



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**INCORPORAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS BIOATIVAS DA FARINHA DA CASCA
DE JABUTICABA NA ALIMENTAÇÃO DE KINGUIO (*Carassius auratus*)**

REBECA MARIA SOUSA

Dourados – MS
Novembro de 2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**INCORPORAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS BIOATIVAS DA FARINHA DA CASCA
DE JABUTICABA NA ALIMENTAÇÃO DE KINGUIOS (*Carassius auratus*)**

REBECA MARIA SOUSA

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Claucia Aparecida Honorato
Co-orientador: Prof. Dr. Daclely Hertes Neu

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Produção Animal.

Dourados – MS
Novembro de 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S725i Sousa, Rebeca Maria
Incorporação de substâncias bioativas da farinha da casca de jabuticaba a alimentação de kinguio (*Carassius auratus*) [recurso eletrônico] / Rebeca Maria Sousa. -- 2019.
Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Claucia Aparecida Honorato da Silva.
Coorientadora: Daclely Hertes Neu.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2018.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Pigmentos. 2. Piscicultura Ornamental. 3. Plinia cauliflora. I. Silva, Claucia Aparecida Honorato Da. II. Neu, Daclely Hertes. 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.

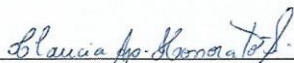
**INCORPORAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS BIOATIVAS DA FARINHA DA CASCA DE
JABUTICABA A ALIMENTAÇÃO DE KINGUIO (Carassius auratus)**

por

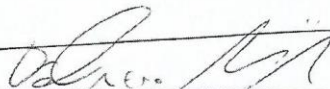
REBECA MARIA SOUSA

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ZOOTECNIA


Aprovado em: 19/11/2018



Dra. Cláudia Aparecida Honorato da Silva
Orientadora – UFGD/FCA



Dr. Fabrício Menezes Ramos
IFPA/Campus Cametá



Dra. Vanessa Lewandowski
UFGD/FCA

BIOGRAFIA DO AUTOR

Rebeca Maria Sousa. Filha de Antonia Ferreira Sousa, nascida em 08 de junho de 1987 na cidade de Brasília-DF, Brasil. Mudou-se para a cidade de Chapadinha no estado do Maranhão aos 11 anos, onde mora até os dias atuais. Ingressou no ensino médio em 2002, concluindo em 2004. Em 2010 iniciou a graduação em Zootecnia pela Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, onde concluiu o curso em 2015. No ano de 2017 iniciou as atividades como aluna de Mestrado matriculada regularmente no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, onde foi bolsista Capes durante um ano.

*Dedico à minhas amadas: mãe
Antonia e avó Leônoa (In Memória)*

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer em primeiro lugar a Deus, por ter me dado à oportunidade de viver este momento e principalmente por nunca ter perdido a fé. Agradeço em especial minha mãe Antonia Ferreira Sousa que sempre me apoiou e me incentivou e me ajudou a chegar até aqui.

Agradeço também em especial a minha orientadora Professora Dr^a Claucia Honorato, por ter me aceitado para a orientação e ter acreditado no meu trabalho. Pelos ensinamentos, conselhos e lição de vida. Ao Professor Dr. Daclely pelo apoio na co-orientação e nas palavras de incentivo, muito obrigado!

Aos amigos que ficaram de longe torcendo por minhas conquistas, obrigado por me incentivarem e por me fazerem sempre acreditar em mim mesma, pelo apoio nos momentos de desespero, quando achei que não conseguiria. Agradeço também aos que chegaram durante essa jornada, por todo compartilhamento de novos conhecimentos, de sotaques, brincadeiras e o aconchego por estar longe de casa.

Quero agradecer também aos colegas do grupo Bioquímica Adaptativa, por toda a ajuda e por terem me recebido para compartilhar minhas experiências e ter podido ajudar sempre que possível na formação de vocês. Muito obrigado!

Por fim e não menos importante, quero aqui deixar registrado o meu agradecimento a uma pessoa que foi muito importante na minha vida e que me deixou antes que viesse trilhar essa nova jornada. Hoje não está mais presente entre nós, mas sempre me apoiou mesmo que as vezes não entendesse o que seria. Vó, muito obrigado por sempre estar presente em minha memórias como se estivesse me esperando quando voltar pra casa.

Agradeço a Universidade Federal da Grande Dourados pelo acolhimento e pelas novas descobertas, muito obrigado. Agradeço também a CAPES pelo o ano de bolsa concedido que foi de fundamental importância.

Lute. Acredite. Conquiste. Perca. Deseje. Espere. Alcance. Invada. Caia. Seja tudo o quiser ser, mas acima de tudo, seja você sempre! (Autor desconhecido).

Muitíssimo Obrigado.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
CAPÍTULO 1	6
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 Piscicultura Ornamental	7
2.2 Espécie estudada - <i>Carassius auratus</i>	8
2.3 Importância da coloração da pele em peixes	9
2.4 Substâncias bioativas na alimentação de peixes ornamentais	10
2.4.1 Antocianinas	10
2.5 Jabuticaba (<i>Plinia cauliflora</i> ou <i>Myrciaria cauliflora</i>)	11
3. OBJETIVOS	12
3.1 Objetivo Geral	12
3.2 Objetivos específicos	12
4. REFERÊNCIAS	13
CAPÍTULO 2	18
EFEITO ADITIVO DE BIOATIVOS DA JABUTICABA NA ALIMENTAÇÃO DE <i>Carassius auratus</i>	18
RESUMO	18
ABSTRACT	19
1. INTRODUÇÃO	19
2. MATERIAL E MÉTODOS	20
2.1 Certificação de Estudo	20
2.2 Caracterização da matéria-prima	21
2.3 Dietas experimentais	21
2.4 Ensaio experimental	22
2.5 Pigmentação da pele dos peixes	23
2.6 Análises bioquímicas	23
2.7 Análise estatística	24
3. RESULTADOS	24

3.1 Caracterização da matéria-prima	24
3.2 Desempenho Zootécnico	24
3.3 Efeitos da farinha da casca de jabuticaba na pigmentação da pele.....	26
3.4 Parâmetros bioquímicos e enzimáticos	28
4. DISCUSSÃO.....	30
5. CONCLUSÃO.....	32
6. REFERÊNCIAS.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ingredientes e composição aproximada das dietas.....	22
Tabela 2. Parâmetros de desempenho de crescimento de <i>Carassius auratus</i> alimentados com diferentes níveis de farinha da casca de jabuticaba por 60 dias.	25
Tabela 3. Parâmetros bioquímicos, enzimas metabólicas e atividade das enzimas digestivas em <i>Carassius auratus</i> alimentados com diferentes níveis de farinha da casca de jabuticaba por 60 dias.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Percentual de distribuição de peso dos peixes alimentados com níveis de FCJ.	25
Figura 2. Parâmetros de cor L^* (A), a^* (B), b^* (C) referente a pigmentação da pele de <i>Carassius auratus</i> alimentados com diferentes níveis de farinha da casca de jabuticaba por 60 dias.	27
Figura 3. Taxa de ganho de em coloração de L^* (A), a^* (B) e b^* (C) dos peixes alimentados com níveis de FCJ.....	28

