

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**EXTRATO HIDROALCOÓLICO DE ROSELLA (*Hibiscus  
sabdariffa L.*) NA ALIMENTAÇÃO DO PEIXE MATO GROSSO  
(*Hyphessobrycon eques*)**

**BÁRBARA LIBANIO DA CRUZ**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2023**

**EXTRATO HIDROALCOÓLICO DE ROSELLA (*Hibiscus sabdariffa* L.)  
NA ALIMENTAÇÃO DO PEIXE MATO GROSSO (*Hyphessobrycon  
eques*)**

**BÁRBARA LIBANIO DA CRUZ**

Orientador: PROF. Dr. CLAUDIA APARECIDA HONORATO

Coorientadora: Med. Vet. ANNYE CAMPOS VENÂNCIO FERREIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal da Grande Dourados, como  
parte das exigências para conclusão do curso de  
Engenharia de Aquicultura.

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

C957e Cruz, Barbara Libanio Da  
EXTRATO HIDROALCOÓLICO DE ROSELLA (*Hibiscus sabdariffa* L.) NA  
ALIMENTAÇÃO DO PEIXE MATO GROSSO (*Hyphessobrycon eques*) [recurso eletrônico] /  
Barbara Libanio Da Cruz. -- 2023.  
Arquivo em formato pdf.

Orientador: CLAUZIA APARECIDA HONORATO.  
Coorientador: ANNYE CAMPOS VENÂNCIO FERREIRA.  
TCC (Graduação em Engenharia de Aquicultura)-Universidade Federal da Grande Dourados,  
2023.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. atividade antioxidante. 2. hepatoprotetora. 3. peixes ornamentais. 4. aditivo. I. Honorato,  
Claucia Aparecida. II. Ferreira, Annye Campos Venâncio. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**EXTRATO HIDROALCOÓLICO DE ROSELLA (*Hibiscus sabdariffa* L.) NA  
ALIMENTAÇÃO DO PEIXE MATO GROSSO (*Hyphessobrycon eques*)**

Por

Bárbara Libanio da Cruz

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para  
obtenção do título de ENGENHEIRO DE AQUICULTURA

Aprovado em: 21 de agosto de 2023.



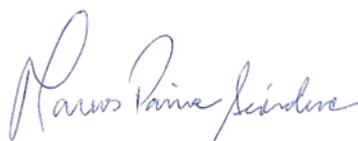
---

Prof. Dr. Cláudia Aparecida Honorato  
Orientador – UFGD/FCA



---

Prof. Dr. Guilherme Silveira Telli  
Membro da Banca – UFGD/FCA



---

Prof. MSc. Marcos Paiva Scardua  
Membro da Banca – UFGD/FCA

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho com profunda gratidão e reverência. À minha mãe, cuja determinação e incentivo constante me sustentaram mesmo quando minha força vacilava. Ao meu pai, cujo apoio incansável e estrutura sólida permitiram que eu avançasse em meus estudos. E, com um apreço especial, aos meus amados animais de estimação, (Penelope, Miguel e Leonardo). Seu amor inabalável e presença constante me inspiraram a persistir nesta jornada desafiadora. Esta dedicação é uma expressão do meu mais sincero agradecimento, reconhecendo que cada um de vocês foi uma força motriz essencial nessa conquista.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar com profunda gratidão o reconhecimento a todos aqueles que generosamente contribuíram para tornar este trabalho uma realidade e moldar a minha jornada acadêmica. Em especial, desejo dedicar palavras de profunda reverência à minha amada família, cujo apoio incondicional e amor inabalável foram as âncoras que sustentaram minhas conquistas. À minha incansável mãe, Vera Lúcia, dedico um espaço especial em meu coração devido à sua inabalável determinação e incansável encorajamento. Você, mãe, foi minha luz guia, sempre acreditando em mim e incitando em mim a confiança para trilhar este caminho. Seus conselhos sábios e seu amor incansável foram faróis que iluminaram os momentos mais desafiadores. Ao meu pai, Ailton Libânio, expresso minha mais profunda gratidão por ser a força serena que permeou minha jornada. Sua presença estável e seu apoio sólido foram as fundações sobre as quais ergui meus sonhos. Seu exemplo de dedicação e perseverança inspirou meu compromisso em alcançar este marco. Às minhas queridas irmãs, Sarah e Isabela Libânio, minha gratidão por compartilharem comigo alegrias e adversidades que enriqueceram meu percurso. A presença constante de vocês foi apoio inabalável que impulsionaram minha determinação. E à querida Fernanda Pereira, minha madrastra, agradeço por seu carinho e apoio incondicional. Seu amor tornou-se um elo inestimável em minha jornada, fortalecendo minha resiliência. A cada um de vocês, minha jornada é uma celebração de nossos esforços coletivos. Agradeço por suas contribuições inestimáveis, que moldaram esta conquista de maneira única. Gostaria de estender meus sinceros agradecimentos às pessoas que desempenharam papéis cruciais na realização deste trabalho e na minha jornada acadêmica. À minha orientadora, Professora Doutora Claucia Honorato, expresso minha gratidão pela sua orientação dedicada e apoio ao longo deste processo. Sua sabedoria, expertise e paciência foram fundamentais para moldar este trabalho e para o meu crescimento como acadêmico. Suas valiosas sugestões e insights enriqueceram o desenvolvimento desta pesquisa. À minha amiga e coorientadora, Annye Campos, agradeço por sua colaboração, orientação e contribuições para este trabalho. Sua perspectiva única e conhecimento profundo trouxeram uma dimensão adicional ao meu estudo. Sua disponibilidade para discutir ideias e esclarecer dúvidas foi de imenso valor. Agradeço também à Professora Doutora Claucia Honorato e à Annye Campos por aceitarem esse papel importante e por investirem tempo e esforço em me orientar ao longo deste processo. Vocês não apenas forneceram orientação acadêmica, mas também inspiraram e motivaram meu percurso acadêmico. Este trabalho é um reflexo do comprometimento, paciência e orientação

exemplar. Estou profundamente grata por ter tido a oportunidade de trabalhar com ambas. Não posso deixar de agradecer aos meus valiosos companheiros de trabalho, Luiz Jesus e Helena, e à generosa Dona Edna. Sua influência positiva e apoio foram fundamentais para que eu pudesse equilibrar meu emprego e meus estudos, permitindo-me alcançar a tão esperada conclusão da minha graduação, minha sincera gratidão por sua colaboração, amizade e por criar um ambiente de trabalho que se tornou uma parte significativa da minha jornada acadêmica. Sua camaradagem e compreensão fizeram com que essa fase de conciliação fosse mais suave e produtiva. Um agradecimento especial à Dona Edna, que não apenas me ofereceu a oportunidade de emprego, mas também compreendeu a importância dos meus estudos e me proporcionou um ambiente que me permitiu prosperar academicamente. Sua visão e generosidade foram essenciais para meu sucesso. Neste momento, reconheço a Dona Edna como uma figura crucial nesta jornada, uma mentora e apoiadora que contribuiu significativamente para minha formação. Sua crença em meu potencial e a oportunidade que me proporcionou são inestimáveis e lembrarei com gratidão ao longo da minha carreira. Em um cenário onde equilibrar trabalho e estudos pode ser desafiador, sou grata por ter compartilhado esse capítulo com indivíduos tão inspiradores. Esta graduação não teria sido possível sem o apoio e a compreensão de vocês. Meu mais profundo agradecimento a todos os mencionados, por serem parte importante deste percurso. Sua influência e apoio foram vitais e marcaram uma diferença significativa em minha jornada acadêmica e profissional.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	IX
ABSTRACT .....	X
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
<u>2.1 IMPORTÂNCIA DA COR NA PISCICULTURA ORNAMENTAL</u> .....	3
<u>2.2 USO DE PIGMENTOS PARA INTENSIFICAR A COLORAÇÃO</u> .....	3
<u>2.3 POTENCIAL DOS CAROTENOIDES E A IMPORTÂNCIA DA ALIMENTAÇÃO</u> .....	4
<u>2.4 A PLANTA DE ROSELLA (<i>HIBISCUS SABDARIFFA</i>):</u> .....	5
<u>2.5 ESPÉCIE ESTUDADA PEIXE - MATO GROSSO (<i>HYPHESOBRYCON EQUES</i>)</u> .....	6
<u>2.6 PAPEL DAS ENZIMAS DIGESTIVAS NA SAÚDE DOS PEIXES ORNAMENTAIS</u> .....	6
<u>2.7 PAPEL DAS ENZIMAS ANTIOXIDANTES NA SAÚDE DOS PEIXES ORNAMENTAIS</u> .....	7
<u>2.8 PAPEL DAS ENZIMAS METABÓLICAS NA SAÚDE E NUTRIÇÃO DE PEIXES ORNAMENTAIS</u> .....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	9
<u>3.2 OBTENÇÃO E PREPARO DO EXTRATO HIDROALCÓOLICO DE ROSELLA (<i>HIBISCUS SABDARIFFA</i>)</u> .....	9
<u>3.3 PREPARO DA DIETA</u> .....	9
<u>3.4 ANIMAIS</u> .....	10
<u>3.5 ANÁLISE ENZIMÁTICA</u> .....	11
<u>3.6 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO</u> .....	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
5 CONCLUSÃO .....	17
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18

## LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1	
Composição bromatológica analisada e características antioxidantes de dietas experimentais contendo diferentes níveis de extrato hidroalcoólico de rosella.....	10
TABELA 2	
Desempenho zootécnico e coloração da pele, atividade das enzimas digestivas, metabólicas e antioxidantes do peixe Mato Grosso ( <i>Hyphessobrycon eques</i> ) alimentados com diferentes níveis de inclusão de extrato hidroalcoólico de rosella ( <i>Hibiscussabdariffa</i> ).....	13

CRUZ, Bárbara Libanio da. **Extrato hidroalcoólico de Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) na alimentação do peixe Mato Grosso (*Hyphessobrycon eques*)**. 2023. 35p. Monografia (Graduação em Engenharia de Aquicultura) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a inclusão do extrato hidroalcoólico de rosella (*Hibiscus sabdariffa*) em dietas do peixe Mato Grosso (*Hyphessobrycon eques*). Foram utilizados 120 peixes ( $0,51 \pm 0,06$  g), que foram distribuídos aleatoriamente em 12 aquários de polietileno de 20L, em sistema de recirculação de água, com a densidade de estocagem de 10 peixes por aquário. Os peixes foram alimentados por 21 dias com uma dieta (40,88% PB e 4374,8 Kcal kg<sup>-1</sup>), acrescida de extrato hidroalcoólico de Rosella - EHR (controle; 0,12; 0,25 e 0,50 mg de EHR/kg de ração). A inclusão de concentração de 0,25 e 0,50 EHR/kg, promoveu uma melhora nos índices zootécnicos, comprimento padrão e **eficiência alimentar**. Os peixes apresentaram alteração de cor a\*(tonalidades de verde e vermelho), entretanto, não houve aumento de intensidade em relação à luminosidade cor b\* (tonalidades de azul e amarelo). A utilização de 0,25 e 0,50 EHR/kg refletiu em diminuição da atividade das enzimas AST e ALT. Observou-se o aumento da atividade catalase em concentrações com maiores índices de extratos hidroalcoólicos de rosella na dieta. O extrato hidroalcoólico de rosella é eficiente na alimentação de peixe Mato Grosso na concentração de acima 0,25 mg EHR/kg.

**Palavras-chave:** aditivo; atividade antioxidante; hepatoprotetora; peixes ornamentais.

## ABSTRACT

This study evaluated the inclusion of hydroalcoholic rosella extract (*Hibiscus sabdariffa*) in diets of the thickbush fish (*Hyphessobrycon eques*). A hundred and twenty fishes ( $0.51 \pm 0.06$  g), were randomly distributed in 12 polyethylene aquariums of 20L, in a water recirculation system, with the storage density of 10 fish per aquarium. Fish were fed for 21 days per diet (40.88% CP and 4374.8 Kcal kg<sup>-1</sup>), plus rosella alcohol extract - EHR (control; 0.12; 0.25 and 0.50mg of EHR/kg of feed). The inclusion of concentrations of 0.25 and 0.50 EHR/kg promoted an improvement in zootechnical indices, in standard length and feed efficiency. The fish presented alteration of chroma a\*(shades of green and red), there was no increase in intensity in relation to chroma b\* luminosity (shades of blue and yellow). The use of 0.25 and 0.50 EHR/kg reflected decreased activity of AST and ALT enzymes. An increase in catalase activity was observed in concentrations with higher rates of hydroalcoholic rosella extracts in the diet. The hydroalcoholic extract of rosella is efficient in feeding Mato Grosso at the concentration of 0.25 mg EHR/kg.

**Keywords:** additive; antioxidant activity; hepatoprotective; ornamental fish.

## 1. INTRODUÇÃO

Na piscicultura ornamental, a cor é um dos principais fatores que impulsionam a escolha dos peixes que irão compor um aquário, tornando-se assim, um valor estético que irá afetar o valor econômico e a comercialização desses animais (GOMES et al., 2021). A piscicultura ornamental tem conquistado crescente destaque no mercado devido ao aumento da demanda por peixes ornamentais, tanto para aquários domésticos como para ambientes públicos e privados.

Nesse contexto, a cor é um dos principais fatores que influenciam a escolha do mercado consumidor, impulsionando a comercialização desses animais (KUMAR et al., 2017). Para manter e aperfeiçoar a coloração das espécies de peixes ornamentais, a utilização de pigmentos na sua alimentação tem sido amplamente adotada (MAITI et al., 2017). A busca por fontes naturais de pigmentos tem se tornado uma demanda crescente nesse setor (CAL et al., 2017).

A adição de pigmentos naturais em dietas para intensificar a coloração dos peixes ornamentais tem sido uma prática comum, visando melhorar o aspecto dos peixes destinados aos consumidores (CUNHA et al., 2009). Com intenção de melhorar o aspecto de peixes, comumente utilizam-se pigmentos sintéticos com baixa eficiência (NHAN et al., 2019; RASHIDIAN et al., 2020 a), portanto, pigmentos naturais nas dietas têm sido prospectados (VANEGAS-ESPINOZA et al., 2019) para colorir e aumentar a atividade antioxidante e os danos causados pelos radicais livres (NHAN et al., 2019).

Dentre os pigmentos naturais de interesse na piscicultura ornamental, os carotenoides têm se destacado. Os peixes, assim como outros animais, não possuem a capacidade de sintetizar esses pigmentos, tornando necessário que eles sejam fornecidos através da alimentação (RASHIDIAN et al., 2020 a).

A rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.), planta pertencente à família das *Málvaceas*, tem sido prospectada como um alimento funcional, devido a sua fonte promissora de pigmentos naturais (VANEGAS-ESPINOZA et al., 2019). Rica em compostos bioativos, como vitaminas C e E, ácidos polifenólicos, flavonoides, ácido araquídico, ácido cítrico, ácido esteárico, ácido málico, pectinas, fitoesteróis e antocianinas, a rosella demonstra potencial para proteger o organismo contra danos causados por radicais livres e reações oxidativas (ANJOS et al., 2017). Os compostos fenólicos apresentam uma reação antioxidante através de seus mecanismos, dentre seus aspectos, inclui-se a capacidade de remoção dos radicais livres, e a inibição de

compostos reativos durante o curso normal do metabolismo, retardando a ocorrência de danos às proteínas, lipídeos e ácidos nucleicos, e consequentes, à lesão celular (SILVA et al., 2016).

