



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

**SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Melaleuca alternifolia*
SOBRE O CRESCIMENTO E PARAMETROS BIOQUÍMICOS DE *Hypostomus jhonii***

Aluno: Ismael Oliveira da Conceição
Orientadora: Prof. Dra. Jane Mello Lopes

CHAPADINHA-MA
Julho de 2022

ISMAEL OLIVEIRA DA CONCEIÇÃO

**SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Melaleuca alternifolia*
SOBRE O CRESCIMENTO E PARAMETROS BIOQUÍMICOS DE *Hypostomus jhonii***

Monografia apresentada ao Curso de Zootecnia do Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, para a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof. Dra. Jane Mello Lopes

CHAPADINHA-MA

Julho de 2022

ISMAEL OLIVEIRA DA CONCEIÇÃO

**SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Melaleuca alternifolia*
SOBRE O CRESCIMENTO E PARÂMETROS BIOQUÍMICOS DE *Hypostomus jhonii***

Aprovado em / /

Profa. Dra. Jane Mello Lopes
Orientadora (UFMA)

Prof Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim
Membro Interno (UFMA)

MSc Antonia Francisca Lima Cardoso
Membro Externo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por possibilitar a realização de mais uma conquista e por estar comigo em todos os momentos da minha vida. Agradeço também a minha família, amigos e todos que estiveram envolvidos na realização deste trabalho.

De forma especial, quero agradecer meus pais, Itamar Barbosa da Conceição e Francisca Maria de Oliveira da Conceição, pelo apoio, confiança, conselhos, carinho e por acreditar que esse momento seria possível.

Agradeço à minha orientadora, profa. Dra. Jane Mello Lopes, pela disponibilidade, sugestões, confiança, paciência e pelos ensinamentos, pois além de ter contribuído com a minha formação acadêmica, foi também fundamental para realização e conclusão deste trabalho.

Ao prof. Dr. Jeferson Siqueira e ao MSc Rafael Marchão da Silva, pelo auxílio nas análises estatísticas. Agradeço também os docentes, Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, Dr. Alecio Matos, Dr. Zinaldo Firmino, Dr. Henrique Nunes, Dra. Rosane Rodrigues e todos os docentes, técnicos e funcionários em geral do Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão. Aos membros da banca avaliadora deste trabalho, Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim e MSc Antonia Francisca Lima Cardoso pela participação e valiosas sugestões.

Agradeço aos amigos e colegas do grupo Pescado, pelo convívio, ajuda mútua, espírito colaborativo e troca de conhecimento compartilhado durante a realização desse projeto de pesquisa. A todos os colegas e amigos do centro de ciências de chapadinha, pelo apoio, palavras de incentivo e pelo convívio durante todo esse período de graduação.

Enfim, quero agradecer a todos aqueles que contribuíram diretamente e indiretamente para a realização e conclusão deste trabalho e pela participação na finalização de mais essa etapa da minha vida. Muito obrigado a todos vocês!

RESUMO

Em sistemas de cultivo é importante propiciar meios que favoreça o desempenho zootécnico dos peixes e neste sentido os aditivos fitogênicos na forma de óleos essenciais vêm ganhando cada vez mais destaque. Neste contexto, objetivou-se com esse estudo avaliar a adição do óleo essencial de *M. Alternifolia* em dietas sobre o desempenho produtivo e metabólico em cascudos (*Hypostomus johnii*). O delineamento utilizado foi em blocos casualizado (DBC), com quatro tratamentos (0,0; 1,0; 2,0; 3,0 ml/kg de ração), cinco repetições e seis animais por unidade experimental. As variáveis analisadas foram: ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), fator de condição (FC), índice hepatossomático (IHS) e taxa de sobrevivência (S) durante um período de 60 dias. Ao final do experimento os animais foram sacrificados para retirada do fígado para a determinação das proteínas totais e glicogênio. O óleo essencial da *M. Alternifolia* não apresentou efeitos significativos sobre o ganho de peso, taxa de crescimento específica, fator de condição, sobrevivência e proteínas totais no fígado de *Hypostomus johnii*, mas alterou o índice hepatossomático e induziu uma redução no glicogênio hepático. Portanto, o uso do óleo essencial de *M. Alternifolia* nas diferentes concentrações testadas não apresentam benefícios positivos que justifique sua utilização como melhorador de desempenho em dieta de *Hypostomus johnii*.

Palavras Chaves: Árvore do chá, Aditivo alimentar, Desempenho, Cascudo.

ABSTRACT

In cultivation systems it is important to provide means that favor the zootechnical performance of fish and in this sense phytogetic additives in the form of essential oils are gaining more and more prominence. In this context, The objective of this study was to evaluate the addition of *M. Alternifolia* essential oil in diets on productive and metabolic performance in catfish (*Hypostomus johnii*). The design used was in randomized blocks (DBC), with four treatments (0.0; 1.0; 2.0; 3.0 ml/kg of feed), five replications and six animals per experimental unit. The variables analyzed were: weight gain (WG), specific growth rate (TCE), condition factor (FC), hepatosomatic index (HSI) and survival rate (S) during a period of 60 days. At the end of the experiment, the animals were sacrificed to remove the liver for the determination of total proteins and glycogen. *M. Alternifolia* essential oil had no significant effects on weight gain, specific growth rate, condition factor, survival and total proteins in the liver of *Hypostomus johnii*, but altered the hepatosomatic index and induced a reduction in liver glycogen. Therefore, the use of *M. Alternifolia* essential oil in the different concentrations tested does not present positive benefits that justify its use as performance enhancers in the diet of *Hypostomus johnii*.

Keywords: Tea Tree, Food Additive, Performance, Shellfish.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Folhas de <i>Melaleuca alternifolia</i>	14
Figura 2 – Espécie <i>Hypostomus johnii</i>	15
Figura 3 - IHS dos cascudos ao final de 60 dias de suplementação com o óleo essencial de <i>M. alternifolia</i> e com 5 dias de restrição alimentar.....	21
Figura 4- Glicogênio (A) e proteínas totais (B) no fígado de cascudo, alimentos com rações contendo diferentes níveis de óleo de <i>Melaleuca</i> durante 60 dias.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição dos principais constituintes do óleo essencial de <i>M. alternifolia</i> utilizado no experimento com <i>Hypostomus johnii</i>	17
Tabela 2 - Parâmetros de crescimento do cascudo alimentados com ração contendo diferentes concentrações do óleo essencial de <i>M. alternifolia</i> em 30 e 60 dias de experimento.....	20

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	9
2 – OBJETIVOS.....	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3 - REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 ÓLEOS ESSENCIAIS	12
3.2 TEA TREE (<i>MELALEUCA ALTERNIFOLIA</i>).....	13
3.3 GÊNERO <i>HYPOSTOMUS</i>	14
3.4 QUALIDADE DA ÁGUA	15
4 - MATERIAL E MÉTODO.....	17
4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO	17
4.2 RAÇÃO EXPERIMENTAL	17
4.3 PROTOCOLO EXPERIMENTAL	18
4.3.1 Avaliação dos parâmetros de desempenho zootécnico	19
4.4 BIOMETRIA	19
4.5 ANÁLISE DA ÁGUA	19
4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	19
5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
5.1 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO	20
5.2 PARÂMETROS METABÓLICOS	22
5.3 PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA.....	24
7 – CONCLUSÃO	26
8 – REFERÊNCIAS.....	27

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil fica localizado em uma área do globo terrestre que favorece o desenvolvimento da piscicultura, pois além da extensa bacia hidrográfica, o clima contribui com o desenvolvimento de diversas espécies que podem ser cultivadas em diferentes regiões do país (AYROZA, 2009).