RESUMO

SOUSA, Rebeca Maria, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados MS, Outubro de 2018. **Incorporação de substâncias bioativas da farinha da casca de jabuticaba na alimentação de peixes ornamentais.** Orientadora: Cláucia Aparecida Honorato; Co-orientador: Dacley Hertel Neu.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a incorporação da farinha da casca de jabuticaba no desempenho produtivo, parâmetros bioquímicos sanguíneos e enzimáticos e a influência na coloração de *Carassius auratus*. Foram utilizados 72 espécimes de *C. auratus* distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, contendo quatro tratamentos e três repetições, com seis peixes por unidade experimental. Os níveis de adição de farinha da casca de jabuticaba (FCJ) foram: 0,00; 1,00; 1,50 e 2,00%. Os peixes com peso inicial médio de $9,67 \pm 0,37$ g e comprimento total $7,38 \pm 0,18$ cm, foram alimentados duas vezes por 60 dias. A inclusão de FCJ aumentou o consumo de alimento indicando a palatabilidade do produto. Observou-se diferença significativa em relação ao consumo de ração e taxa de crescimento específico e fator de condição nos tratamentos com a inclusão de FCJ. Houve aumento de intensidade em relação a Luminosidade e a tonalidade amarela, onde os maiores valores foram obtidos nos peixes alimentados com a inclusão de 1,00 e 1,50% da FCJ. Os parâmetros bioquímicos de triglicerídeos e colesterol não apresentaram diferença com a inclusão de FCJ. Entretanto, a inclusão de 2,00% de FCJ proporcionou aumento de glicose circulante. A atividade de AST foi maior nos peixes alimentados com as dietas contendo 1,00 e 2,00% de FCJ; a ALT apresentou redução na sua atividade frente a variação de inclusão de FCJ quando comparada ao grupo controle; Entretanto, os níveis de triglicerídeos hepáticos apresentaram diferença ($P > 0,05$) a medida que aumenta a inclusão de FCJ. Em relação as enzimas digestivas, foi observado diferença significativa ($P > 0,05$) referente a lipase nos grupos com inclusão 1,00 e 2,00% de FCJ, devido ao aumento no consumo de ração estimulando a maior atividade de lipase. Amilase, Protease inespecífica e Fosfatase Alcalina não apresentaram diferença junto à variação da dieta. Conclui-se que a inclusão farinha de casca de jabuticaba é eficiente como aditivo alimentar e que sua inclusão tem efeito hepatoprotetor, é eficaz ao nível de até 1,5% com o intuito de aumentar a luminosidade do *Carassius auratus*.

Palavras-chaves: Pigmentos, piscicultura ornamental, *Plinia cauliflora*

ABSTRACT

SOUSA, Rebeca Maria, Federal University, Dourados MS, October 2018. **Incorporation of bioactive substances from the flour of the jabuticaba bark in the feeding of ornamental fish.** Advisor: Cláucia Aparecida Honorato; Co-Advisor: Dacley Hertes Neu.

The objective of this work was to evaluate the incorporation of jabuticaba bark meal into the productive performance, biochemical and enzymatic parameters and the influence of *Carassius auratus*. 72 *C. auratus* specimens were distributed in a completely randomized design, containing four treatments and three replicates, with six fish per experimental unit. The levels of flour addition of jabuticaba bark (JBF) were: 0.00; 1.00; 1.50 and 2.00%. Fish with mean initial weight of 9.67 ± 0.37 g and total length 7.38 ± 0.18 cm were fed twice for 60 days. The inclusion of JBF increased feed intake indicating the palatability of the product. There was a significant difference in relation to feed intake and specific growth rate and condition factor in treatments with inclusion of JBF. There was an increase of intensity in relation to the luminosity and the yellow hue, where the highest values were obtained in the fish fed with inclusion of 1,00 and 1,50% of the JBF. The biochemical parameters of triglycerides and cholesterol showed no difference with the inclusion of JBF. However, inclusion of 2.00% JBF provided an increase in circulating glucose. AST activity was higher in fish fed diets containing 1.00 and 2.00% JBF; the ALT presented a reduction in its activity against the variation of inclusion of JBF when compared to the control group; However, hepatic triglyceride levels presented a difference ($P > 0.05$) as the inclusion of JBF increased. In relation to the digestive enzymes, a significant difference ($P > 0.05$) regarding lipase was observed in the groups with inclusion of 1.00 and 2.00% of JBF, due to the increase in feed consumption stimulating the higher lipase activity. Amylase, nonspecific Protease, and Alkaline Phosphatase showed no difference in relation to dietary variation. It is concluded that the inclusion of jabuticaba shell meal is efficient as a food additive and that its inclusion has a hepatoprotective effect, it is effective at the level of up to 1,5% in order to increase the luminosity of *Carassius auratus*.

Key words: ornamental fishes, pigments, *Plinia cauliflora*

CAPÍTULO 1

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O interesse na produção de peixes pode ser dividido em três áreas – para alimentação; pesca esportiva e ornamentação (MILLIS, 1995). Dessas áreas, a piscicultura ornamental vem ganhando cada vez mais destaque, devido ao grande número de espécies de peixes nessa categoria e o valor unitário elevado. Diante disso, a aquicultura ornamental tornou-se um mercado dinâmico em todo o mundo, produzindo cerca de 1.500 espécies, gerando uma receita de 5,6 bilhões de dólares (REZENDE et al., 2012), tornando-se uma atividade comercial importante, além de um dos *hobbies* mais populares do mundo (VILLAR-MARTINEZ et al., 2013).

Reconhecido por fornecer as principais espécies de peixes ornamentais, o Brasil, é o responsável por grande parte da produção (LIMA et al., 2011). A maior parte dos peixes para a exportação são capturados, e as espécies que são produzidas em cativeiros em sua maioria são para o mercado interno, e essa demanda interna tem estimulado os piscicultores a entrarem nesse mercado, contribuindo assim para a redução da captura extrativista e das espécies ameaçadas de extinção (TLUSTY, 2002; NOTTINGHAM e RAMOS, 2006; ZUANON et al., 2011).

No Brasil, as espécies de peixes ornamentais que mais se destacam são: *kinguio* (*Carassius auratus*), Plati (*Xiphophorus maculatus*), Betta (*Betta splendens*), Oscar (*Astronotus ocellatus*), Guppy ou lebiste (*Poecilia reticulata*), Neon (*Paracheirodon axeroldi*), Mato Grosso (*Hyphessobrycon eques*), Acará bandeira (*Pterophyllum scalare*) e o Acará disco (*Symphysodon discus*), por apresentarem uma grande variedade na coloração, que dentro da piscicultura ornamental é um dos principais pontos a serem avaliados no momento da comercialização (FROESE e PAULY, 2010).

O crescente interesse por este mercado de peixes ornamentais, a pouca exigência na atividade e alto valor dos peixes ornamentais, faz com que se tenha uma atenção especial, exigindo que os produtores ofereçam ao mercado mundial um “produto” diferenciado visando cores vivas, formato e originalidade nas espécies de valor comercial. Manter esses peixes sempre com vigor e uma coloração intensa até a chegada no consumidor final tem sido um dos principais entraves enfrentados pelo produtor de peixes ornamentais devido aos processos de manejo e de despesca, pois os peixes passam por

períodos passíveis de estresse, o que pode causar a diminuição desse vigor referente a coloração desses peixes (CARDOSO et al., 2011).

Neste contexto, há uma demanda por dietas específicas para peixes ornamentais, que possam utilizar substâncias bioativas que os mantenham coloridos e vistosos, gerando um crescente interesse em pesquisas que visam a utilização dessa substâncias. Que podem ser extraídas de alimentos e seus subprodutos (casca, sementes e bagaços) oriundos da fauna brasileira, que podem ser incorporados a outros alimentos e de forma efetiva melhorar o valor nutricional agregado e melhorar a qualidade de vida dos peixes (AZIZ et al., 2012; MORALES et al., 2016).

Dentre as plantas que apresentam estas substâncias está a jabuticaba (*Plinia cauliflora*), uma fruta brasileira que apresenta em sua composição compostos fenólicos como as antocianinas, podendo contribuir para a intensificação da pigmentação da pele desses peixes (LEITE-LEGATTI et al., 2012). A casca da jabuticaba possui quantidade expressivas de antocianinas devido sua coloração roxa, e, portanto, atua como corante natural (FERREIRA et al., 2012), podendo ser uma opção na incorporação de alimentos e ração animal, como aditivo (MORALES et al., 2016).