Considerando a crescente demanda por peixes ornamentais e a necessidade de fontes naturais de pigmentos para melhorar a coloração desses animais, este estudo tem como o presente estudo tem como objetivo investigar os efeitos da incorporação do extrato hidroalcoólico de rosella (*Hibiscus sabdariffa*) nas dietas do peixe Mato Grosso (*Hyphessobrycon eques*), com o propósito de avaliar sua influência na intensificação da coloração dos peixes ornamentais. Adicionalmente, pretende-se analisar a atividade hepatoprotetora e antioxidante do extrato em relação à fisiologia hepática dos peixes, bem como avaliar seu potencial impacto no desenvolvimento zootécnico, considerando parâmetros de crescimento, ganho em peso, comprimento total, comprimento padrão, taxa de crescimento específico, fator de condição relativo e eficiência alimentar dos animais.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **1.1 Importância da Cor na Piscicultura Ornamental**

O mercado de peixes ornamentais tem experimentado um crescimento substancial no Brasil, devido ao interesse crescente e à relativa simplicidade das operações envolvidas, além do alto valor comercial desses peixes. Como resultado, os produtores estão buscando oferecer produtos diferenciados no mercado global, destacando-se por cores vibrantes, formatos distintos e características únicas nas espécies. Entretanto, manter a vitalidade e a intensidade das cores desses peixes ao longo do processo de transporte e até chegarem aos consumidores finais tem se mostrado desafiador. Os procedimentos de manejo e transporte podem expor os peixes a períodos de estresse, impactando negativamente sua vitalidade e a vivacidade de suas cores (CARDOSO et al., 2011). A piscicultura ornamental frequentemente enfrenta desafios significativos em relação aos custos de produção associados à alimentação, por essa razão, é crucial explorar abordagens inovadoras que tenham o potencial de aprimorar diversos aspectos da criação de peixes ornamentais (ZUANON et al., 2011). Essas inovações visam não apenas melhorar o desempenho zootécnico dos peixes, mas também aumentar sua resistência a doenças, fortalecer suas respostas imunológicas e, conseqüentemente, reduzir as taxas de mortalidade (FIROUZBAKHSI et al., 2011). Na produção de rações destinadas aos peixes ornamentais, é comum empregar aditivos, como os pigmentos, com a finalidade principal de acentuar a coloração da pele desses animais. Entre esses aditivos, destacam-se os carotenoides, que não apenas intensificam as tonalidades cromáticas, mas também desempenham um papel fundamental no reforço da resposta imunológica e na otimização do desempenho geral dos peixes (ZUANON et al., 2011).

### **1.2 Uso de Pigmentos para Intensificar a Coloração**

O uso de pigmentos naturais para intensificar a coloração dos animais tem ganhado destaque como uma abordagem promissora na piscicultura ornamental. A cor desempenha um papel fundamental na atração e seleção de peixes para aquários, influenciando diretamente o valor estético, econômico e comercial desses animais (GOMES et al., 2021).

Com o propósito de aprimorar a aparência dos peixes, é comum a utilização de

pigmentos sintéticos com eficiência limitada (NHAN et al., 2019; RASHIDIAN et al., 2020b). Diante dessa limitação, têm sido explorados pigmentos naturais nas dietas como uma abordagem promissora (VANEGAS-ESPINOZA et al., 2019) para intensificar a coloração e, adicionalmente, para potencializar a atividade antioxidante e mitigar os danos causados pelos radicais livres (NHAN et al., 2019).

A inclusão de pigmentos naturais nas dietas de peixes está intrinsicamente associada a melhorias não apenas na coloração dos animais, mas também na promoção da saúde e vitalidade dos mesmos (ZUANON et al., 2011). Além de conferir cores mais vibrantes, os pigmentos naturais têm a função de fortalecer a saúde do organismo, contribuindo para a manutenção da integridade celular e a redução de danos causados por processos oxidativos indesejados (VANEGAS-ESPINOZA et al., 2019).

A busca por alternativas naturais, como a incorporação de pigmentos derivados de fontes vegetais, reflete a preocupação crescente com a saúde dos peixes ornamentais em ambientes de criação. Além de agregar beleza e vivacidade, os pigmentos naturais oferecem benefícios que vão além da estética, contribuindo para a higidez geral dos animais e favorecendo seu bem-estar (JORJANI et al., 2019).

Assim, a utilização de pigmentos naturais não se restringe unicamente à melhoria estética, mas também se estende a promover a saúde e vitalidade dos peixes ornamentais, tornando-se uma abordagem atrativa para a indústria da piscicultura ornamental.

### **1.3 Potencial dos Carotenoides e a Importância da Alimentação**

Um grupo de substâncias que tem se destacado nesse contexto são os carotenoides, compostos pigmentados naturalmente presentes em diversos alimentos vegetais. Os peixes, assim como outros animais, não possuem a capacidade de sintetizar carotenoides, tornando necessária a incorporação desses pigmentos por meio da alimentação (RASHIDIAN et al., 2020a). A ingestão de carotenoides provenientes de fontes naturais, como plantas e microorganismos, pode resultar em uma coloração mais intensa e diversificada nos peixes. A coloração é naturalmente gerada pelos cromatóforos, células que contêm pigmentos, incluindo uma categoria específica de compostos coloridos denominados carotenoides (JORJANI et al., 2019). No entanto, assim como em outros animais, os peixes carecem da habilidade intrínseca

para sintetizar tais pigmentos, tornando necessária a incorporação desses elementos através da alimentação (RASHIDIAN et al., 2020a).

A presença de substâncias biologicamente ativas em frutas e resíduos vegetais tem impulsionado a criação de novas tecnologias voltadas à geração de produtos que ofereçam benefícios aos consumidores, ao mesmo tempo que reduzem perdas econômicas e conferem maior valor a essas matérias-primas (PEREIRA et al., 2009). Além do impacto socioambiental, destaca-se que a casca das frutas apresenta a maior concentração de atividade antioxidante (NEVES et al., 2012), desempenhando um papel intrínseco na proteção da planta. Vale ressaltar que, apesar da atuação das enzimas antioxidantes no organismo, não é possível eliminar completamente os danos causados pelos radicais livres (SILVA et al., 2016), que são gerados tanto em processos metabólicos internos quanto em resposta à exposição a fatores externos (CAMPOS & LEME, 2017). Por outro lado, cresce a divulgação do potencial protetor de certos alimentos, fomentando o interesse em substâncias capazes de prevenir a formação desses radicais livres (ROCHA et al. 2016).

#### **1.4 A Planta de Rosella (*Hibiscus sabdariffa*):**

A exploração das propriedades benéficas das plantas e seus compostos biologicamente ativos tem impulsionado o desenvolvimento de novas abordagens na indústria alimentícia e medicinal. Um exemplo notável é a planta rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.), pertencente à família *Málvaceas*, conhecida por uma variedade de nomes, como azedinha, Jamaica azeda, hibiscus, vinagreira e cauru da Guiné (COELHO & AMORIM., 2019).

Além de seu uso culinário, a rosella possui propriedades medicinais devido à sua riqueza em antioxidantes. Sua composição inclui vitaminas E e C, ácidos polifenólicos, flavonoides, ácido araquídico, ácido cítrico, ácido esteárico, ácido málico, pectinas, fitoesteróis e antocianinas (ANJOS et al., 2017). Esses compostos fenólicos exibem características antioxidantes por meio de mecanismos intrínsecos, tais como a capacidade de neutralização de radicais livres e a inibição de compostos reativos durante processos metabólicos normais. Isso, por sua vez, contribui para a prevenção de danos a proteínas, lipídios e ácidos nucleicos, evitando assim danos celulares (ZHANG et al., 2008).