Apesar das boas condições climáticas e alta disponibilidade de água, a produção de peixe ainda é baixa, no entanto com o aumento da demanda de alimentos associado a maior procura pelo pescado, essa realidade pode mudar nos próximos anos (SOUZA, 2020). Com isso há a necessidade de adotar estratégias e desenvolver tecnologias que propicie o desenvolvimento não só de espécies exóticas, mas também as nativas e de ocorrência regionais (VICENTE, 2014; XIMENES, 2021).

Hypostomus johnii é uma espécie nativa com ocorrência nas bacias hidrográficas do Nordeste brasileiro, principalmente os afluentes do rio Parnaíba nos estados do Piauí e Maranhão (COSTA et al., 2022). Esta espécie habita majoritariamente ecossistemas dulcícolas, desde ambientes lênticos com sedimento lamoso até habitats com fortes correntezas e alto fluxo de oxigênio, chegando inclusive a habitar águas salobras estuarinas (CASATTI et al., 2005). São considerados detritívoros, mas vários outros itens também podem complementar a dieta em pequenas proporções (OLIVEIRA & ISAAC, 2013). Dentre as espécies nativas, o cascudo se destaca por possuir uma alta rusticidade, o que permite ser cultivado sobre diferentes situações de manejo (CASATTI et al., 2005).

Em sistemas de cultivo é importante propiciar meios que favoreça o desempenho zootécnico dos peixes e neste sentido os aditivos fitogênicos na forma de extratos vegetais e óleos essenciais vêm ganhando cada vez mais destaque e atraindo a atenção de muitos pesquisadores, principalmente devido aos benefícios positivos na produção animal, pois diversos estudos têm mostrado a eficácia no desempenho e na viabilidade econômica desses compostos naturais sobre diferentes espécies e categoria animal (SUZUKI et al., 2008; CLAUDIANO et al., 2009; CHILANTE et al., 2012; SANTOS et al., 2013).

Dentre os fitoterápicos mais utilizados, o óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* vem se destacando, principalmente devido a sua ação antimicrobiana, pois quando presente na dieta e em quantidades adequadas, podem trazer inúmeros

benefícios à saúde do animal como por exemplo no aumento da imunidade segundo Valladão et al. (2017).

2 – OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a adição do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* em dietas sobre o desempenho produtivo e parâmetros metabólico em cascudos (*Hypostomus johnii*).

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Verificar se a adição do óleo essencial de *M. alternifolia* em dieta de *H. johnii* altera o ganho de peso, a taxa de crescimento específica, fator de condição, índice Hepatosomático e taxa de sobrevivência na espécie;
- ✓ Avaliar o efeito do óleo essencial de *M. alternifolia* nas dietas sobre parâmetros bioquímicos de *H. johnii*;
- ✓ Avaliar a qualidade da água de cultivo durante o uso *M. alternifolia* nas dietas de *H. johnii* em 60 dias de cultivo.

3 - REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Óleos essenciais

A utilização de óleos essenciais tem sido cada vez mais frequente no cultivo de organismos aquáticos e terrestres, no entanto, o conhecimento sobre o mecanismo de ação ainda é escasso, havendo a necessidade de desenvolver novos estudos a fim de validar sua eficácia em diferentes espécies e categorias de animais (SILVA, 2018).

Os óleos essenciais são compostos extraídos de partes de plantas e dependendo dos princípios ativos encontrados nessa estrutura vegetal esse pode desempenhar um importante papel na produção animal (TOLEDO et al., 2007; BONA et al., 2012; CAMPAGNOLO et al., 2013).

Essas substâncias quando adicionado a ração podem trazer inúmeros benefícios, visto que, alguns compostos encontrados em algumas plantas permite um melhor equilíbrio da flora microbiana, convertendo isso em melhorias a saúde intestinal, o que resulta em uma maior absorção dos nutrientes e conseqüentemente melhorias no desempenho animal (MOHAMED et al., 2014). É em função dos efeitos benéficos, que essas substâncias têm sido bastante utilizadas atualmente, sendo uma matéria prima de grande importância na indústria farmacêutica, alimentícia, higiene e limpeza entre outras (PEREIRA et al., 2014).

Estudos têm demonstrado que a inclusão dos óleos essenciais de diferentes espécies de plantas (*Citrus sinensis* (L.), *Allium sativum* (L.) *Origanum vulgare* na alimentação de organismos aquáticos tem aumentado o desempenho animal, o que torna uma alternativa viável a substituição dos antibióticos como promotores de crescimento, visto que os compostos naturais se traduzem em uma alternativa economicamente mais viável e que não causam impactos ambientais (NDONG & FALL, 2011; ACAR et al., 2015; HELUY, 2019).

Dentre as plantas com potencial de utilização, a *M. alternifolia* vem se destacando, principalmente devido a sua ação antimicrobiana, pois quando presente na dieta e em quantidades adequadas, podem trazer inúmeros benefícios à saúde do animal como por exemplo no aumento da imunidade (VALLADÃO et al., 2017).

3.2 Tea Tree (*Melaleuca alternifolia*)

A Tea Tree (*Melaleuca alternifolia*) também conhecida como “árvore do chá”, é uma planta pertencente à família Myrtaceae e que devido seus efeitos terapêuticos tem sido alvo de diversos estudos ao redor do mundo, pois os princípios ativos encontrados em suas estruturas vegetais têm se mostrado como uma excelente fonte alternativa aos antibióticos (RUSSELL et al., 2003; NEPOMOCENO et al., 2020).

A *Melaleuca alternifolia* é um arbusto nativa da Austrália, mas devido seus efeitos positivos como fitoterápico, essa planta tem sido cultivada por vários países incluindo o Brasil, sendo encontrada nas regiões sul e sudeste brasileira (JESUS et al., 2007). O processo de extração do óleo ocorre principalmente por destilação a vapor e a parte anatômica da planta que vem se destacando é a folha, onde é extraído o óleo essencial com seus principais princípios ativos responsáveis pelas propriedades microbianas (KIM et al., 2004; SOUZA et al., 2016; BALDISSERA et al., 2017).