Portanto, este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a incorporação de substâncias bioativas da farinha da casca de jabuticaba (*Plinia cauliflora*) na alimentação de peixes ornamentais, objetivando-se o aumento da pigmentação da pele de *Carassius auratus*.

A presente dissertação é composta por dois capítulos. O primeiro capítulo refere-se a revisão bibliográfica descrita conforme as normas vigentes do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados; o segundo capítulo foi redigido conforme as normas de publicação da Revista Aquaculture Research.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Piscicultura Ornamental

A piscicultura ornamental participa como um segmento agropecuário por possuir valor agregado mais elevado. O comércio de peixes ornamentais começou na China no início do século XII, com a criação de carpas coloridas em pequenos lagos (VIERIA, 2007). Popularizada no século XX, com a chegada de tecnologias que facilitaram o cultivo, a piscicultura ornamental passou a ser “domesticada” e denominada como

aquariofilia, surgiu como um hobby por meio do uso de aquários de vidro, possibilitando a contemplação dos animais em visão panorâmica (RIBEIRO , LIMA e FERNANDES , 2010).

O comércio de peixes ornamentais é um mercado amplo e global (WABNITZ et al., 2003) oferecendo serviços e oportunidades de emprego a novos profissionais e contribuindo para o crescimento econômico de países não desenvolvidos (FAO, 2017). Para fins de ornamentação, mais de 2500 espécies estão envolvidas comercialmente no mundo, onde 60% são espécies de água doce, que representam aproximadamente 85% do valor de mercado (INFOFISH, 2016). Além dos centros comerciais tradicionais como Singapura e China, países da América do Sul como Brasil, Colômbia e o Peru subiram no ranking como grandes fornecedores de peixes ornamentais (INFOFISH, 2016).

O cultivo desse grupo de peixes está entre os setores mais crescente dentro do mercado pet. No Brasil, são contabilizados cerca de 18 milhões de peixes ornamentais, sendo o quarto pet preferido dos brasileiros ao adquirir um animal de estimação e sua procura cresce a cada ano. E esse mercado é mais valorizado ainda devido ao grande número de espécies e as variedades, tanto em forma corporal, quanto as diferentes colorações presentes nesses peixes (ABINPET, 2018; RIBEIRO, 2018).

2.2 Espécie estudada - *Carassius auratus*

O *C. auratus* é denominado popularmente como *kinguio* ou *goldfish*. Originário da China, pertence a classe Actinopterygii, ordem Cypriniformes, família Cyprinidae. É uma espécie de fácil manejo, rusticidade, alta prolificidade, e apresenta grande popularidade por se adaptar facilmente a diferentes condições ambientais além de grande beleza (SILVA e SCHULZ, 2006).

É um peixe de água doce, sendo parente próximo da carpa comum (*Cyprinus carpio*) e capim (*Ctenopharyngodon idella*). Tem um grande valor comercial agregado devido sua grande capacidade de assumir diferentes formas (poliformismo) e pela característica de que, por seleção, é possível obter indivíduos com diferentes mutações, principalmente nos olhos e nadadeiras, bem como coloração variada, permitindo grandes variações dentro da mesma espécie (COSTA, 2012).

Por ser parente próximo das carpas, que são originárias de águas frias, o *C. auratus* pode suportar temperaturas na faixa de 0 a 41° C, podendo suportar dias em situações de

anóxia em lagos congelados (BEITINGER e BENNETT, 2000). Dependendo da condições de cultivo, principalmente os fatores que envolvam temperatura, qualidade de água, densidade de estocagem, taxa de arraçoamento e qualidade do alimento fornecido, a taxa de crescimento na natureza pode atingir 13,1 cm ano⁻¹, porém seu comprimento médio quando adulto é de 35 cm (FISHING-WORLD RECORDS, 2005).

2.3 Importância da coloração da pele em peixes

Os peixes não possuem a capacidade de produzirem os pigmentos que formam a cor quando estão fora do seu ambiente natural, tornando-se necessário o fornecimento exclusivo por meio da dieta. Em ambiente natural os peixes têm sua alimentação balanceada entre alimentos de origem vegetal e animal que possibilitam a ingestão de pigmentos naturais, mantendo assim a intensificação da pigmentação da pele (FRIES et al., 2014).

A intensificação da cor do peixe pode determinar a sua aceitabilidade no mercado por parecem mais saudáveis e atraentes para o consumidor. Em uma mesma espécie são encontrados múltiplos padrões de cores. As cores são formadas por pigmentos que estão contidos em células especializadas presentes em sua maioria na pele e são denominadas cromatóforos. Com sua origem de células da crista neural, sendo armazenados no citoplasma dos cromatóforos (REZENDE et al., 2012; GREMPEL e VISCONTI, 2014; CAL et al., 2017).

O padrão de pigmentação da pele dos peixes é resultado dos nutrientes fornecidos na dieta e a capacidade que os peixes tem em metabolizá-los. E de acordo com sua característica, fornece as colorações claras e escuras, sendo as fontes dietéticas de pigmento determinantes na cor do peixe (MOYLE e CECH, 1996; SINHA e ASIMI, 2007; FRIES et al., 2014). A cor dos peixes ornamentais pode ser mantida fornecendo alimentos contendo pigmentos coloridos proveniente de substâncias sintéticas ou naturais (LILI et al., 2018).

Pigmentos naturais foram estudados para avaliar os efeitos sobre a intensidade de coloração da pele dos peixes ornamentais como: Hibisco (*Hibiscus rosasiensis*), Alfafa (*Medicago sativa*) e Urucum (*Bixa orellana*) (SINHA e ASIMI, 2007; YANAR, 2008; FRIES et al., 2014). Esses estudos demonstram que a coloração tem se tornando uma preocupação atual, já que no passado as pesquisas eram focadas somente em aspectos

genéticos e a seleção de características ornamentais. E recentemente, é que estão sendo realizados estudos para a melhoria do padrão de coloração desses peixes, por ser um dos principais fatores que influenciam o consumidor no momento de escolha dos animais que irão compor o seu aquário (AKO et al., 2000).

Portanto, a alimentação de peixes cultivados em sistemas intensivos exige a utilização de dietas balanceadas para atender às suas exigências nutricionais, e o uso generalizado de rações de peixes de corte na produção de peixes ornamentais, não supre adequadamente as exigências nutricionais dessas espécies (REZENDE et al., 2012).

2.4 Substâncias bioativas na alimentação de peixes ornamentais

Substâncias bioativas estão presentes nos alimentos de forma ativa, e compõem o grupo dos compostos fenólicos, flavonóides e antocianinas entre outros compostos que proporcionam vários benefícios a saúde. Grande parte desses elementos são responsáveis pelas cores dos alimentos como vermelha, roxa e azul encontrados em diversos vegetais, flores e frutos (MORENO, 2010; BATISTA et al., 2014).

2.4.1 Antocianinas

As antocianinas são fontes de pigmentos alimentícios naturais e economicamente viáveis, são bastantes difundidos na natureza e exibem uma grande variedade de cores, podendo ser incorporadas na indústria alimentícia por suas propriedades de coloração, que podem dar aos alimentos vários tons de vermelho, azul e roxo (CIPRIANO, 2011). Podem atuar ainda como alternativa ao uso de corantes sintéticos, além disso, podem exercer uma ampla variedade de atividades biológicas (SANTOS-BUELGA, MATEUS, e DE FREITAS, 2014; SINELA et al., 2017).