### 1.5 Espécie estudada Peixe - Mato Grosso (*Hyphessobrycon eques*)

O *Hyphessobrycon eques*, popularmente conhecido como Tetra Serpa ou Mato Grosso, é um peixe neotropical que pertence à família *Characidae*, encontrando-se amplamente distribuído em várias bacias hidrográficas da América do Sul, abrangendo desde a bacia do rio da Prata até a bacia Amazônica (GIONGO et al., 2012).

Apresentando uma morfologia distintiva, o Mato Grosso exibe um porte pequeno, com um tamanho padrão de cerca de 32,0 mm, podendo atingir um comprimento máximo de 58,0 mm (HEI Sua coloração avermelhada e vívida chama a atenção, acompanhada por características marcantes, como uma mancha umeral escura, alongada transversalmente, e um ponto preto conspícuo na região dorsal, realçado por uma área branca, amarela ou vermelha. Além disso, suas nadadeiras avermelhadas, a presença de uma mácula escura na nadadeira dorsal e a extremidade escura na nadadeira anal contribuem para sua aparência distintiva. Os peixes também podem apresentar de dois a três dentes no maxilar e até seis na fileira interna do pré-maxilar (HEIN, 2008).

### 1.6 Papel das Enzimas Digestivas na Saúde dos Peixes Ornamentais

As enzimas, proteínas responsáveis por quebrar moléculas de alimentos para facilitar o processo metabólico, desempenham um papel crucial na fisiologia dos peixes. Esses animais possuem uma relação íntima com o ambiente em que vivem, o que pode levar a variações nos parâmetros físico-químicos, influenciando seu peso, crescimento e até mesmo a reprodução. A introdução de enzimas externas na alimentação dos peixes pode oferecer benefícios significativos, ao melhorar a digestibilidade das rações e a absorção de nutrientes (GOMES et al., 2017).

Apesar do crescimento da piscicultura ornamental, informações sobre a alimentação e nutrição desses peixes ainda são limitadas. No entanto, uma abordagem bioquímica para compreender as enzimas digestivas é essencial para desvendar os processos de digestão e metabolismo de nutrientes (DORCE et al., 2020). Estudos apontam que a suplementação enzimática pode promover o crescimento e desenvolvimento positivo dos peixes ornamentais (GOMES et al., 2017).

Embora seja necessário realizar mais pesquisas para confirmar a eficácia da

suplementação, a inclusão de aditivos, como enzimas, pode ter um impacto benéfico no desempenho dos peixes ornamentais (GOMES et al., 2016). A incorporação de aditivos enzimáticos nas rações, visando auxiliar as enzimas pancreáticas como a amilase, protease e lipase, pode otimizar a absorção de nutrientes (GOMES et al., 2016).

No contexto dos micros ingredientes sensoriais, substâncias adicionadas aos produtos para aprimorar ou modificar suas propriedades organolépticas ou características visuais, desempenham um papel crucial na piscicultura ornamental (CAVALHEIRO et al., 2014). Formulações de dietas mistas, combinando rações formuladas e plâncton, têm se mostrado uma abordagem viável para atender às necessidades metabólicas dos peixes (TAVARES, 2016). A alimentação, onde diferentes tipos de dietas são oferecidos simultaneamente, pode melhorar a digestão e absorção das dietas, contribuindo para o crescimento e sobrevivência dos peixes (FOSSE et al., 2013).

### **1.7 Papel das Enzimas Antioxidantes na Saúde dos Peixes Ornamentais**

Dentro do intrincado sistema de defesa antioxidante dos peixes ornamentais, a superóxido dismutase (SOD) assume um papel de destaque. Essa enzima desempenha uma função vital ao catalisar a conversão do superóxido em oxigênio e peróxido de hidrogênio, proporcionando uma linha de defesa antioxidante fundamental (BIANCHI & ANTUNES, 1999).

A importância da nutrição nos peixes ornamentais reflete-se nas semelhanças de suas exigências nutricionais com as dos peixes destinados ao consumo. No entanto, nos peixes ornamentais, existe um acréscimo notável na necessidade de carotenoides. Além de contribuírem para a pigmentação da pele, esses compostos lipossolúveis desempenham um papel vital como antioxidantes eficazes, reforçando ainda mais a relevância da alimentação balanceada (ZUANON et al., 2011). O sistema antioxidante, intrincado em sua natureza, opera em harmonia com uma série de enzimas. Um exemplo notável é a colaboração entre a superóxido dismutase (SOD) e a catalase (CAT). A SOD age na conversão do íon superóxido ( $O_2^-$ ) em peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), enquanto a enzima catalase decompõe o peróxido de hidrogênio em água ( $H_2O$ ) e oxigênio ( $O_2$ ) (ROSEIN et al, 2004). As investigações realizadas em espécies de peixes ornamentais, como a zebra fish, revelaram resultados promissores com a inclusão de suplementos, como a vitamina E, na dieta. Os benefícios foram notáveis, incluindo

melhorias no estado antioxidante dos peixes e um aumento significativo na capacidade global de combate aos radicais livres (PEREIRA, 2017).

### **1.8 Papel das Enzimas Metabólicas na Saúde e Nutrição de Peixes Ornamentais**

Os aditivos enzimáticos representam um componente valioso nas estratégias de manejo nutricional de peixes ornamentais. Embora não forneçam diretamente nutrientes, essas enzimas desempenham um papel crucial ao aprimorar a eficácia do processo digestivo, aumentando assim a digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta (CAMPESTRINI et al., 2005).

No âmbito hepático, as enzimas alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST) desempenham um papel de destaque como marcadores sensíveis de saúde hepática. Elevações nos níveis séricos dessas enzimas são frequentemente associadas a disfunções hepáticas, muitas vezes resultantes da ruptura dos hepatócitos (BORSA et al., 2006). Portanto, a monitorização dos níveis dessas enzimas pode fornecer insights cruciais sobre a saúde do fígado. A exposição a poluentes e substâncias químicas pode alterar processos metabólicos e celulares no fígado. Isso afeta os resultados dos perfis bioquímicos, incluindo enzimas hepáticas, usadas para entender os mecanismos de ação dessas substâncias. Essas mudanças nos níveis de enzimas hepáticas e outros marcadores indicam danos e respostas adaptativas do organismo (OTA et al., 2015).

Considerando a relevância do fígado como um dos principais órgãos afetados por substâncias tóxicas, torna-se imperativo compreender a relação entre a nutrição e a saúde hepática na piscicultura ornamental (MONTANHA & PIMPÃO, 2012). Uma abordagem alimentar sensata e estratégica pode contribuir significativamente para promover uma boa prática de manejo alimentar, com o uso de alimentos naturais e equilibrados (RIBEIRO et al., 2007).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura da Universidade Federal da Grande Dourados, utilizando-se a espécie nativa *Hyphessobrycon eques*, o Mato Grosso. O ensaio foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Animais do Centro Universitário da Grande Dourados/CEUA, protocolo: 034/17.

#### 3.2 Obtenção e preparo do extrato hidroalcoólico de rosella (*Hibiscus sabdariffa*)

A aquisição de pétalas de rosella desidratadas, foi adquirida por meio do comércio local. Para a elaboração do extrato, o material foi meticulosamente pesado até atingir uma quantidade de 50 gramas. Em seguida, foi empregado 300 mL de uma solução hidroalcoólica (50:50) para a preparação do extrato. O material foi então armazenado em condições refrigeradas por um período de 7 dias, visando à extração dos componentes desejados.