Os compostos encontrados no óleo de *M. alternifolia* são diversos, no entanto, os monoterpenos têm sido o principal alvo dos estudos (CARSON et al., 2006). O terpinen-4-ol é o principal constituinte e mais estudado devido sua alta concentração e por apresentar as propriedades antimicrobianas e anti-inflamatória (COX et al., 2001; GAROZZO et al., 2009; SILVA et al., 2019). Outro constituinte ativo encontrado em grande concentração em suas folhas é o 1,8-cineol, considerado um alérgeno (propriedade indesejada), e que foi relatado que a nível comercial o óleo apresente um limite máximo de 15% desse composto (CARSON et al., 2006).

Na piscicultura, esses compostos podem ter efeito sobre o desempenho do animal, pois em quantidades ideais, podem melhorar a saúde do trato gastrointestinal e conseqüentemente permitir um melhor aproveitamento alimentar (VALLADÃO, 2018; SOUZA et al., 2019). Trabalhos têm mostrado que a suplementação com óleo essencial de *melaleuca*, tem inibido as micotoxinas que estão presentes nos alimentos de origem vegetal, sendo que essas defesas antioxidantes podem resultar em melhorias de desempenho animal (BALDISSERA et al., 2019; SOUZA et al., 2019).

Liu et al., (2022) avaliando a eficácia do óleo de *melaleuca* na dieta de *Macrobrachium rosenbergii* submetido a alto nível de estresse por amônia, perceberam que a suplementação com 100 mg/kg óleo essencial de *M. alternifolia* foi suficiente para observar melhorias de desempenho. Além disso, verificaram também

que a taxa de sobrevivência foi significativamente melhorada quando comparado com o grupo controle.



Figura 1 – Folhas de *Melaleuca alternifolia* (Fonte: Safari Garden)

3.3 Gênero *Hypostomus*

O gênero *Hypostomus* popularmente conhecido como “cascudo” é caracterizado por possuir o corpo coberto por placas, boca em forma ventosa e dentes usados para raspar algas e detritos orgânicos de superfícies duras (MACIEL, 2019). *Hypostomus johnii* é uma espécie nativa com ocorrência nas bacias hidrográficas do Nordeste brasileiro, principalmente os afluentes do rio Parnaíba (COSTA et al., 2022). Além disso, habitam majoritariamente ecossistemas dulcícolas, desde ambientes lênticos com sedimento lamoso até habitats com fortes correntezas e alto fluxo de oxigênio, chegando inclusive a habitar águas salobras estuarinas (CASATTI et al., 2005). São considerados detritívoros, mas vários outros itens também podem complementar a dieta em pequenas proporções (OLIVEIRA & ISAAC, 2013). De forma geral, toda a família loricariidae, incluindo a espécie *H. johnii* possuem hábito noturno (MARTINEZ, 2009). Esse peixe também consegue se manter por longos períodos fora do ambiente aquático, isso ocorre devido às trocas gasosas realizadas por seu estômago, o que difere da maioria dos organismos aquáticos que depende exclusivamente da respiração branquial (COSTA, 2020).

Muitas das espécies desse gênero são usadas como base alimentar das regiões ribeirinhas e também são usadas para fins ornamentais (GUIMARÃES et al., 2021; MEZZOMO, 2019). Dentre as espécies presente no gênero, o *Hypostomus johnii* se destaca por possuir uma grande importância para a região nordestina, pois

apesar de ser uma espécie que não é explorada comercialmente, essa apresenta uma grande importância ecológica, contribuindo com o equilíbrio da fauna de água doce das principais bacias hidrográficas do nordeste brasileiro (BRANDÃO et al., 2018).

Apesar da importância ecológica dessa espécie, poucas informações são encontradas na literatura em relação ao cultivo, havendo a necessidade de mais estudos voltados para nutrição e o desempenho zootécnico, a fim de propiciar estratégias de desenvolvimento e conservação do patrimônio genético dessa espécie, que mesmo não se encontrando em nenhum grupo de risco de extinção, a pesca ilegal pode representar um problema futuro e coloca em risco a segurança da espécie (RAMOS et al., 2017).



Figura 2 – Espécie *Hypostomus johnii* (Fonte: Jane Lopes)

3.4 Qualidade da água

Os parâmetros físico químicos da água como temperatura, turbidez, salinidade, dureza, pH, amônia e oxigênio dissolvido são de suma importância para o cultivo dos diferentes organismos aquáticos (LEIRA et al., 2017). Esses parâmetros podem influenciar no ganho de peso, na sobrevivência e no metabolismo do animal (CANDIDO et al., 2006). Portanto, é importante que esses parâmetros estejam dentro dos padrões considerados ideais para a espécie a ser cultivada.

No ambiente aquático, a temperatura é um dos fatores mais importantes, pois pode influenciar no metabolismo dos peixes e conseqüentemente determinar o desempenho do animal. Cada espécie possui uma faixa considerada ótima para o seu melhor desempenho e conforto, no entanto, os peixes de ocorrência em ambiente

tropical, apresenta uma faixa ótima em torno de 25 a 32°C (PIEDRAS et al., 2004; FRASCÁ-SCORVO et al., 2001).

Manter o pH próximo a neutralidade (6,0-7,0) e o oxigênio dissolvido na água acima de 5mg/L, são fundamentais e podem determinar o sucesso do empreendimento aquícola (BALDISSEROTTO, 2002; AMÉRICO et al. 2013; SANTOS, et al., 2020). Nesse sentido, para que o animal apresente um bom índice de crescimento, é importante garantir as exigências quanto aos parâmetros de qualidade da água, pois variações bruscas podem limitar o desempenho ou resultar em perdas econômicas proveniente das altas taxas de mortalidade no ambiente de cultivo (LOURENÇO et al., 1999).

4 - MATERIAL E MÉTODO

4.1 Local do experimento

O experimento foi realizado no Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) (03° 44 '17"S e 43° 20' 29"W e altitude de 107 m). O clima da região é classificado como tropical úmido (SELBACH et al., 2008) e temperatura média anual superior a 27°C (PASSOS et al., 2016).

O experimento foi conduzido de acordo com as normas éticas de pesquisa com animais, sobre aprovação no CEUA/UFMA, registro nº23115.004974/2016-46.

4.2 Ração experimental

Os tratamentos tiveram como base uma ração comercial com 32% de proteína bruta (PB) que antes do uso foi peletizada e em seguida adicionado o óleo de *M. alternifolia*. A preparação da dieta foi realizada com base na metodologia descrita por Dairiki et al. (2013), onde utilizou o álcool de cereais como diluente do óleo (100ml de álcool para cada kg de ração). Após a diluição do óleo de *Melaleuca* ao álcool de cereais, o mesmo foi borrifado nas rações referentes aos 4 tratamentos testados (Controle 0,0; 1,0; 2,0 e 3,0 ml do óleo/kg de ração).

O óleo de *M. alternifolia* utilizado no experimento com os cascudos foi obtido de uma empresa comercial. A composição química do óleo de acordo como laudo da empresa pode ser observada na tabela 1.

Tabela 1 - Composição dos principais constituintes do óleo essencial de *M. alternifolia* utilizado no experimento com *Hypostomus johnii*.