O uso de plantas como fonte de antocianinas para fitonutrientes e corantes naturais tem sido estudado por diversos autores (MOHD-ESA et al., 2010; SANTOS et al., 2013; DA-COSTA-ROCHA et al., 2014; OTÁLORA et al., 2016; AIZPURUA-OLAIZOLA et al., 2016). E juntamente com outros compostos que atuam como copigmento tais como: os aminoácidos, ácidos orgânicos, flavonoides e alcaloides, produzem um aumento na intensidade da cor (LOPES et al., 2007).

A utilização dessas substâncias bioativas, têm crescente atenção pela ação na atividade antioxidante, além de prevenção de diversas doenças inflamatórias (na saúde humana) (FARIA, et al., 2016).

2.5 Jabuticaba (*Plinia cauliflora* ou *Myrciaria cauliflora*)

A jabuticaba é uma fruta brasileira que pode ser encontrada desde o estado do Pará até o Rio Grande do Sul. Bastante popular por apresentar seus frutos diretamente no tronco e galhos, possui as variedades Assú (*Myrciaria cauliflora* (DC) Berg.) e Sabará (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg.), que são as mais importantes. Apresenta frutos com diâmetro de 3-4 cm de casca roxa, com polpa branca envolta por sua semente, com sabor doce, subácido devido seu teor de açúcar, ácido orgânico e terpeno. Esta fruta possui um número significativo de compostos bioativos responsáveis por sua atividade antioxidante substancial (REYNERTSON et al., 2008; WU et al., 2013).

Conhecida como uma das frutas brasileiras mais ricas em antocianinas, a jabuticaba tem cerca de 50% do fruto representado pelas cascas e sementes que geralmente são desprezadas (FARIA et al., 2016). No intuito de evitar o desperdício proporcionado por grande parcela da fruta, destaca-se como alternativa de aproveitamento a utilização da jabuticaba na produção de farinhas. Os resíduos de frutas (principalmente a pele) têm sido estudados para serem utilizados como matéria-prima no desenvolvimento de novos produtos ou para agregar compostos bioativos aos alimentos (MARQUETTI et al., 2018).

A farinha da casca de jabuticaba já vem sendo estudada por possuir elevado teor nutricional, vitamina C e conteúdo de flavonóides, mais especificamente antocianinas em sua casca, podendo ser utilizada para o desenvolvimento de produtos alimentícios inovadores no mercado com alegações funcionais. Assim, atua na prevenção de muitas doenças relacionadas com o estresse oxidativo por apresentar ação antioxidante (TERCI, 2004; ZANATTA et al., 2005; CAVALCANTI et al., 2011).

Além dos nutrientes essenciais, a maioria das frutas contém quantidades consideráveis de micronutrientes, como minerais, fibras, vitaminas e compostos fenólicos (LEITE-LEGATTI et al., 2012). Podendo assim, contribuir na alimentação de peixes ornamentais, colaborando em sua dieta como um possível aditivo agindo na intensificação da coloração, além de contribuir na melhoria de bem-estar devido os nutrientes presentes.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar os níveis de inclusão da farinha da casca de jabuticaba (*Plinia cauliflora*) na intensificação da pele e no desempenho produtivo de *Carassius auratus*.

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar a inclusão de bioativos de jabuticaba no desempenho zootécnico de kinguios;
- Mensurar a coloração de kinguios submetidos a alimentação com bioativos da jabuticaba;
- Analisar os parâmetros bioquímicos do sangue de kinguios submetidos a alimentação com bioativos da jabuticaba;
- Analisar a atividade enzimática de kinguios submetidos a alimentação com bioativos da jabuticaba.

4. REFERÊNCIAS

ABINPET – Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação. Mercado PET Brasil. **Disponível em:** < <http://abinpet.org.br/mercado/>>. Acesso em 9 de outubro de 2018.

AIZPURUA-OLAIZOLA, O.; NAVARRO, P.; VALLEJO, A.; OLIVARES, M.; Etxebarria, N.; Usobiaga, A. Microencapsulation and storage stability of polyphenols from *Vitis vinifera* grape wastes. **Food Chemistry**, v 190, p. 614-621, 2016.

AKO, H. TAMARU, C.S. ASANO, L. YUEN, B. & YAMAMOTO, M. Achieving natural colouration in fish under culture **UJNRT_Technical Report**, 28. 2000.

AZIZ, N. A. A.; WONG, L. M.; BHAT, R.; CHENG, L. H. Evaluation of processed green and ripe mango peel and pulp flours (*Mangifera indica* var. Chokanan) in terms of chemical composition, antioxidant compounds and functional Properties. **Journal of Science Food of Agriculture**, v. 92, n. 92, p. 557–563, 2012.

BATISTA, A.G; LENQUISTE, S.A; CAZARIN, C.B.B; DA SILVA, J.K et al., 2014. Intake of jaboticaba peel attenuates oxidative stress in tissues and reduces circulating saturated lipids of rats with high-fat diet-induced obesity. **Journal of Functional Foods**, 6, 450-461.

BEITINGER, T. L.; BENNETT, W. A. Quantification of the role of acclimation temperature in temperature tolerance of fishes. **Environment Biology Fisheries**, 58 3 p. 277-288, 2000.

CAL, L; SUAREZ-BREGUA, P; CERDÁ-REVETER, M; BRAASCH, I; ROTLLANT, J. Fish pigmentation and the melanocortin system. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**. 211. p. 26-33. 2017 <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2017.06.001>.

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.

CAVALCANTI, R.N.; VEGGI, P.C.; MEIRELES, M.A. Supercritical fluid extraction with a modifier of antioxidant compounds from jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) by products: economic viability. **Procedia Food Science**, v. 1, p. 1672-1678, 2011.

CIPRIANO, P. de A. Antocianinas de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.) e casca de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) **EMBRAPA**, Tecnologias para inovação nas cadeias euterpe. - editores. Brasília, DF, 2011.

COSTA, J.M. 2012. Níveis de fósforo em dietas para kinguio (*Carassius auratus*). [Dissertação de Mestrado]. Disponível em: <<http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/1973/1/Juliana%20Mara%20Costa.pdf>> Acesso em 5 jul 2018.

DA-COSTA-ROCHA, I.; BONNLANEDER, B.; SIEVERS, H.; PISCHEL, I. HEINRICH, M. *Hisbiscus sabdarifa* L. – A phytochemical and pharmacological review. **Food Chemistry**, v. 165, p. 424-443. 2014.

FAO. Overview of Ornamental Species Aquaculture. **Aquaculture Newsletter**. 56, 2017

FARIA, G.S.; JARDIM, F.B.B.; SILVA, A.; COSTA, L.L.; ABDALLA, D.R. Caracterização química da casca de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) liofilizada e sua aplicação em leite fermentado potencialmente simbiótico. **Jornal de Ciências Biomédicas e Saúde**, v. 2, n.1, p. 02-09, 2016.

FERREIRA, A. E. et al. Produção, caracterização e utilização da farinha da casca de jaboticaba em biscoitos tipo cookie. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 4, p. 603-607, 2012.

FISHING-WORLD RECORDS. 2005. Worlds Records Freswhater Fishing. In: COSTA, J.M. Níveis de fósforo em dietas para kinguio (*Carassius auratus*). [**Dissertação de Mestrado**].

<<http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/1973/1/Juliana%20Mara%20Costa.pdf>> Acesso em 5 jul 2018.

FRIES, E.M; BITTARELLO, A.C; ZAMINHAN, M; SIGNOR, A; FEIDEN, A; BOSCOLO, W.R. Urucum em dieta para alevinos de kinguios *Carassius auratus*: desempenho produtivo e pigmentação de pele. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n.6, p. 3401-3414, 2014.

FROESE, R.; PAULY, D. 2010. **Fish base**. World web eletronic punlication. Disponível em: <www.fishbase.org>. Acesso 15 jul. 2018.

GREMPEL, R.G.; VISCONTI, M.A. Coloração e fisiologia da pigmentação. In: **Biologia e fisiologia de peixes neotropicais de água doce**, FUNEP; UNESP, p.366 (141-153), 2014.