#### 3.3 Preparo da dieta

Foi utilizada uma dieta comercial (40,88% PB e 4374,8 Kcal kg<sup>-1</sup>) controle contendo os ingredientes: Amido de Milho, Alho, Beterraba, Cantaxantina, L-Carnitina, Extrato Vegetal, Farelo de Linhaça, Farelo de Soja, Farinha de Artêmia, Farinha de Peixe, Isolado Proteico de Soja, L-Lisina, Milho, Óleo de Peixe, Óleo de Soja, Protenose, Quirera de Arroz, Sal, Extrato de Yucca, Premix Vitamínico Mineral e Aditivos Conservantes, Antioxidante, Adsorvente de Micotoxinas, Probiótico, Prebiótico e Multienzimático. A ração comercial específica para peixes ornamentais foi utilizada como base para as rações experimentais.

Posteriormente, foi procedido à incorporação do extrato à ração, seguindo proporções específicas de controle (sem o extrato) 0,12 mg, 0,25 mg e 0,50 mg, respectivamente. Após a inclusão do extrato, as rações foram submetidas a um processo de secagem em uma estufa com temperatura controlada de 65°C, que se estendeu ao longo de 24 horas. Esse procedimento foi adotado para assegurar a remoção de umidade e garantir a estabilidade do extrato na ração.

Após o processo de secagem, as rações foram novamente pesadas para garantir que cada amostra atingisse o peso final de 50 gramas. Em seguida, foram armazenadas em potes herméticos e vedados, a fim de protegê-las da exposição à luz e prevenir a degradação dos

compostos sensíveis à luz. Essas medidas foram adotadas para manter a integridade dos extratos e garantir a uniformidade das amostras de ração utilizadas nos experimentos subsequentes.

TABELA 1. Composição bromatológica analisada e características antioxidantes de dietas experimentais contendo diferentes níveis de extrato hidroalcoólico de rosella.

<b>Dietas (mg.kg<sup>-1</sup>)</b>				
Composição (%)	Controle	0,12	0,25	0,50
Dieta Comercial (g)	100	100	100	100
Extrato de rosella (mL)	-	12	25	50
<b>Composição bromatológica</b>				
Matéria seca (%)	90,38	90,38	90,38	90,38
Cinzas (%)	10,54	10,54	10,54	10,54
Proteína Bruta (%)	40,88	40,88	40,88	40,88
Extrato Etéreo (%)	10,31	10,31	10,31	10,31
Fibra Bruta (%)	2,46	2,46	2,46	2,46
Energia Bruta (kcal.kg <sup>-1</sup> )	4374,8	4374,8	4374,8	4374,8

### 3.3 Animais

O ensaio *in vivo* foi realizado com 120 peixes ( $0,51 \pm 0,66$  g), provenientes da mesma ninhada, com 4 meses de idade. Foram distribuídos aleatoriamente em 12 aquários de polietileno de 20L, em sistema de recirculação de água, com a densidade de estocagem de 10 peixes por aquário, estes peixes foram submetidos por 21 dias a alimentação com diferentes níveis de extrato hidroalcoólico de rosella. (controle; 0,12; 0,25 e 0,50mg de EHR /kg de ração).

Os níveis de amônia ( $0,002 \pm 0,001$  mg L<sup>-1</sup>) foram medidos semanalmente com Kit de Testes Labcon (Indústria e Comércio de Alimentos Desidratados Alcon Ltda., Balneário de Camboriú, SC, Brasil). Os peixes foram alimentados três vezes ao dia (8:00; 11:00; 15:00), por um período de 21 dias até a aparente saciedade. Foi utilizado uma dieta comercial para a espécie (40,88% PB e 4374,8 Kcal kg<sup>-1</sup>) suplementada com o extrato hidroalcoólico de rosella para obter as concentrações (controle; 0,12; 0,25 e 0,50 mg de EHR /kg de ração) (Tabela 1). A tolerância dos peixes foi aferida pela sobrevivência aos protocolos de alimentação diariamente.

A tolerância dos peixes ao EHR foi aferida pela sobrevivência aos protocolos de alimentação diariamente. No 21º dia os peixes foram eutanasiados e mensurados o peso e o comprimento, para os cálculos de desempenho zootécnico: Ganho em peso = peso final - peso inicial; taxa de crescimento específico:  $(\{\ln \text{ do peso final} - \ln \text{ do peso inicial}\} / \text{dias de experimento}) \times 100$ ; eficiência alimentar:  $EA = \text{ganho de peso} / \text{consumo de ração}$ ; Sobrevivência:  $S = [\text{número de peixes final} / \text{número inicial de peixes}] \times 100$ . E fator de condição:  $K = W/Lb$ , onde  $W =$  peso total,  $L =$  comprimento e  $b =$  coeficiente angular da relação peso/comprimento). Para mensurar a coloração, todos os peixes foram utilizados e aferidos com o auxílio de fotolorímetro portátil Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta®), por sistema de coordenadas de Hunter  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , que mede a intensidade de  $L^*$  que representa brilho ou luminosidade (-100 preto e, +100 branco), a cromaticidade de  $a^*$ , representado pelas tonalidades de verde (-100) e vermelho (+100) e a cromaticidade de  $b^*$ , representado pelas tonalidades de azul (-100) e amarelo (+100) (Rezende et al., 2012). A mensuração foi realizada na região dorsal, logo abaixo da nadadeira dorsal, no peixe *in vivo*. Para avaliação da atividade hepática e atividade antioxidante do extrato de casca de Rosella, 30 exemplares de peixe Mato Grosso foram utilizados, as análises foram realizadas individualmente. A quantificação foi realizada na região dorsal, logo abaixo da nadadeira dorsal, no peixe *in vivo*.

### 3.4 Análise enzimática

Para análise das enzimas metabólicas alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST), amostras de fígado (100 mg) foram homogeneizadas com tampão fosfato de sódio (glicerol v/v em tampão fosfato de sódio 20 mM e Tris 10 mM - pH 7,0) em homogenizador tipo Potter-Elvehjem. Posteriormente, esta amostra foi centrifugada a 4°C por três minutos a 600 x g e o sobrenadante submetido a uma nova centrifugação por oito minutos a 6000 x g. O sobrenadante foi utilizado para os ensaios enzimáticas ALT e AST. As mensurações da atividade das referidas enzimas foram determinadas por uma modificação do método de Reitman; Frankel (1957). As leituras das amostras foram realizadas por espectrofotometria (espectrofotômetro semiautomático Bioplus S-200), com luz de comprimento de onda apropriado para cada teste.

A atividade antioxidante na pele foi realizada através da atividade da superperóxido desmutase testada por auto-oxidação de pirogallol, que é inibida na presença de SOD (Beutler 1984, modificado). As leituras de absorbância foram realizadas em 420 nm, considerando que

1,0 UI inibe 50% a auto-oxidação do pirogalol. A atividade catalase foi avaliada lendo o decaimento de  $H_2O_2$  a 230 nm (Beutler 1984). Uma unidade de CAT foi definida como a quantidade de enzima necessária em 1,0  $\mu$ mol de  $H_2O_2$   $min^{-1}$  de oxidação, e a absorvidade molar usada foi  $(H_2O_2) \epsilon_{\lambda 230} = 0,071 \text{ mM cm}^{-1}$ . A proteína foi determinada com reagente de Bradford contra uma solução padrão de BSA (Kruger 1994).

### **3.5 Procedimento estatístico**

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado contendo quatro concentrações de EHR: 0 (controle); 0,12; 0,25 e 0,50 mg de EHR/kg de ração na alimentação dos peixes Mato Grosso com 3 repetições. A normalidade e homogeneidade da variância dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk, em programa Bioestat (versão 5.0). Foi realizada a análise de variância (ANOVA), e quando detectada diferença significativa ( $p < 0,05$ ), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O EHR demonstrou que pode ser utilizado com segurança na alimentação do Mato Grosso, uma vez que não houve mortalidade durante o ensaio. As concentrações de 0,12 e 0,25 mg de EHR/kg de ração proporcionaram melhores índices de eficiência alimentar e as rações de 0,25 e 0,50 mg de EHR/kg maior comprimento padrão. O grupo controle (sem a inclusão de EHR/kg) e o grupo com menor concentração (0,12 mg EHR/kg), obtiveram menores índices de crescimento (Tabela 2).