Composto	(%) relativo
α-Terpineno	10,26
Cimeno	3,13
Limoneno	1,75
Eucaliptol	4,62
γ-Terpineno	20,01
Terpinoleno	5,82
Terpinen-4-ol	45,85

α -Terpineol	3,85
Outros	4,71
Total	100

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%.

4.3 Protocolo experimental

Foi utilizado 120 juvenis de cascudo ($40,83 \pm 15,99\text{g}$ e $15,72 \pm 2,17\text{ cm}$) que foram doados por uma piscicultura da região. No setor de piscicultura, durante 10 dias os peixes ficaram alojados para aclimação antes do experimento em caixas plásticas com renovação constante de água e aeração. Durante este período os animais receberam a ração comercial 2 vezes ao dia.

Após este período os animais foram distribuídos aleatoriamente nas unidades experimentais composta por 20 caixas plásticas de 150L em um sistema de recirculação de água com aeração constante. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC) em função dos diferentes pesos, com quatro tratamento e cinco repetições ($n=6$) onde os tratamentos testados foram: controle (ração sem adição do óleo de *Melaleuca*); 1,0 ml do óleo/kg de ração; 2,0 ml do óleo/kg de ração e 3,0 ml do óleo/kg de ração.

Foi determinado o efeito dos respectivos tratamentos sobre as variáveis de ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), fator de condição (FC), índice hepatossomático (IHS) e taxa de sobrevivência (S) durante 60 dias.

O fornecimento da ração aos peixes ocorreu diariamente, uma única vez ao dia (às 17:00) durante todo período experimental. Sendo que a quantidade de ração foi fornecida à vontade até a saciedade aparente.

Ao final do experimento um grupo de cada tratamento ($n= 5$) foram sacrificados, para a retirada do fígado e determinação do IHS, das proteínas totais e o glicogênio. As proteínas totais foram determinadas através do kit comercial da LABTEST® (Lagoa Santa-MG, Brasil) e o glicogênio hepático foi determinado de acordo com Bidinotto et al. (1997).

4.3.1 Avaliação dos parâmetros de desempenho zootécnico

Os parâmetros de desempenho zootécnicos avaliados foram:

- ✓ 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: $(\text{TS}\% = (\text{n}^\circ \text{ final de peixes} \times 100 / \text{n}^\circ \text{ inicial de peixes}))$.
- ✓ Índice hepatossomático (IHS): $(\text{Peso do Fígado}) / (\text{Peso}) \times 100$

4.4 Biometria

No início e ao final de 30, 60 dias do experimento foram realizado biometria individual dos animais para coleta de dados que foram utilizados nos cálculos de desempenho zootécnico.

4.5 Análise da água

Os parâmetros físico-químicos da água foram mensurados durante todo o experimento, sendo feito a aferição da temperatura diariamente 2 vezes ao dia (manhã e tarde). A avaliação do nível de oxigênio da água, do pH e da amônia total foi feita semanalmente, utilizando um oxímetro microprocessado AT-160 (marca Alfakit), o pH com pHmetro digital (marca Alfakit) e a amônia com kit colorimétrico.

4.6. Análise estatística

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro Wilk, $p < 0,05$) e homocedasticidade (Levane, $p < 0,05$) e posteriormente a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK, $p < 0,05$). Os parâmetros bioquímicos foram avaliados por regressão linear e quadrática utilizando o pacote estatístico SAS.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Desempenho zootécnico

Não foi observado diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis de ganho de peso, taxa de crescimento específica, fator de condição e sobrevivência ao final de 30 e 60 dias do período experimental (Tabela 2).

Tabela 2 - Parâmetros de crescimento do cascudo alimentados com ração contendo diferentes concentrações do óleo essencial de *M. alternifolia* em 30 e 60 dias de experimento.

	Dieta (mL EO kg/ dieta)			
	0,0	1,0	2,0	3,0
PI	40,51±15,32	40,38±15,31	41,41±15,79	41,31±15,81
CI	15,68±2,19	15,73±2,16	15,70±2,22	15,75±2,11
30 Dias				
GP	3,00±0,78	3,42±0,73	3,21±0,47	3,37±0,91
TCE	0,26±0,09	0,30±0,08	0,28±0,09	0,26±0,10
FC	0,95±0,05	0,94±0,04	0,96±0,03	0,96±0,03
S (%)	100	100	100	100
60 Dias				
GP	6,30±1,23	6,31±1,64	6,26±1,07	6,09±1,21
TCE	0,53±0,13	0,52±0,15	0,52±0,15	0,49±0,15
FC	0,98±0,05	1,00±0,06	0,97±0,05	0,98±0,03
IHS	0,72±0,38 ^b	1,06±0,44 ^{ab}	1,23±0,31 ^a	1,40±0,52 ^a
S (%)	100	100	100	100

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. * Letras diferentes nas linhas significam diferença estatística entre os tratamentos.

Contrário aos nossos resultados, Reis et al. (2021) demonstrou a eficácia do óleo essencial de *M. alternifolia* em dieta de juvenis de Jundiá *Rhamdia quelem*, observando uma melhora significativa no ganho de peso dos animais após serem submetidos ao antiparasitário amitraz e tratados com 1,0 ml/kg do óleo na dieta. Os mesmos autores relataram que, o óleo essencial dessa planta minimizou os danos oxidativos causado pelo amitraz. Essa diferença entre os dois estudos pode ser

atribuída a forma de administração, espécies-alvo, e idade dos indivíduos, que explicam as variações nas respostas observadas para o seu uso (CAMPAGNOLO et al. 2013).

Em relação ao índice hepatossomático foi observado uma relação dose-resposta do óleo essencial de *M. alternifolia* na dieta com um crescimento linear em relação ao grupo controle (Figura 3). Os tratamentos com 2,0 ml e 3,0 ml/kg de ração, apresentaram um maior índice quando comparado com o grupo controle e o que recebeu 1,0 ml ml/kg de ração.

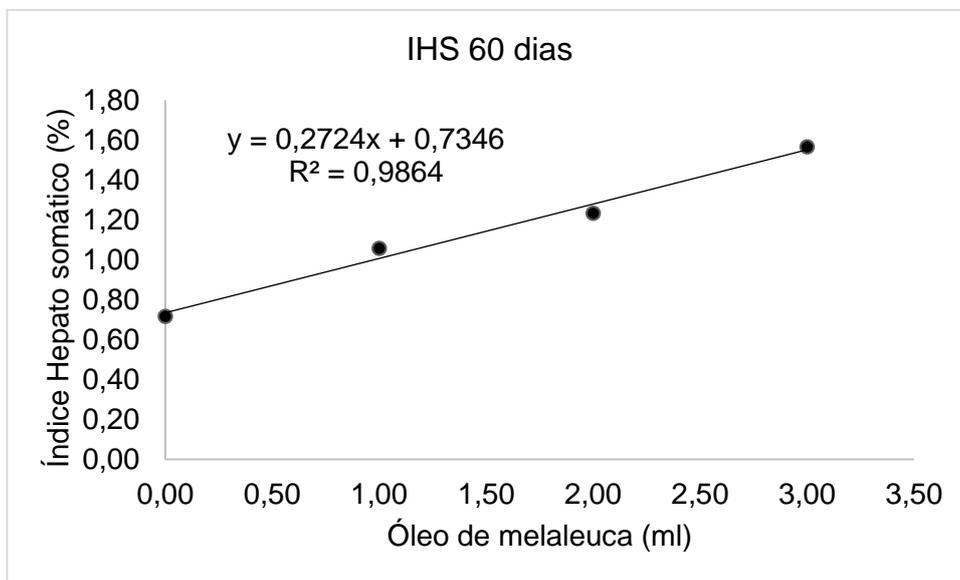


Figura 3 - IHS dos cascudos ao final de 60 dias de suplementação com o óleo essencial de *M. alternifolia* e com 5 dias de restrição alimentar.