INFOFISH. 2016. The Global Trade In: **Ornamental fishy VK Dey**. Disponível em: <www.infofish.org> Acesso em 26 abr 2018.

LEITE, A.V; MALTA, L.G; RICCIO, M.F; EBERLIN, M.N; PASTORE, G.M; MARÓSTICA JÚNIOR, M.R. Antioxidant Potential of Rat Plasma by Administration of Freeze-Dried Jaboticaba Peel (*Myrciaria jaboticaba* Vell Berg) **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n.6, p. 2277–2283. 2011. doi.org/10.1021/jf103181x.

LEITE-LEGATTI, A.V; BATISTA, A.G; DRAGANO, N.R.V; MARQUES, A.C; MALTA, L.G; RICCIO, M.F. et al. Jaboticaba peel: Antioxidant compounds, antiproliferative and antimutagenic activities. **Food Res. Int.**, 49 (1) p. 596-603. 2012.

LILI, W. SUNARTO. SANTOSO, B.J., ZIDNI, I. Carrot starch addition effect on artificial feed towards color enhancement of swordtail fish (*Xiphophorus helleri*). **Global Scientific**. v. 6, n. 8, 2018.

LIMA, A. D. B.; CORREA, A. D.; SACZK, A. A.; MARTINS, M. P.; CASTILHO, R. O. Anthocyanins, pigment stability and antioxidant activity in jaboticaba [*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg]. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 877-87, 2011.

LOPES, T.J.; XAVIER, M.F.; QUADRI, M.G.N.; QUADRI, M.B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p. 291-297, 2007.

MARQUETTI, C.; SANTOS, T.B.; KAIPERS, K.F.C.; BÖGER, B.R.; TONIAL, I.B.; WAGNER JUNIOR, A.; LUCCHETTA, L.; PRADO, N.V. Jaboticaba skin flour: analysis and sustainable alternative source to incorporate bioactive compounds and increase the nutritional value of cookies. **Food Science and Technology**, <https://doi.org/10.1590/fst.06717>.

MILLIS, D. **You and your aquarium**: the complete guide to collecting and keeping aquarium fishes, p.288, 1995.

MOHD-ESA N, SHIN HERN F, ISMAIL A, LYE YEE C. Antioxidant activity in different parts of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extracts and potential exploitation of the seeds. **Food Chemistry**, 122:1055–1060. 2010. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.03.074.

MORALES P, BARROS L, DIAS M. I, SANTOS-BUELGA C, FERREIRA I. C, ASQUIERI E. R, BERRIOS J. J. Non-fermented and fermented jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Mart.) pomaces as valuable sources of functional ingredients. **Food Chemistry**. p. 220–227, 2016.

MORENO, L.R. 2010. Caracterização físico-química e potencial funcional da polpa, suco e casca de *Myrciaria cauliflora* Berg (*Jaboticaba saporá*). (Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa). Disponível em <<http://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/690/1/lirian%20moreno.pdf>> Acesso em 25 mai 2018.

MOYLE E CECH. FISHES: AN INTRODUCTION TO ICTHYOLOGY. MOYLE & CECH (eds.) 3rd ed **Behavior and Communication**. University of California, Davis, p. 157-176.1996.

NOOTTINGHAM, M.C; RAMOS, H.A.C. Exploração de peixes ornamentais no Brasil com ênfase sobre a introdução de espécies exóticas. **IBAMA**, v. 9. 2006.

OTÁLARA, M.C.; CARRIAZO, J.G.; ITURRIAGA, I.; OSOSRIO, C.; NAZARENO, M.A. Encapsulation betalains from *Opuntia ficus-indica* fruits by ionic gelation: Pigment chemical st during storage of beads. **Food Chemistry**, v. 202, n.1. p. 372-382. 2016.

REYNERTSON, K.A; YANG, H; JIANG, B; BASILE, M.J; KENNELLY, E.J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**. v. 109, n.4, p. 883–890. 2008.

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 ontesity of skin satining of ornamental fish with applications in nutrition. **Journal of Agricultural Science and Tecnology**. v. 2, p. 606-612. 2012.

RIBEIRO, A. K. 2018. Brasil é 13° na exportação de peixes ornamentais. In: **Revista AgroRondônia**. Disponível em: <<http://www.agrorondonia.com.br/noticias/piscicultura/brasil-e-13-na-exportacao-de-peixes-ornamentais>> Acesso em: 27 de setembro de 2018.

RIBEIRO, F.D.A.S.; LIMA, T.; FERNANDES, C.J.B.K. 2010. Panorama do Mercado de Organismos aquáticos ornamentais. **Boletim da Associação Brasileira de Limnologia**, Disponível em: <[http://ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_38\(2-3\).pdf](http://ablimno.org.br/boletins/pdf/bol_38(2-3).pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2018.

SANTOS, D.T.; ALBARELLI, J.Q.; BEPPU, M.M.; MEIRELES, M.A.A. Stabilization of anthocyanin extract from jabuticaba skins by encapsulation using supercritical CO₂ as solvent. **Food Research International**, v. 50. p. 617-624. 2013.

SANTOS-BUELGA, C.; MATEUS, N.; DE FREITAS, V. Anthocyanins. Plant pigments and beyond. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 23; 62(29), p. 6879-84. 2014. doi: 10.1021/jf501950s.

SILVA, A.S.T.E.; SCHULZ, U.H. Crescimento de *Carassius auratus* (actinopterygii: cypriniformes) em tanques com e sem abrigo. **Acta Biologica Leopoldensia**. p. 42-45. 2006.

SINELA, A.; RAWAT, N.; MERTZ, C.; ACHIR, N.; FULCRAND, H.; DORNIER, M. Anthocyanins degradation during storage of Hibiscus sabdariffa extract and evolution of its degradation products. **Food Chemistry**, v. 214. p. 234-241. 2017.

SINHA, A; ASIMI, O.A. China rose (*Hibiscus rosasinensis*) petals: a potent natural carotenoid source for goldfish (*Carassius auratus* L.). **Aquaculture Research**, v. 38, n11,p. 1123-1128. 2007.

TERCI, D.B.L. 2004. Aplicações analíticas e didáticas de antocianinas extraídas de frutas. (**Tese de Doutorado** Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas) p. 213. Disponível em <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/250181>> Acesso em 27 abr 2018.

TLUSTY, M. The benefits and risks of aquaculture production for the aquarium trade. **Aquaculture**, v. 205, p. 203-219. 2002.

VIERIA, M. I. **O Aquário Moderno**. 3ª. ed. São Paulo, p. 07-22. 2007.

VILLAR-MARTÍNEZ, A.A; ORBE-ROGEL, J.C; VANEGAS-ESPINOZA, P.E; QUINTEROGUTIÉRREZ, A.G; LARA-FLORES, M. The effect of marigold (*Tagetes erecta*) as natural carotenoid source for the pigmentation of goldfish (*Carassius auratus* L.). **Research Journal of Fisheries and Hydrobiology**, v. 8, n. 2, p. 31-37. 2013.

WABNITZ, C. TAYLOR, M. GREEN, E. RAZAK, T. From Ocean to Aquarium. UNEP–WCMC, Cambridge. In: FAO. **FAO Aquaculture Newsletter**. v. 56. 2003.

WU, SB, LONG, C., & KENNELLY, EJ. Fitoquímica e benefícios à saúde da jabuticaba, uma fruticultura emergente do Brasil. **Food Research International**, v. 54, n.1, p.148-159. 2013.doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.021.

YANAR, M; ERÇEN, Z; HUNT, A.Ö; BÜYÜKÇAPAR, H.M. The use of alfafa, *Mendicago sativa* as a natural carotenoid source in diets of goldfish, *Carassius auratus*. **Aquaculture**, v. 284, p. 196-200. 2008.