TABELA 2. Desempenho zootécnico e coloração da pele, atividade das enzimas digestivas, metabólicas e antioxidantes do peixe Mato Grosso (*Hyphessobrycon eques*) alimentados com diferentes níveis de inclusão de extrato hidroalcoólico de rosella (*Hibiscus sabdariffa*).

Parâmetros	Diets (mg.kg <sup>-1</sup> )				P
	Controle	0,12	0,25	0,50	
GP (g)	0,43±0,09	0,47±0,06	0,53±0,05	0,57±0,08	0,0789
CT (cm)	3,14±0,22	3,10±0,18	3,27±0,16	3,27±0,22	0,1753
CP (cm)	2,48±0,22b	2,39±0,17b	2,62±0,17a	2,65±0,18a	0,0417
Altura (cm)	1,20±0,13	1,21±0,13	1,26±0,12	1,22±0,13	0,8101
EA	1,78±0,33b	3,16±0,44a	3,58±0,39a	1,91±0,29b	<0,0001
TCE (%/dia)	18,95±0,88	18,42±0,64	19,02±0,52	19,31±0,68	0,0733
FC	0,035±0,004	0,032±0,002	0,031±0,002	0,035±0,008	-
<i>Coloração da pele</i>					
L*	58,89±7,89	43,44±18,07	44,23±5,64	43,73±12,64	0,2970
a*	1,76±0,48b	2,01±1,00a	2,45±0,78a	3,19±1,57a	0,0349
b*	-1,15±0,85a	-3,43±4,49a	0,07±0,86b	-0,72±0,70a	0,0222
<i>Enzimas Metabólicas (U/mg)</i>					
ALT	892,00±31,14a	813,75±19,64a	633,0±29,47b	603,75±14,62b	<0,0001
AST	859,60±31,19a	879,50±82,96a	774,0±21,41b	761,25±23,95b	<0,0001
Albumina*	0,13±0,01	0,12±0,01	0,12±0,02	0,12±0,03	0,0975
<i>Enzimas antioxidantes (U/mg)</i>					
CAT	97,67±9,02b	89,5±6,36b	105,7±2,08a	105,0±2,88a	<0,0001
SOD	3,65±0,5	4,30±0,7	4,20±0,55	4,12±0,29	0,3801

\*Médias seguidas de letras distintas reportam diferença pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); Dados expressos em média  $\pm$  desvio padrão. GP (mg)= Ganho em peso; CT (cm)= Comprimento Total; CP (cm)= Comprimento Padrão; EA= Eficiência Alimentar; TCE (%/dia) = Taxa de Crescimento Específico; FC= Fator de Condição relativo. ALT - Alanina Aminotransferase; AST - Aminotransferase de Aspartato; SOD - Superóxido Dismutase; CAT - Catalase. \*Albumina ( $\text{g.dL}^{-1}$ ).

A luminosidade do peixe não apresenta qualquer alteração frente a suplementação EHR na alimentação de peixe mato grosso. A altas doses de EHR apresenta o aumento da intensidade de vermelho nos peixes (Tabela 2). A utilização de 0,50 de EHR promove maior efeito na coloração no croma a\*. A rosella se destaca por possuir uma alta taxa de concentração de antocianinas em sua composição bioquímica, além da presença de compostos fenólicos que em conjunto são responsáveis pela sua coloração e poder antioxidante (Silva et al., 2016). Fator este observado nos peixes alimentados com 0,25 e 0,50 mg de EHR/kg na dieta, pelo aumento de cor vermelha demonstrado pela cromaticidade de a\*. A inclusão de corantes naturais, como as antocianinas presentes na rosella, nas rações para peixes ornamentais, mostrou-se uma alternativa viável e saudável em substituição aos corantes sintéticos (ZUANON et al., 2011). A resposta da atividade antioxidante das dietas com inclusão do extrato de rosella estão relacionadas aos compostos bioativos presentes em sua composição. A presença de compostos antioxidantes, como antocianinas, flavonoides e betacaroteno, buscam retardar ou bloquear os efeitos causados pelos radicais livres (Gomes et al., 2021). Esta ação protetora ocorre, principalmente, pela presença de ativos nutricionais incorporados na dieta (OTA et al., 2019), como fontes naturais (MAITI et al., 2017). Além de aumentar a coloração dos alimentos, os corantes naturais também podem beneficiar o sistema imunológico dos peixes. A concentração de antocianinas na composição bioquímica da rosella reforça sua capacidade de conferir uma coloração vermelha atrativa aos peixes ornamentais. Em suma, os resultados deste estudo indicam que o extrato hidroalcolico de rosella possui atividade antioxidativa e hepatoprotetora em peixes ornamentais. Essa descoberta pode contribuir para o desenvolvimento de rações mais saudáveis e naturais, com benefícios não apenas na coloração dos peixes ornamentais, mas também em sua saúde geral e resistência a doenças.

Alguns trabalhos reportam o sucesso da incorporação de plantas com componentes pigmentantes na alimentação de peixes (KAUR & TARANG, 2017), no entanto, poucos estudos foram realizados em peixes neotropicais.

Neste estudo houve um indicativo da melhora da CAT (Catalase), nas concentrações de 0,25 e 0,50 EHR, esta enzima de origem dietética, tem ação reduzir a formação de radicais livres, mais especificamente atua impedindo a formação de peróxido de hidrogênio, catalisa a conversão do  $H_2O_2$  a  $H_2O$  (BARBOSA et al., 2010). Enquanto SOD (Superóxido dismutase), permaneceu com valores sem alteração significativa, esta enzima apresenta catalisa a conversão do radical superóxido ( $O_2\bullet$ ) em peróxido de hidrogênio  $H_2O_2$  (RODRIGUES et al., 2002). A resposta mais expressiva das enzimas oxidativas, como a Catalase (CAT) e a Superóxido Dismutase (SOD), sugere uma maior eficiência do extrato hidroalcolico de rosella em combater os radicais livres e reduzir o estresse oxidativo no fígado dos peixes, o que contribuiu para a atividade hepatoprotetora observada.

A resposta da atividade antioxidativa das dietas com inclusão do extrato de rosella, estão relacionadas aos seus compostos bioativos, presentes nas pétalas das flores (ANJOS et al., 2017). Esta ação protetora se dá, principalmente, pela presença de compostos bioativos, que são provenientes de uma dieta variada, visando o aproveitamento de alimentos ricos em nutrientes, com destaque para os compostos fenólicos, antocianinas, carotenoides e flavonoides (PALLAUF et al., 2013). No presente estudo, ocorreu uma diminuição significativa nas enzimas metabólicas AST (aspartato aminotransferase) e a ALT (alanina aminotransferase), revelando assim seu efeito hepatoprotetor, demonstrando, uma resposta significativa as inclusões de 0,25 e 0,50 de EHR /kg. A beleza do peixe exacerbada pelo aumento da cor é um fator que a nutrição de organismos aquáticos ornamentais vem buscando, associado à melhora na saúde e bem-estar. Neste contexto, o principal órgão do metabolismo de energia nos peixes é o fígado, e sua desintoxicação apresenta efeito protetor desses animais, e danos como lesões ou disfunção tem se tornado um dos problemas mais sérios na aquicultura (Ma et al., 2019). A diminuição significativa observada nos valores de AST, revelou um efeito hepatoprotetor, da inclusão do EHR. O efeito hepatoprotetor foi reportado por algumas plantas (Ota et al., 2019; Gao et al., 2020), demonstrando melhora no desenvolvimento dos peixes.