O aumento do IHS pode ter relação com a maior absorção dos nutrientes dietéticos, pois para Mohamed et al. (2014), os óleos essenciais são compostos que atuam na microflora, melhorando a saúde intestinal o que resultam em maior absorção dos nutrientes e de sua assimilação pelo fígado. Esses resultados também foram relatados por Liu, et al. (2021), que perceberam alterações na altura e largura das vilosidades intestinais de camarões (*Macrobrachium rosenbergii*), indicando uma maior absorção dos nutrientes dietéticos após serem suplementados com o óleo essencial da *M. alternifolia*.

De acordo com Heluy (2019), o desempenho produtivo está relacionado a microflora intestinal e a capacidade de absorção de nutrientes pelas microvilosidades no intestino. Nesse sentido, é importante garantir que o animal tenha capacidade de

absorver os nutrientes dietéticos para assim converter em melhorias de desempenho (FERREIRA et al., 2014; MOHAMED, et al., 2014), sendo que os nutrientes absorvidos no trato gastrointestinal (TGI) pode ser utilizado tanto de forma imediata para formação de tecido muscular e manutenção do animal, como também pode ser armazenado como reserva energética na forma de glicogênio e lipídio, o que pode alterar a estrutura desse órgão (LOVATTO & SAUVANT, 2001).

Não ocorreu mortalidade durante o período experimental, ou seja, a taxa de sobrevivência foi de 100% em todos os tratamentos. Recomenda-se que novos estudos para avaliar a espécie submetida a desafios sanitários frente a algum patógeno que possa lhes causar dano incluindo mortalidade, pois de acordo com Souza et al. (2016), o óleo essencial de *Melaleuca* com seus principais princípios ativos, pode exercer efeito sobre patógenos presentes no ambiente de cultivo.

5.2 Parâmetros metabólicos

Ao final dos 60 dias de experimento, os níveis de glicogênio hepático diminuíram com o aumento das concentrações do óleo testado na dieta dos peixes (figura 4A). Observou-se diferenças significativas para glicogênio hepático ($p < 0,05$) entre os diferentes tratamentos.

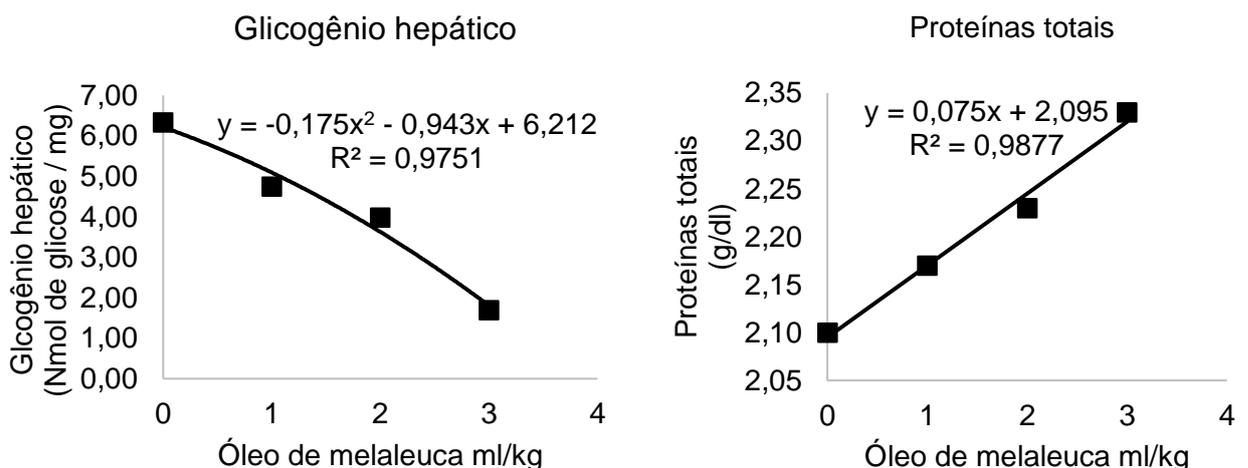


Figura 4- Glicogênio (A) e proteínas totais (B) no fígado de cascudo, alimentos com rações contendo diferentes níveis de óleo de *Melaleuca* durante 60 dias.

O fígado é descrito como um órgão multifuncional que atua tanto na desintoxicação, como também no metabolismo de aminoácidos, carboidratos e gorduras dos peixes (SALES et al., 2017). Nesse sentido, as alterações hepáticas podem ser um importante indicativo de um possível desbalanceamento nutricional, sendo que o aumento do fígado pode estar relacionado tanto com a elevação de glicogênio como também de gordura hepática (BEZERRA et al., 2014).

Não foi possível quantificar o índice de gordura corporal neste estudo, mas acredita-se que o aumento no Índice hepatossomático está relacionado com a maior deposição de gordura, pois as análises bioquímicas no fígado mostraram uma queda gradativa do glicogênio hepático após a suplementação com o óleo essencial.

O glicogênio hepático é a forma de reserva de glicose utilizada pelos animais (BARCELLOS et al., 2010), que é liberada na corrente sanguínea quando os animais estão em situação de hipoglicemia, situação que pode ocorrer tanto em função do estresse ambiental como também pode estar relacionada com alteração na alimentação animal (Lundstedt et al., 2004; Almeida et al., 2011).

Neste estudo foi utilizado uma ração comercial com 32% de PB e talvez este nível seja acima do requerido para a espécie, uma vez que as necessidades nutricionais desses animais ainda são desconhecidas. Os dados disponíveis sobre a ecologia trófica de peixes do gênero *Hypostomus* indicam que essas espécies se alimentam principalmente de detritos (OLIVEIRA & ISAAC, 2013). Portanto, os resultados encontrados no presente trabalho podem indicar que o óleo essencial de *M. alternifolia* possibilitou uma melhor absorção dos nutrientes dietéticos. No entanto, devido ao possível excesso de proteína na dieta dos cascudos, o excedente de nutrientes foi armazenado como gordura hepática, o que provocou a queda do glicogênio hepático para manter a alta demanda energética no processo de catabolização dos aminoácidos. Resultados semelhantes também foram encontrados por Lundstedt et al., (2004), que perceberam redução do glicogênio hepático, com aumento da concentração de proteína bruta na dieta de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*).

