. **Acta Amazonica**, v. 11, p. 125-140, 1981.
- TORRES, L.; PINHEIRO, P. R. C. Reúso das águas tratadas por lodos ativados na aquíicultura. **Sanare, Revista Técnica da Sanepar**, v. 18, n. 18, p. 57-62, 2002.
- VAL, A. L.; MENEZES, A. C. L.; FERREIRA, M. S.; SILVA, M. D. N. P. D.; ARAÚJO, R. M.; VAL, V. M. F. D. A. Estresse em peixes: respostas integradas para a sobrevivência e a adaptação. In: SILVA-SOUZA, A. T. **Sanidade de organismos aquáticos no Brasil**. Maringá: ABRAPOA, 2006. p. 211-228.
- VALLADÃO, G. M. R.; GALLANI, S. U.; IKEFUTI, C. V.; CRUZ, C.; LEVY-PEREIRA, N.; RODRIGUES, M. V. N.; PILARSKI, F. Essential oils to control ichthyophthiriasis in pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg): special emphasis on treatment with *Melaleuca alternifolia*. **Journal of fish diseases**, v. 39, n. 10, p. 1143-1152, 2016.
- VALLADAO, G. M. R.; GALLANI, S. U.; PALA, G.; JESUS, R. B.; KOTZENT, S.; COSTA, J. C.; SILVA, T. F. A.; PILARSKI, F. Practical diets with essential oils of plants activate the complement system and alter the intestinal morphology of Nile tilapia. **Aquaculture research**, v. 48, n. 11, p. 5640-5649, 2017.
- VALLADÃO, G. M. R.; PÁDUA, S. B.; GALLANI, S. U.; MENEZES-FILHO, R. N.; DIAS-NETO, J.; MARTINS, M. L.; ISHIKAWA, M. M.; PILARSKI, F. *Paratrichodina africana* (Ciliophora): a pathogenic gill parasite in farmed Nile tilapia. **Veterinary Parasitology**, v. 197, n. 3-4, p. 705-710, 2013.
- VÁSQUEZ-TORRES, W. A. Pirapitinga: reprodução e cultivo. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editora UFMS, 2005. p. 203-224.
- VIEIRA, T. R.; BARBOSA, L. C.; MALTHA, C. R.; PAULA, V. F.; NASCIMENTO, E. A. Constituintes químicos de *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae). **Química Nova**, v. 27, p. 536-539, 2004.



WEI, J. Z.; LI, H.; YU, H. Ichthyophthiriasis: emphases on the epizootiology. **Letters in Applied Microbiology**, v. 57, n. 2, p. 91-101, 2013.

WILLIAMS, L. P. Antimicrobial activity of oil *Melaleuca* (tea tree oil). Its potential use in cosmetics and toiletries. **Cosmetics Aerosols Toiletries Australia**, v.4, n.4, p.12-22, 1990.

WILSON, R. P. Amino acids and proteins. In: Fish nutrition. San Diego: Academic press, 2003. p. 143-179.

ZAGO, D. C.; SANTOS, A. C.; LANES, C. F.; ALMEIDA, D. V.; KOAKOSKI, G.; ABREU, M. S.; ZEPPENFELD, C. C.; HEINZMANN, B. M.; MARINS, L. F.; BALDISSEROTTO, B.; BARCELLOS, L. J. G.; CUNHA, M. A. *Aloysia triphylla* in the zebrafish food: effects on physiology, behavior, and growth performance. **Fish physiology and biochemistry**, v. 44, n. 2, p. 465-474, 2018.

ZEPPENFELD, C. C.; HERNÁNDEZ, D. R.; SANTINÓN, J. J.; HEINZMANN, B. M.; CUNHA, M. A.; SCHMIDT, D.; BALDISSEROTTO, B. Essential oil of *Aloysia triphylla* as feed additive promotes growth of silver catfish (*Rhamdia quelen*). **Aquaculture Nutrition**, v. 22, n. 4, p. 933-940, 2016.

ZHENG, Z. L.; TAN, J. Y.; LIU, H. Y.; ZHOU, X. H.; XIANG, X.; WANG, K. Y. Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v. 292, n. 3-4, p. 214-218, 2009.