Segundo Arauco et al. (2007), verificou-se através da análise histológica do fígado de rã-touro, não ocorreu lesões celulares aos hepatócitos, alimentados, com extrato hidroalcolico de própolis na ração, afirmando em seu estudo que é de significativa a importância na proteção da biomembrana dos hepatócitos. A utilização de corantes naturais, que contém fatores

pigmentantes como antocianinas, que promovem a pigmentação vermelhas nos alimentos, sendo uma alternativa para a diminuição corantes sintéticos, uma vez que os naturais além de aumentar a coloração favorecem o sistema imune, rosella se destaca por possuir uma taxa de concentração de antocianinas em sua composição bioquímica (VANEGAS-ESPINOZA et al., 2019).

Os compostos bioativos presentes nas pétalas de rosella, como antocianinas, flavonoide, foram responsáveis pelas respostas antioxidantes observadas. Esses compostos têm conhecidas propriedades antioxidantes e buscam retardar ou bloquear os efeitos prejudiciais dos radicais livres no organismo. No trabalho de Vanegas-Espinoza et al. (2019) também foi reportado o aumento da pigmentação nas maiores concentrações de aditivo (antocianinas microencapsuladas), à base de rosella, adicionado na dieta dos peixes (*Carassius auratus*) A presença desses compostos nas rações enriquecidas com EHR contribuiu para melhorar a atividade antioxidante no fígado dos peixes ornamentais. Além dos efeitos antioxidantes, o extrato de rosella também demonstrou atividade hepatoprotetora nos peixes ornamentais.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que o extrato hidroalcolico de rosella (*Hibiscus sabdariffa*) possui propriedades antioxidativas e hepatoprotetoras em peixes ornamentais. A inclusão do extrato na dieta dos peixes resultou em respostas significativas nas atividades das enzimas antioxidantes, especialmente na Catalase (CAT), que mostrou uma melhora em sua atividade com as dosagens de 0,25 e 0,50 mg de EHR/kg de ração. A presença de compostos bioativos, como antocianinas, flavonoides e betacaroteno, nas pétalas de rosella, desempenhou um papel fundamental nas respostas antioxidativas observadas. Esses compostos têm a capacidade de combater os radicais livres, protegendo as células do organismo contra o estresse oxidativo e os danos causados por essas espécies reativas.

Além disso, os resultados indicaram um efeito hepatoprotetor do extrato de rosella, evidenciado pela diminuição significativa das enzimas metabólicas AST e ALT no fígado dos peixes ornamentais alimentados com as dosagens de 0,25 e 0,50 mg de EHR/kg de ração. Esses achados sugerem que o extrato de rosella pode ajudar a proteger o fígado contra possíveis lesões e danos. A inclusão de corantes naturais, como as antocianinas presentes na rosella, nas rações para peixes ornamentais, além de proporcionar uma coloração vermelha atraente, também apresenta vantagens em relação aos corantes sintéticos, uma vez que contribui para o fortalecimento do sistema imunológico dos peixes. Esses resultados são promissores e abrem caminho para novas pesquisas e desenvolvimento de rações enriquecidas com extrato de rosella, visando o bem-estar e a saúde dos peixes ornamentais. A utilização de corantes naturais e compostos bioativos provenientes de fontes vegetais como a rosella representa uma abordagem sustentável e saudável para a indústria de aquicultura, proporcionando benefícios tanto aos produtores quanto aos consumidores.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, J. C.; MUNHOZ, M. P.; SILVA, V. N.; TIRAPELI, K. G.; PEREIRA, A. A. F.; NAKAMUNE, A. C. M. S. Estudo in vitro da atividade antioxidante de *Hibiscus Sabdariffa* L. **Revista Saúde UniToledo**, v. 1, n. 1, p. 20-30, 2017.

ARAUCO, L. R. R., DE STÉFANI, M. V., NAKAGHI, L. S. O., & OLIVEIRA-BAHIA, V. R. L. D. Histologia do rim, fígado e intestino de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*) alimentados com dietas contendo própolis. **Ciência Rural**, v.37, p. 1436-1441, 2007.

BARBOSA, K. B. F., COSTA, N. M. B., ALFENAS, R. D. C. G., DE PAULA, S. O., MINIM, V. P. R., & BRESSAN, J. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de nutrição**, v. 23, p. 629-643, 2010.

BIANCHI, MARIA DE LOURDES PIRES; ANTUNES, LUSÂNIA MARIA GREGGI. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de nutrição**, v. 12, p. 123-130, 1999. .

BORSA, A., KOHAYAGAWA, A., BORETTI, L. P., SAITO, M. E., KUIBIDA, K. Níveis séricos de enzimas de função hepática em frangos de corte de criação industrial clinicamente saudáveis. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, p. 675-677, 2006.

CAL, L.; BREGUA, P. S.; REVERTER, J. M. C.; BRAASCH, I.; ROTLLANT, J. Fish pigmentation and the melanocortin system. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 211, p. 26-33, 2017.

CAMPESTRINI, E; SILVA, VTM DA; APPELT, DJALMA. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 6, p. 254-267, 2005.

CAMPOS, M. T. G. & LEME, F. O. P. Estresse oxidativo: fisiopatogenia e diagnóstico laboratorial. **Revista Pubvet**, v. 12, n. 1, p. 139, 2018.

CARDOSO, R.S.; LANA, Â.M.Q; TEIXEIRA, E.A; LUZ, R.K; FARIA, P.M.C. Caracterização socioeconômica da aquicultura ornamental na região da zona da Mata Mineira. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 89-96, 2011.

CAVALHEIRO, A. C. M., CASTRO, M. L. S., EINHARDT, M., POUHEY, J. L. O. F., PIEDRAS, S. N., & XAVIER, E. G. Micro ingredientes utilizados em alimentação de peixes em cativeiro—Revisão. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 109, p. 11-20, 2014.

CUNHA, P. S. L; LANNA, E. A. T.; BASTOS, R. K. X.; FREITAS, L. M.; REZENDE, F. Uso de biossólidos como estratégia de fertilização da água para produção aquícola. **Revista Aidis de Ingeniería y Ciencias Ambientales**. v. 2, n. 1, p. 56-64, 2009.

DORCE, L. S., MENDONÇA, W. C. B., SIQUEIRA, M. S., SANTOS, R. F. B., SOUSA, R. M., ZIEMNICZAK, H. M., & DA SILVA, C. A. H. Atividade das enzimas digestivas frente a restrição alimentar de peixes ornamentais. **Agrarian**, v. 13, n. 47, p. 107-113, 2020.

FIROUZBAKHS, F., NOORI, F., KHALES, M. K., & JANI-KHALILI, K. Effects of a probiotic, protexin, on the growth performance and hematological parameters in the Oscar (*Astronotus ocellatus*) fingerlings. **Fish physiology and biochemistry**, v. 37, p. 833-842, 2011.

GIONGO, P., SAMPAIO, W. M. S., FERNANDES, A., DERGAM, J. A., KAVALCO, K. F., & PAZZA, R.. Diversidade cariotípica de *Astyanax asuncionensis* (Teleostei, Characiformes) na microbacia do rio Sepotuba (Alto Paraguai). **Evolução e Conservação da Biodiversidade Rio Paranaíba**, v. 3, p. 53-58, 2012.

GOMES, V. D. S., CAVALCANTI, C. R., BATISTA, J. M. M., SANTOS, F., & JOPRDÃO FILHO, J.J. Uso de aditivos alimentares para peixes ornamentais. **Revista Científica Rural**, 23(1): 266-279, 2021.

GOMES, V. D. S., SILVA, J. H. V., CAVALCANTI, C. R., DA FONSECA, S. B., JORDÃO FILHO, J., SILVA NETO, M. R., DA SILVA, F. B. Utilização de enzimas exógenas na nutrição de peixes - revisão de literatura. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 19, n. 4. 2016.