Além das alterações no glicogênio hepático, foi possível observar uma tendência de aumento das proteínas totais no fígado dos peixes com o aumento das concentrações do óleo testado (Figura 4 B). Esse aumento das proteínas totais, possivelmente está relacionada com o aumento da globulina, que é uma proteína imunológica produzida pelo fígado (FRACALOSI & CYRINO, 2013). Esses

resultados também foram observados por Valladão et al., (2017), onde perceberam um aumento significativo para proteína total e globulina após a suplementação com o óleo de *melaleuca* em dieta de tilápia do Nilo, por um período de 60 dias, indicando que os princípios ativos encontrados no óleo podem melhorar a imunidade do animal.

Segundo Cesarato et al., (2004) o estresse oxidativo, que é provocado pela produção de radicais livres prejudica as macromoléculas como lipídeos e proteínas que são fundamentais para o desenvolvimento do organismo humano e animal. Nesse sentido, Baldissera et al., (2017) avaliando a eficácia do óleo essencial da *melaleuca* em *Rhamdia quelen* infectadas com *Aeromonas hydrophila*, perceberam que o tratamento profilático com o óleo foi capaz de prevenir danos lipídicos e proteínas no fígado dos peixes infectado. Nesse sentido, podemos sugerir que a tendência de aumento para proteínas totais observada nesse trabalho, pode ter relação com o efeito antioxidante do óleo suplementado na dieta dos peixes. No entanto, novos estudos com cascudo devem ser realizados para testar o efeito tanto antioxidante como imunoestimulante desse óleo frente a um desafio ambiental.

5.3 Parâmetros de qualidade de água

A temperatura da água é um dos parâmetros mais importantes no cultivo dos organismos aquáticos, pois variações anormais podem influenciar no metabolismo do peixe e conseqüentemente em seu desenvolvimento (BALDISSEROTTO, 2002). Os valores registrados no presente trabalho (25,3°C pela manhã e 27,7°C à tarde) estão de acordo com o que preconiza a literatura como adequada para peixes de ambiente tropical, sendo recomendado valores entre 25 a 32°C para o melhor desempenho dos animais (PAULA, 2009).

Também se observou pequenas oscilações no oxigênio dissolvido na água e no pH, onde as médias encontradas foram de $7,1 \pm 0,95$ mg/L e $6,8 \pm 0,2$, respectivamente. Em relação a amônia total, a média encontrado foi de $0,25 \pm 0,03$ mg L⁻¹ e amônia não ionizada $0,08 \pm 0,02$ mg L⁻¹. Apesar das variações nos parâmetros de qualidade da água, foi possível observar que os valores encontrados se mantiveram dentro da faixa ideal para a maior parte das espécies de clima tropical (BALDISSEROTTO, 2002; SANTOS, et al., 2020). Importante salientar que durante todo o experimento os animais foram mantidos em um sistema de aeração constante e foi realizada a limpeza das caixas diariamente. De acordo com os resultados

encontrados nesse trabalho, podemos concluir que os parâmetros de qualidade da água, não afetaram o desempenho dos animais durante os 60 dias de suplementação com o óleo essencial de *M. alternifolia*.

7 – CONCLUSÃO

O uso do óleo essencial de *M. Alternifolia* nas diferentes concentrações testadas não apresentam benefícios positivos que justifique sua utilização como melhorador de desempenho em dieta de *Hypostomus johnii*.

8 – REFERÊNCIAS

AYROZA, L.M.S. **Criação de tilápia-do-nilo, oreochromis niloticus, em tanques-rede, na usina hidrelétrica de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR. 2009.** Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

AMÉRICO, J.H.P.; TORRES, N. H.; MACHADO, A. A.; CARVALHO, S. L. Piscicultura em tanques-rede: impactos e consequências na qualidade da água. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 6, n. 7, p. 137-150, 2013.

ACAR, U.; KESBIÇ, O.S.; YILMAZ, S.; GULTEPE. N.; TURKER. 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**, [S.l.], v. 437, p. 282–286, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.12.015>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848614006383?via%3Dihub> Acesso em: 08 Abr. 2022.

ALMEIDA L.C., AVILEZ I.M., HONORATO C.A. & MORAES G. Growth and metabolic responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed diets level of protein and lipid. **Aquaculture. Nutrition**, v. 17, p. 283-262, 2011.

BALDISSEROTTO, B. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Santa Maria: Ed. UFSM, p. 212, 2002.

BARCELLOS, L. J. G., MARQUEZE, A., TRAPP, M., QUEVEDO, R. M., & FERREIRA, D. The effects of fasting on cortisol, blood glucose and liver and muscle glycogen in adult jundiá *Rhamdia quelen*. **Aquaculture**, v. 300, p. 231– 236, 2010.

BONA, T.D.M.M.; PICKLER, L.; MIGLINO, L.B.; KURITZA, L.N.; VASCONCELOS, S.P. & SANTIN E. Óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de Salmonella, Eimeria e Clostridium em frangos de corte. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 5, p. 411-418, 2012.

BEZERRA, S. K.; SOUZA, R. C.; MELO, J. F. B.; CAMPECHE, D. F. B. Crescimento de tambaqui alimentado com diferentes níveis de farinha de manga e proteína na ração. **Archivos Zootecnia** v. 63, n. 244, p. 587-598, 2014.

BIDINOTTO, P. M.; MORAES, G.; SOUZA, R. H. S. Hepatic glycogen and glucose in eight tropical freshwater teleost fish: a procedure for field determinations of micro samples. **Boletim técnico do CEPTA**, v. 10, n. 1, p. 53-60, 1997.

BRANDÃO, K.O.; ROCHA-REIS, D. A.; GARCIA, C.; PAZZA, R.; ALMEIDA-TOLEDO, L. F.; KAVALCO, K. F. Studies in two allopatric populations of *Hypostomus affinis* (Steindachner, 1877): the role of mapping the ribosomal genes to understand the chromosome evolution of the group. **Comparative Cytogenetics**, v. 12, n. 1, p. 1-12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3897/CompCytogen.v12i1.22052>. Disponível em: <https://compcytogen.pensoft.net/article/22052/>. Acesso em: 08 Abr. 2022.

BALDISSERA, M.D.; SOUZA, C. F.; BALDISSEROTTO, B.; ZIMMER, F.; PAIANO, D.; PETROLLI, T. G.; SILVA, A. S. Vegetable choline improves growth performance, energetic metabolism, and antioxidant capacity of fingerling Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 501, p. 224-229, 2019.

BALDISSERA, M.B.; SOUZA, C. F.; DOLESKI, P. H.; VAGAS, A. C.; DUARTE, M. M. M. F.; DUATE, T.; BOLIGON, A. A.; LEAL, D. B. R. Melaleuca alternifolia essential oil prevents alterations to purinergic enzymes and ameliorates the innate immune response in silver catfish infected with *Aeromonas hydrophila*. **Micróbial Pathogenesis**, v. 109, p. 61-66, 2017.