ZANATTA, C.F; CUEVAS, E; BOBBIO F.O; WINTERHALTER, P; MERCADANTE A.Z. Determination of anthocyanins from camu-camu (*Myrciaria dubia*) by HPLC-PDA, HPPLC-MS and NMR. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n.24, p. 9531-9535. 2005.

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

CAPÍTULO 2

EFEITO ADITIVO DE BIOATIVOS DA JABUTICABA NA ALIMETAÇÃO DE *Carassius auratus*

Rebeca Maria SOUSA^{1*}; Sandrielle Góes de Campos DEBOLETO²; Andressa Cecilia Almeida Bacheга CASARI³; Dacley Hertes NEU⁴; Cláucia Aparecida HONORATO⁵

¹Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil. e-mail: rebeca_sousa31@hotmail.com *Autor correspondente.

²Programa de pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil.

³Faculdade Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, Brasil.

^{4,5}Docentes da Faculdade de Ciência Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil.

Universidade Federal Da Grande Dourados - Unidade 2. Rodovia Dourados - Itahum, Km 12 - Cidade Universitária, Cx. Postal 364 - CEP 79804-970

RESUMO

Este estudo avaliou a incorporação da farinha da casca de jabuticaba (FCJ) no desempenho produtivo, parâmetros bioquímicos sanguíneos e enzimáticos e a influência na coloração de *Carassius auratus*. Utilizou-se 72 peixes com peso inicial médio de $9,67 \pm 0,37$ g e comprimento total $7,38 \pm 0,18$ cm, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições. Os níveis de adição de FCJ foram: 0,00; 1,00; 1,50 e 2,00%. Observou-se diferença significativa em relação ao consumo de ração e taxa de crescimento específico nos tratamentos com a inclusão de FCJ. Houve aumento em relação a Luminosidade e a tonalidade de amarelo nos peixes alimentados com a inclusão de 1,00 e 1,50% da FCJ. Entretanto em relação aos parâmetros bioquímicos houve aumento de glicose circulante com a inclusão de 2,00% de FCJ. A atividade de AST foi maior com a inclusão de 1,00% e, ALT apresentou redução quando a inclusão de FCJ. Os níveis de triglicérides hepáticos apresentaram diferença ($P > 0,05$) a medida que aumentou a inclusão de FCJ. Foi observado diferença

($P>0,05$) referente a lipase nos grupos com inclusão 1,00 e 2,00% de FCJ. Conclui-se que a inclusão de FCJ é eficiente como aditivo alimentar e que sua inclusão tem efeito hepatoprotetor, é eficaz ao nível de até 1,5% com o intuito de aumentar a luminosidade do *Carassius auratus*.

Palavras-chave: coloração; *goldfish*; peixes ornamentais; enzimas metabólicas; parâmetros sanguíneos

ADDITIVE EFFECT OF JABUTICABA BIOACTIVES IN *Carassius auratus*

ABSTRACT

This study evaluated the incorporation of flour bark jabuticaba (FBJ) into productive performance, biochemical and enzymatic parameters and the influence of *Carassius auratus*. 72 fish with mean initial weight of 9.67 ± 0.37 g and total length 7.38 ± 0.18 cm were used, distributed in a completely randomized design with four treatments and three replicates. The levels of FBJ addition were: 0.00; 1.00; 1.50 and 2.00%. There was a significant difference in relation to feed intake and specific growth rate in treatments with inclusion of FBJ. There was an increase in brightness and yellow tint in fish fed with inclusion of 1.00 and 1.50% of FBJ. However, in relation to the biochemical parameters there was an increase in circulating glucose with the inclusion of 2.00% of FBJ. The AST activity was higher with the inclusion of 1.00% and, ALT presented reduction when the inclusion of FBJ. Hepatic triglyceride levels presented a difference ($P>0.05$) as the inclusion of FBJ increased. A difference ($P>0.05$) regarding lipase was observed in the groups with inclusion of 1.00 and 2.00% FBJ. It is concluded that the inclusion of FBJ is efficient as a food additive and that its inclusion has hepatoprotective effect, it is effective at the level of up to 1.5% in order to increase the luminosity of *Carassius auratus*.

Key words: blood parameters, coloring, goldfish, metabolic enzymes, ornamental fish,

1. INTRODUÇÃO

A cor do corpo representa papel importante nas atividades biológicas de muitos organismos, como camuflagem e regulação fisiológica. Os peixes são vertebrados com uma diversidade de combinações de cores. O *Carassius auratus* é um dos peixes ornamentais mais populares devido sua docilidade e sua cor vibrante e brilhante. A cor é

um dos principais fatores para fomentar a comercialização e escolha pelo mercado consumidor peixes ornamentais (Protas e Patel, 2008; Kumar et al., 2017).

Uma das formas de manter e otimizar a coloração destas espécies de peixes é através da utilização de pigmentos na sua alimentação (Chatzifotis et al., 2005; Maiti et al., 2017). Existe grande demanda de pesquisas para desenvolver corantes alimentícios a partir de fontes naturais (Lopes et al., 2007; Ndong e Fall, 2011; Eaton et al., 2016; Cal et al., 2017).

As antocianinas compõem o maior grupo de pigmentos solúveis em água do reino vegetal segundo Bridle e Timberlake (1997) e são estudadas em todo o mundo como agentes da coloração natural em alimentos, sendo elas as responsáveis pelos tons compreendidos desde a coloração vermelha até a coloração azul em muitas frutas, legumes e hortaliças (Mazza e Miniati, 1993). A utilização dessas substâncias bioativas, têm crescente atenção pela ação na atividade antioxidante e, com outros compostos que atuam como copigmento tais como: os aminoácidos, ácidos orgânicos, flavonóides e alcaloides, produzem um aumento na intensidade da cor (Lopes et al. 2007; Faria, et al., 2016).

Dentre as plantas que apresentam estas substâncias está a jabuticaba (*Plinia cauliflora*), uma fruta brasileira que apresenta em sua composição compostos fenólicos como as antocianinas, que podem contribuir para a intensificação da pigmentação da pele de peixes (Leite-Legatti et al., 2012). A casca da jabuticaba representa 50% do fruto e possui quantidades expressivas de antocianinas devido sua coloração roxa, e, portanto, atua como corante natural (Ferreira et al., 2012). Os resíduos de frutas vêm sendo prospectada como aditivo nutricional na incorporação na alimentação animal (Morales et al., 2016; Marquetti et al., 2018). Além disso, a utilização de aditivos nutricionais que apresentam bioativos com atividade antioxidante podem promover benefícios a saúde e bem estar, auxiliando a intensificação da cor da pele dos peixes (Eaton et al., 2016) e ação hepatoprotetor (Leite et al., 2011).

Portanto o objetivo do trabalho foi avaliar a inclusão de bioativos da jabuticaba no desempenho produtivo, parâmetros bioquímicos sanguíneos e enzimáticos e sua influência na coloração de *Carassius auratus*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Certificação de Estudo

Os peixes foram tratados e eutanasiados de acordo com o protocolo aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFMG) da Universidade Federal da Grande Dourados – Dourados, MS (34/2017).

2.2 Caracterização da matéria-prima

A jaboticaba utilizada no trabalho foi da variedade Sabará (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg.), adquirida no município de Dourados (Mato Grosso do Sul). Antes de serem utilizados, os frutos passaram por um processo de higienização e sanitização por imersão durante 10 minutos em solução de hipoclorito de sódio (200 ppm). Depois de higienizados adequadamente, os frutos foram pesados e posteriormente despulpados manualmente. As amostras de cascas de jaboticaba *in natura* foram distribuídas em camada única no secador convectivo para o processo de secagem a 70°C e moagem.