GOMES, V. D. S.; SILVA, J. H. V.; CAVALCANTI, C. R.; LIMA, M. C.; JORDÃO FILHO, J.; AMÂNCIO, A. L. L. Enzimas exógenas na alimentação do peixe guppy (*Poecilia reticulata*). **Archives of Veterinary Science**. v.22, n.3, p.24-29, 2017.

GOMES, V.D.S.; CAVALCANTI, C.R.; BATISTA, J.M.M.; ALMEIDA, J.L.S., SANTOS, F.G.A.; JORDÃO FILHO, J. Uso de aditivos alimentares para peixes ornamentais. **Revista Científica Rural**, 23(1): 266-279, 2021.

HEIN, G. *Hyphessobrycon pando* sp. n., a new rosy tetra from northern Bolivia (Teleostei, Characiformes, Characidae). **Bulletin of Fish Biology**, v.10, p.1-10, 2008.

JORJANI, M., SHARIFROOHANI, M., GHOLAMPOOR, E., & MIRZAEI, M. R. The effects of Marigold as natural carotenoids on scale chromatophores' variations in blue gourami under different stocking densities. **International Journal of Ornamental Aquatics Research**, v. 1, n. 1, p. 53-60, 2019.

KAUR, R.; TARANG, K.S. Role of feed additives in pigmentation of ornamental fishes. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, 5(2): 684-686, 2017.

MA, H.J.; MOU, M.M.; PU, D.C.; LIN, S.M.; CHEN, Y.J.; LUO, L. Effect of dietary starch level on growth, metabolism enzyme and oxidative status of juvenile largemouth bass, *Micropterus salmoides*. **Aquaculture**, 498: 482-487, 2019.

KUMAR, P. A.; SUDHAKARAN, S.; MOHAN, T. C.; PAMANNA, P.; KUMAR, P. R.; SHANTHANNA, P. Evaluation of colour enhance potential of three natural plant pigment sources (african tulips tree flower, red paprika, pomegranate peel) in goldfish (*Carassius auratus*). **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 5, n. 6, p. 47-51. 2017.

MAITI, K. M.; BORA, D.; TL, N.; SAHOO, S.; BK, A.; KUMAR, S. Effect of dietary natural carotenoid sources color enhancement of koi carp, *Ciprynos carpio* L. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 5, n. 4, p. 340-345. 2017.

MONTANHA, FRANCISCO PIZZOLATO; PIMPÃO, CLÁUDIA TURRA; TITULAR-PUCPR, Médica Veterinária. Efeitos toxicológicos de piretróides (cipermetrina e deltametrina) em peixes-Revisão. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**, v. 9, n. 18, p. 1-58, 2012.

NEVES, L. C.; CAMPOS, A. J.; BENEDETTE, R. M.; TOSIN, J. M.; CHAGAS, E. A. Caracterização da capacidade antioxidante de frutas nativas da Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1165-1173, 2012.

NHAN, H.T.; MINH, T.X.; LIEW, H.J.; HIEN, T.T.T.; JHA, R. Effects of natural dietary carotenoids on skin coloration of false Clownfish (*Amphiprion ocellaris* Cuvier, 1830). **Aquaculture Nutrition**, 25(3): 662-668, 2019.

OTA, E.C.; HONORATO, C.A.; HEREDIA-VIEIRA, S.C.; FLORES-QUINTANA, C.I.; DE CASTRO SILVA, T.S., INOUE, L.A.K.A.; CARDOSO, C.A.L. Hepatic and gastroprotective activity of *Serjania marginata* leaf aqueous extract in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish Physiology Biochemistry*, 45(3): 1051-1065, 2019.

OTA, R. R., DEPRÁ, G. D. C., GRAÇA, W. J. D., & PAVANELLI, C. S.. Avaliação da função hepática de peixes *Rhamdia quelen* expostos aos desreguladores endócrinos estriol e estrona. **Revinter**, v. 8, n. 1, p. 82-99, 2015.

PALLAUF, K.; BENDAL, J. K.; SCHEIERMANN, C.; WATSCHINGER, K.; HOFFMANN, J.; ROEDER, T. RIMBACH, G. Vitamin C and lifespan in model organisms. **Journal Elsevier Food and Chemical Toxicology**, v. 58, p. 255-263, 2013.

PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; CONSTANT, P. B. L. Dietary antioxidants: chemical and biological importance. **Nutrire-Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 34, n. 3, p. 231-247, 2009.

PEREIRA, ADRIANO ALVARENGA. **Interação do exercício físico crônico e da suplementação com vitamina E sobre parâmetros oxidativos musculares de peixe zebra (*Danio rerio*)**. 2017. Dissertação de Mestrado.

RASHIDIAN, G.; RAINIS, S.; PROKI, M.D.; FAGGIO, C. Effects of different levels of carotenoids and light sources on swordtail fish (*Xiphophorus helleri*) growth, survival rate and reproductive parameters. **Natural Product Research**, 35(21): 3675-3686, 2020a.

RASHIDIAN, G.; BAHRAMI, G.S.; FARSAANI, M.N.; PROKI, M.D.; FAGGIO, C. The oak (*Quercus brantii*) acorn as a growth promotor for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): growth performance, body composition, liver enzymes activity and blood biochemical parameters. **Natural Product Research**, 34(17): 2413-2423, 2020b.

REZENDE, F.P.; VIDAL JÚNIOR, M.V.; ANDRADE, D.R.; MENDONÇA, P.P.; SANTOS, M.V.B. Characterization of a new methodology based on the intensity of skin staining of ornamental fish with applications in nutrition. **Journal of Agricultural Science and Technology B**, 2(2): 606-613, 2012.

RIBEIRO, P. A. P., BRESSAN, M. C., LOGATO, P. V. R., GONÇALVES, A. C. S. Nutrição lipídica para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 4, n. 2, p. 436-455, 2007.

ROCHA, C. E.; SARTORI, A. C.; NAVARRO, F. F. Aplicação de alimentos antioxidantes na prevenção do envelhecimento cutâneo. **Revista Científica da Fho-Uniararas**, v. 4, n. 1, 2016.

RODRIGUES, M. I., MARRONI, N. P., & PERAWSKI, M. Determinação da lipoperoxidação e atividade da catalase em fígado e brânquias de peixes coletados no arroio sapucaia, bacia do guaíba, RS. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**, n. 1, 2002.

SILVA, A.B.; WIEST, J.M.; CARVALHO, H.H.C. Compostos químicos e atividade antioxidante analisados em *Hibiscus rosa-sinensis* L. (mimo-de-vênus) e *Hibiscus syriacus* L. (hibisco-da-síria). **Brazilian Journal of Food Technology**, 19: e2015074, 2016.

SILVA, D. M.; RODRIGUES, D. R.; GOUVEIA, A. B. S.; MESQUITA, S. A.; SANTOS, F.R. S.; MINAFRA, C. S. Carboidrases em rações de frango de corte. **Revista Pubvet, Veterinária E Zootecnia**, v. 10, n. 11, p. 861-872, 2016.

VANEGAS-ESPINOZA, P.E.; PÉREZ-ESCALANTE, V.; AGUIRRE-GUZMAN, G.; HOYOS-LEYVA, J.D.; DEL VILLAR-MARTÍNEZ, A.A. Microencapsulation of anthocyanins from roselle (*Hibiscus sabdariffa*) and its application on a pigment supplied diet to fantail goldfish (*Carassius auratus*). *Aquaculture International*, 27(6): 1801-1811, 2019.

ZHANG, Y.; SEERAM, N. P.; LEE, R.; FENG, L.; HEBER, D. Isolation and identification of strawberry phenolics with antioxidant and human cancer cell antiproliferative properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 3, p. 670-675, 2008.

ZUANON, J. A. S., SALARO, A. L., & FURUYA, W. M. Produção e nutrição de peixes ornamentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1, p. 165-174, 2011.