COX, S. D.; MANN, J.L.; MARKHAM, J.L. Interactions between components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. **Journal of Applied Microbiology**, v. 91, n. 3, p. 492-497, 2001.

CESARATTO, L.; VASCOTTO, C.; CALLIGARIS, S.; TELL G. A importância do estado redox no dano hepático. **Anais de Hepatologia**, v.3, n.3, p. 86-92, 2004.

CASATTI, L.; ROCHA, F. C.; PEREIRA, D. C. Habitat use by two species of *Hypostomus* (Pisces, Loricariidae) in southeastern Brazilian streams. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, p. 157-165, 2005.

CANDIDO, A. S.; JÚNIOR, A. P. M.; SANTOS, C. H. A.; COSTA, H. J. M. S.; IGARASHI, M. A. Policultivo do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) com tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Arquivos de ciências veterinárias e zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 9, n. 1, p. 9-14, 2006.

CARSON, C.F.; HAMMER, K.A.; RILEY, T.V. *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) Oil: a Review of Antimicrobial and Other Medicinal Properties. **Clinical microbiology reviews**, v. 19, n. 1, p. 50-62, 2006.

CLAUDIANO, G.S.; NETO-DIAS, J.; SAKABE, R.; CRUZ, C.; SALVADOR, R.; PILARSKI, F. Eficácia do extrato aquoso de *Terminalia catappa* em juvenis de tambaqui parasitados por monogenéticos e protozoários. **Revista Brasileira de saúde e produção animal**, v. 10, n. 3, p. 625-636, 2009. DOI: <http://www.rbspa.ufba.br>.

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, n. 3, p. 565-573, 2013.

CHILANTE, R.B.; KUSSAKAWA, K.C.K.; FLEMMING, J.S. Efeitos da utilização de óleos essenciais na alimentação de aves matrizes pesadas. **Revista acadêmica ciência animal**, Curitiba, v. 10, n. 4, p. 387–394, 2012.

COSTA, S.Y.L. **Taxonomia integrativa e biogeografia dos cascudos do gênero *Hypostomus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Loricariidae) nas drenagens do Nordeste brasileiro**. Tese (Doutorado em Sistemática e Evolução) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

COSTA, S. Y. L.; RAMOS, T. P. A.; ZAWADZKI, C. H.; LIMA, S. M. Q. Review of the armoured catfish genus *Hypostomus* (Siluriformes: Loricariidae) from the Parnaíba River basin, Northeastern Brazil, with description of a new species. **Neotropical Ichthyology**, v. 20, n. 01, 2022.

DAIRIKI, J. K.; MAJOLO, C.; CHAGAS, E. C.; CHAVES, F. C. M.; OLIVEIRA, M. R.; MORAIS, I. S. **Procedimento para inclusão de óleos essenciais em rações para peixes**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 42, p. 8, 2013.

FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.; CARNEIRO, D.J.; MALHEIROS, E.B. Comportamento alimentar do matrinxã (*Brycon cephalus*) no período de temperaturas mais baixas. **Boletim do instituto de pesca**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 1-5, 2001.

FRACALLOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutriaqua: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. ed. 1, Florianópolis: **Sociedade Brasileira de aquicultura e biologia aquática**, p. 375, 2013.

FERREIRA, C.M.; ANTONIASSI, N. A. B.; SILVA, F.G.; POVH, J. A.; POTENÇA, A.; MORAES, T.C. H.; SILVA, T. K. S. T.; ABREU, J. S. Características histomorfológicas do intestino de juvenis de tambaqui após uso de probiótico na dieta e durante transporte. **Pesquisa veterinária Brasileira** V. 34, n. 12. p. 1258 - 1264, 2014.

GUIMARAES, E. C.; OLIVEIRA, R. F.; BRITO, P. S.; VIEIRA, L. O.; SANTOS, J. P.; OLIVEIRA, E. S.; AGUIAR, R. G.; KATZ, A. M.; LOPES, D. F. C.; NUNES, J. L. S.; OTTONI, F. P. Biodiversidade, potencialidades ornamentais e guia ilustrado dos peixes da Mata Itamaçoca, no município de Chapadinha-MA. 1. ed. São Luis: **IMESC**, p. 45, 2021.

GAROZZO, A.; TIMPANARO, R.; BISIGNANO, B.; FURNERI, P. M.; BISIGNANO, G.; CASTRO, A. In vitro antiviral activity of *Melaleuca alternifolia* essential oil. **Lett Appl Microbiol**. v. 49, n. 6, p. 806 – 808, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2009.02740.x>. Disponível em: <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1472-765X.2009.02740.x>. Acesso em: 04 abr. 2022.

HELUY, G.M. **Óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*) como aditivo em dieta para alevinos de tilápia *Oreochromis niloticus* criadas em água salinizada**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019.

JESUS, E. R.; ELLENSOHN, R.M.; BARIN, C.S. Óleo essencial de *Melaleuca Alternifolia*: otimização do método analítico. **UNOPAR científica ciências exatas tecnológicas**, Londrina, v. 6, n. 1, p. 67-72, 2007.

KIM H.J.; CHEN, F.; WU, C.; WANG, X.; CHUNG, H. Y.; JIN, Z. Evaluation of antioxidant activity of Australian tea tree (*Melaleuca alternifolia*) oil and its components. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 19, n. 10, p. 2849-2854, 2004.

LOURENÇO, J.N.P.; MALTA, J.C.O.; SOUSA, F.N. A importância de monitorar a qualidade da água na piscicultura. **Embrapa Amazônia Ocidental**, n. 5, p. 1-4, 1999.

LUNDSTEDT, L.M., MELO, J.F.B., MORAES, G. Digestive enzymes and metabolic profile of *Pseudoplatystoma corruscans* (Teleostei: Siluriformes) in response o diet composition. **Comparative Biochemistry & Physiology**, v. 137, p. 331-339, 2004.

LOVATTO, P. A.; SAUVANT, D. Modelagem aplicada aos processos digestivos e metabólicos do suíno. **Ciência Rural** [online], v. 31, n. 4, p. 663-670, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000400017>. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000400017>>. Epub 20 Jan 2004. ISSN 1678-4596. Acessado 9 Julho 2022

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*). **Jornal da Sociedade Mundial de Aquicultura**, V. 53, Ed. 2, p. 542-557, 2021.

LEIRA, M. H.; CUNHA, L. T.; BRAZ, M. S.; MELO, C. C. V.; BOTELHO, H. A.; REGHIM, L. S. Qualidade da água e seu uso em piscicultura. **Pubvet**, v. 11, n. 1, p.11-17, 2017.

LIU, M.; GAO, Q.; SUN, C.; LIU, B.; LIU, X.; ZHOU, Q.; ZHENG, X.; XU, P.; LIU, B.; Effects of dietary tea tree oil on the growth, physiological and non-specific immunity response in the giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) under high ammonia stress. **Fish Shellfish Immunology**. v. 120, p. 458–469, 2022.