Foi realizada a composição aproximada da farinha da casca da jaboticaba seguindo os procedimentos analíticos descritos no AOAC (2005). Determinou-se os sólidos solúveis (SS) por leitura direta em refratômetro digital ATTO-2WAJ e os resultados foram expressos em graus Brix. A Acidez titulável (AT), pela neutralização da solução com hidróxido de sódio 0,1 N (AOAC 1996), com resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico. Para a determinação do teor de componentes fenólicos totais utilizou-se o reagente de Folin-Ciocalteu (1927). O teor de antocianinas foi realizada de acordo com Lees e Francis (1972). A determinação da atividade antioxidante (AA) foi realizada por: capacidade de redução do radical livre DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazil); e pela captura do radical livre ABTS (2,22 –azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)), de acordo com Rufino et al. (2007a, b).

2.3 Dietas experimentais

Foi utilizada uma ração comercial extrusada contendo 40% de proteína bruta como base para a elaboração de quatro dietas (0,00; 1,00; 1,50 e 2,00%) contendo farinha da casca de jaboticaba. A composição e a concentração das dietas estão na Tabela 1.

Tabela 1. Ingredientes e composição aproximada das dietas.

Ingredientes	Níveis de inclusão de Farinha da casca de jabuticaba (%)			
	0,00	1,00	1,50	2,00
¹ Ração comercial (g)	1000	990	985	980
² FCJ (g)	-	10	15	20
³Composição calculada				
Matéria seca (%)	90,38	80,28	75,69	83,22
Cinzas (%)	10,54	8,16	9,54	5,66
Proteína Bruta (%)	40,88	39,44	39,35	31,63
Extrato Etéreo (%)	10,31	13,10	11,68	12,28
Fibra Bruta (%)	2,46	2,98	2,87	2,86
Energia Bruta	4374,8	4546,06	4525,03	4494,72

¹Ração comercial ingredientes básicos (g/kg): Farinha de carne e ossos; Farinha de sangue; Farelo de trigo; Milho integral; Quirera de arroz; Óleo de peixe marinho; Óleo de aves; Hemoglobina; Farinha de vísceras e Farelo de soja. Dados representados com média e desvio padrão. O número de amostras, $n=3$. ³As análises foram realizadas no laboratório de solos da UNIGRAN.

A ração comercial foi previamente triturada até obter-se o pó. No processo das rações, a incorporação da FCJ foi por meio de mistura ração comercial em pó a diferentes níveis de inclusão de FCJ umedecidos com água natural para melhor aglutinação e peletizados em moedor de carne, esse procedimento foi realizado manualmente. As rações foram secas em ambiente natural e trituradas para a obtenção de pellets adequados ao tamanho da boca dos peixes.

A composição aproximada das dietas dos peixes, foi determinada de acordo com os procedimentos analíticos descritos no AOAC (2005). O teor de umidade foi estimado após secagem em estufa a 105° C até as amostras atingirem um peso constante. O conteúdo de cinzas foi determinado por incineração em forno de mufla a 500° C por 4 h. A proteína e o teor de lipídios foram determinados pelo método de Kjeldahl e pelo método de extração com éter de petróleo, respectivamente. As análises das amostras foram realizadas em triplicata de cada dieta.

2.4 Ensaio experimental

Os peixes foram mantidos por uma semana alimentados com ração comercial (40% de proteína bruta) em caixas d'água. Posteriormente foram mantidos em jejum (24

horas) e pesados. Em seguida, os peixes ($n = 72$) com peso corporal médio $9,67 \pm 0,37$ g e comprimento total $7,38 \pm 0,18$ cm, foram distribuídos em 12 caixas (60 L) com densidade populacional de seis indivíduos por caixa. Os tratamentos utilizados na alimentação dos peixes foram compostos por dietas com adição de farinha da casca de jabuticaba (controle – sem inclusão de FCJ; 1,00; 1,50 e 2,00%) em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e três repetições em sistema de recirculação de água. As caixas foram mantidas sob fotoperíodo natural (12h de luz:12h de escuro). Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia a uma taxa de aproximadamente 10% do peso vivo.

Ao final de 60 dias foram aferidos os dados relacionados ao crescimento (peso corporal e comprimento).

Ganho em peso = peso final - peso inicial;

TCE = $((\ln \text{ do peso final} - \ln \text{ do peso inicial}) \times 100) / \text{dias de experimento}$;

CAA = consumo de ração / ganho em peso;

Sobrevivência = $(\text{número de peixes final} / \text{número inicial de peixes}) \times 100$.

2.5 Pigmentação da pele dos peixes

O ganho de cor da pele dos peixes foi realizado com a utilização de fotocolorímetro portátil Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta®), por meio de sistema de coordenadas de Hunter L^* , a^* , b^* , que mediu 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 tonalidade de azul (-100) e amarelo (+100) (Rezende et al, 2012). A quantificação foi realizada na região dorsal, logo abaixo da nadadeira dorsal, no peixe *in vivo*. Os resultados do ganho em coloração compreendem a dados obtidos referente as médias obtidas aos 20, 40 e 60 dias de experimento.

2.6 Análises bioquímicas

Para as análises sanguíneas foram obtidas amostras por punção veno caudal de três peixes de cada repetição utilizando seringas heparinizadas de 3 ml para análises de glicose, triglicerídeos e colesterol. Os testes foram realizados em equipamento portátil correspondentes a cada parâmetro seguindo o protocolo do fabricante Accutrend® (Cobas). Após a coleta de sangue os animais foram insensibilizados em gelo e

sacrificados para retirada de amostras de fígado e intestino. Os tecidos coletados foram homogeneizados e centrifugados a 3000 rpm por 5 minutos. Todas as amostras foram armazenadas a -80 °C até a análise.

No tecido hepático foram realizadas a atividade das enzimas de alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), albumina e triglicerídeos. No intestino foram realizadas as atividades das enzimas digestivas de amilase, lipase, protease inespecífica e fosfatase alcalina.

A determinação dos parâmetros das enzimas metabólicas e digestivas foram obtidas com a utilização de kits da Gold Analisa Diagnóstica® específicos para tais enzimas, e a protease inespecífica utilizou-se o método de aso caseína. A determinação do método se deu pela leitura em espectrofotômetro realizada em equipamento semiautomático BIO PLUS S 200.

2.7 Análise estatística

Os resultados foram submetidos ao teste de ANOVA em 5% de probabilidade. Quando verificadas diferenças significativas ($P < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Para a coloração, os dados foram submetidos ao teste de regressão polinomial com tratamento e tempo como variáveis categóricas, em 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS

3.1 Caracterização da matéria-prima

A farinha da casca da jabuticaba apresenta em sua composição: Umidade $8,62 \pm 0,09$ g 100g^{-1} ; Cinzas $3,28 \pm 0,06$ g 100g^{-1} ; Proteínas $7,66 \pm 0,29$ g 100g^{-1} ; Extrato Etéreo $3,83 \pm 0,21$ g 100g^{-1} ; Fibra Bruta $61,18 \pm 0,26$ g 100g^{-1} ; Carboidratos totais $77,15 \pm 0,48$ g 100g^{-1} ; Sólidos solúveis $3,17 \pm 0,15^\circ$ Brix; Valor calórico total $373,73 \pm 1,23$ kcal 100g^{-1} ; Antocianinas totais $20,44$ mg 100g^{-1} , Compostos fenólicos $4,84$ mg de EAG 100g de amostra⁻¹. Capacidade antioxidante pelo método de captura de radical livre ABTS $257,25 \pm 7,02$ μM Trolox (g amostra⁻¹), e pelo método de DPPH de $(0,61 \pm 0,01$ g fruta (g DPPH).

3.2 Desempenho Zootécnico

A inclusão de FCJ promoveu mudanças favoráveis no crescimento sendo revelado nos resultados de TCE e Consumo de dieta (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros de desempenho de crescimento de *Carassius auratus* alimentados com diferentes níveis de farinha da casca de jabuticaba por 60 dias.