MARTINEZ E.R.M. **Estudo da evolução do gênero *Hypostomus* (Teleostei, Siluriformes, Loricariidae) com base em caracteres cromossômicos e seqüências de DNA**. Tese (doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

MACIEL, L.A.M. **Análise citogenômica em *hypostomus soniae carvalho & weber, 2004 (siluriformes - loricariidae)* do rio tapajós, Pará, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biociência) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2019.

MEZZOMO, P. **Revisão do uso de marcadores genéticos e moleculares dentro do gênero *Hypostomus Lacépède, 1803 (Siluriformes: Loricariidae)* e avaliação da eficiência de diferentes protocolos na extração de DNA de *Hypostomus commersoni (Valenciennes, 1836)***. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2019. p.9-124.

MOHAMED, M.A.; EL-DALY, E. F.; EL-AZEEM, N. A. A.; YOUSSEF, A. W.; HASSAN, H. M. A. Growth performance and histological changes in ileum and

immune related organs of broilers fed organic acids or antibiotic growth promoter. **International Journal of Poultry Science**, v. 13, n. 10, p. 602–610, 2014.

NEPOMOCENO, T.A.R.; PIETROBON, A.J. Melaleuca alternifolia: uma revisão sistemática da literatura brasileira. **Revista UNINGÁ review**, Maringá, v. 35, p. 1-29, 2020.

NDONG, D.; FALL, F. The effect of garlic (*Allium sativum*) on growth and immune responses of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*). **Journal of Clinical Immunology and Immunopathology Research**. Vol. 3, n. 1, p. 1-9, 2011.

OLIVEIRA, J.C.S.; ISAA, V.J. Diet breadth and niche overlap between *Hypostomus plecostomus* (Linnaeus, 1758) and *Hypostomus emarginatus* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes) in the Coaracy Nunes hydroelectric reservoir, Ferreira Gomes, Amapá-Brazil. **Biota Amazonica**. 3:116-125. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746>.

PIEDRAS, S.R.N.; MORAES, P.R.R.; POUHEY, J.L.O.F. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30, n. 2, p.177-182, 2004.

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**. Dissertação (Mestrado Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

PEREIRA A.I.S.; PEREIRA, A. G. S.; SOBRINHO, O. P. L.; CANTANHEDE, E. K. P.; SIQUEIRA, L. F. S. Atividade antimicrobiana no combate às larvas do mosquito *Aedes aegypti*: Homogeneização dos óleos essenciais do linalol e eugenol. **Educación química**, Cidade de México, v. 25, n. 4, p. 446-449, 2014.

PASSOS, M. L. V.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PEREIRA, R. S. Balanço hídrico e classificação climática para uma determinada região de Chapadinha-MA, **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, p.758-766, 2016.

RUSSEL, M.F.; SOUTHWELL, I.A. Monoterpenoid accumulation in 1,8-cineole, terpinolene and terpinen-4-ol chemotypes of *Melaleuca alternifolia* seedlings. **Phytochemistry**, v. 62, n. 5, p. 683-689, 2003.

RAMOS, T.P.A.; ZAWADZKI, C. H.; RAMOS, R. T. C.; BRITSKI, H. A. Redescription of *Hypostomus johnii*, a senior synonym of *Hypostomus eptingi* (Siluriformes: Loricariidae), Northeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 15, n. 2, p. 1-7, 2017.

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, n. 15, p. 736-954, 2021.

SANTOS, D.M.; SANTOS, E. L.; SOUZA, A. P. L.; TEMOTEO, M. C.; CAVALCANTE, M. C. A.; SILVA, F. C. B.; PONTES, E. C. Uso de extrato aquoso da folha desidratada de amendoeira (*Terminalia catappa*) no cultivo de *Betta splendens*. **PUBVET**, Londrina, V. 7, N. 4, p. 1-15, 2013.

SUZUKI, O.H.; FLEMMING, J.S.; SILVA, M.E.T. Uso de óleos essenciais na alimentação de leitões. **Revista acadêmica ciência agrária ambiental**, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 519-526, 2008.

SALES, C., SILVA, R. F., AMARAL, M. G. C., DOMINGOS, F. F. T., RIBEIRO, R. I. M. A., THOMÉ, R. G., & SANTOS, H. B. Comparative histology in the liver and spleen of three species of freshwater teleost. **Neotropical Ichthyology**, v. 15, n. 1, 2017.

SILVA, L.T.S. **Óleo essencial de *Mentha piperita* como aditivo alimentar à prevenção da estreptococose em tilápia-do-nylo**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

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**, Curitiba, v. 2, n. 6, p. 6011-6021, 2019.

SANTOS, E. S., SILVA, T. G., FREITAS, R. M., FILHO, J. I., SILVA, L. C., SANTIAGO, C. D., & ASSIS, C. S. Performance of tambatingas juveniles in different farmed systems. **Brazilian journal of development**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 8670-8684, 2020.

SELBACH, J. F.; LEITE, J. R. S. A. **Environment in Lower Parnaíba: eyes in the world, feet in the region**. São Luís: EDUFMA, p. 216, 2008.

SOUZA, C.F. **Adição do óleo de *Melaleuca alternifolia* na dieta de peixes minimiza efeitos tóxicos causados pelo consumo diário de aflatoxina**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2020.

SOUZA, C.F.; BALDISSERA, M. D.; VAUCHER, R. A.; LOPES, L. Q. S.; VIZZOTTO, B. S.; RAFFIN, R. P.; SANTOS, R. C. V.; VEIGA, M. L.; ROCHA, M. I. U. M.; STEFANI, L. M.; BALDISSEROTTO, B. In vivo bactericidal effect of melaleuca *alternifolia* essential oil against *aeromonas hydrophila*: silver catfish (*rhamdia quelen*) as an experimental model. **Microb pathog**, V. 98, p. 82-87, 2016.

SOUZA, C.F.; BALDISSERA, M. D.; DESCOVI, S.; ZEPPENFELD, C.; ESLAVA-MOCHA, P. R.; GLORIA, E. M.; ZANETTE, R. A.; BALDISSEROTTO, B.; SILVA, A. S. Melaleuca *alternifolia* essential oil abrogates hepatic oxidative damage in silver catfish (*Rhamdia quelen*) fed with an aflatoxin-contaminated diet. **Comparative Biochemistry and Physiology Part**, V. 221, p. 10-20, 2019.

TOLEDO, G.S.P.; COSTA, P. T. C.; SILVA, L. P.; PINTO, D.; FERREIRA, P.; POLETTO, C. J. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo

antibiótico e/ou fitoterápico como promotores, adicionados isoladamente ou associados. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p.1760-1764, 2007.

VICENTE, I.S.T.; ELIAS, F.; ALVES, C.E.F. Perspectivas da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 392-398, 2014.

VALLADÃO, 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. **Óleos essenciais de plantas na dieta de tilápia-do-Nilo: efeitos sobre a saúde, morfologia intestinal e microbiota**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2018

XIMENES, L. F. Produção de pescado no Brasil e no Nordeste brasileiro. Fortaleza: **Banco do Nordeste do Brasil**, ano 5, n.150. jan. 2021.