Variáveis	Níveis de inclusão de farinha de jabuticaba (%)			
	0,00	1,00	1,50	2,00
Peso final (g)	19,51±0,90	20,38±0,82	20,50±0,64	20,88±0,39
¹ GPM (g)	9,63±0,83	10,67±0,52	11,03±0,37	11,17±0,26
Com. padrão (cm)	5,72±0,14	5,59±0,24	5,58±0,14	5,53±0,20
Com. total (cm)	9,23±0,15	9,14±0,16	9,09±0,19	8,97±0,34
Altura do corpo (cm)	3,68±0,03	3,76±0,08	3,69±0,03	3,74±0,14
Consumo total (g)	141,16±5,22 ^c	187,16±5,20 ^a	166,03±4,15 ^b	168,12±5,37 ^b
² CAA (g/g)	1,52±0,19	1,65±0,17	1,35±0,07	1,34±0,02
³ TCE (%)	0,17±0,01 ^b	0,18±0,01 ^{ab}	0,19±0,01 ^a	0,19±0,01 ^a
Sobrevivência (%)	100	100	100	100

Letras distintas reportam diferença estatística ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. ¹GPM = ganho em peso médio; ²CAA = conversão alimentar aparente; ³TCE = taxa de crescimento específico. Valores expressos em média e \pm DP.

Os peixes alimentados com as dietas contendo FCJ (1,00; 1,50 e 2,00%) apresentaram maior consumo que os peixes alimentados com a dieta controle, sendo o grupo alimentado com 1,00% de FCJ apresentou o maior consumo. Os grupos alimentados com 1,50 e 2,00% obtiveram maior taxa de crescimento específico.

No percentual de distribuição de peso (Figura 1) constatou-se que em qualquer nível de inclusão de FCJ há lotes com maior quantidade de peixes de maior tamanho (G entre 20,1 a 30g).

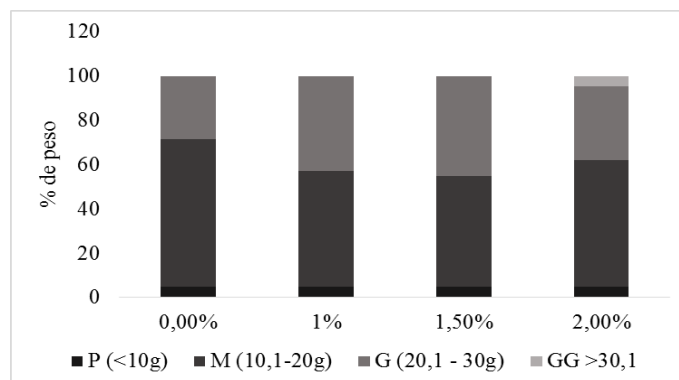


Figura 1. Percentual de distribuição de peso dos peixes alimentados com níveis de FCJ.

3.3 Efeitos da farinha da casca de jabuticaba na pigmentação da pele

A luminosidade e a cromaticidade amarelo (b^*) dos peixes alimentados com as dietas acrescidas de FCJ apresentaram-se adequadas a uma equação quadrática (Figura 2A e C). Observou-se que a inclusão de FCJ intensifica a L^* e b^* quando se incluiu 1,50% de FCJ na dieta. A análise de regressão demonstrou que a relação entre os parâmetros L^* e b^* é responsiva ao tempo em que o peixe está recebendo o alimento. No entanto, o aumento do nível de FCJ na dieta resultou a redução de vermelho (a^*) (Figura 2B).

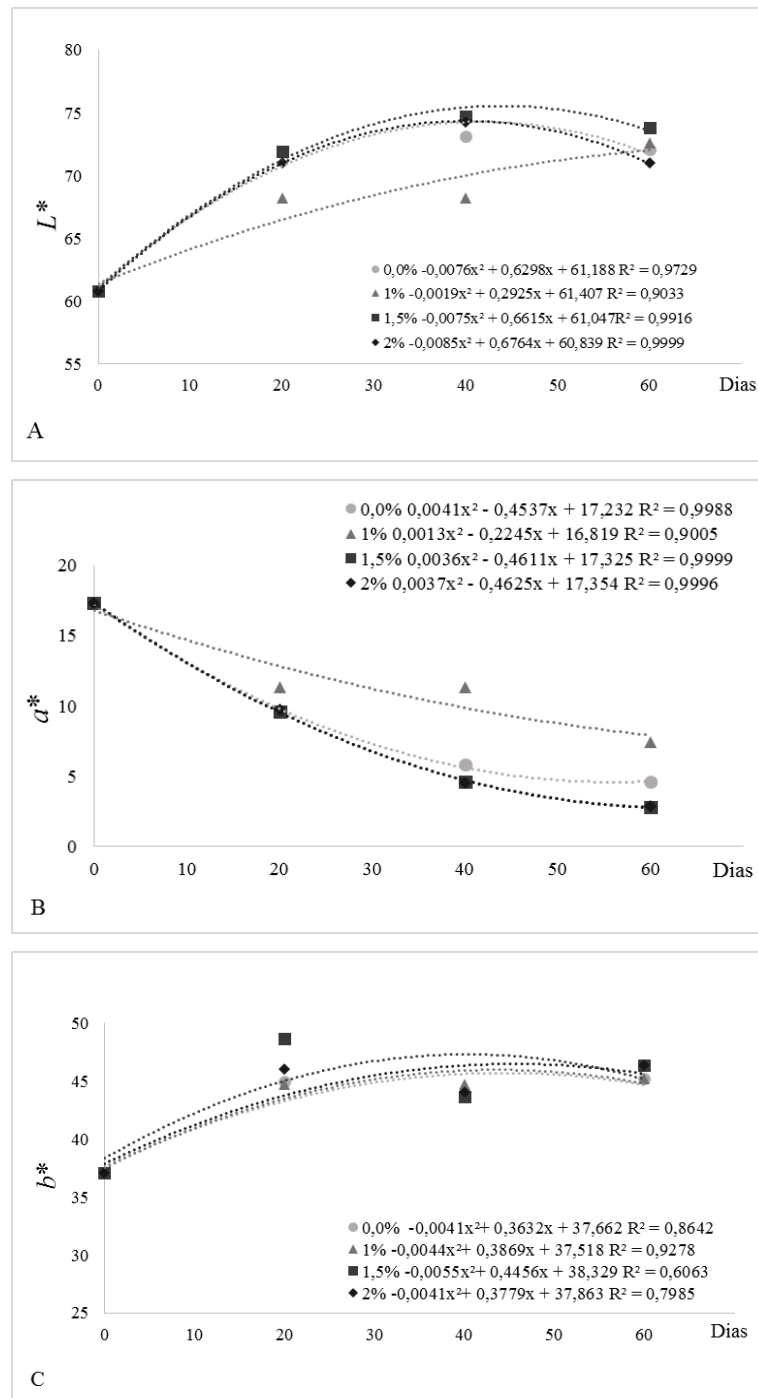


Figura 2. Parâmetros de cor L^* (A), a^* (B), b^* (C) referente a pigmentação da pele de *Carassius auratus* alimentados com diferentes níveis de farinha da casca de jabuticaba por 60 dias.

A perda da coloração vermelho foi constatada com a diminuição da cromaticidade a^* para todos os tratamentos, contudo, nos peixes alimentados com 1,00% de FCJ a perda desta coloração foi menor, indicando que a resposta da FCJ para a pigmentação vermelho está relacionada com a porcentagem baixa de inclusão na dieta (Figura 3B). A melhor

taxa de ganho em cor foi obtida no grupo de peixes alimentados com 1,50% de FCJ para a Luminosidade e a tonalidade de amarelo (b^*) (Figura 3A e B).

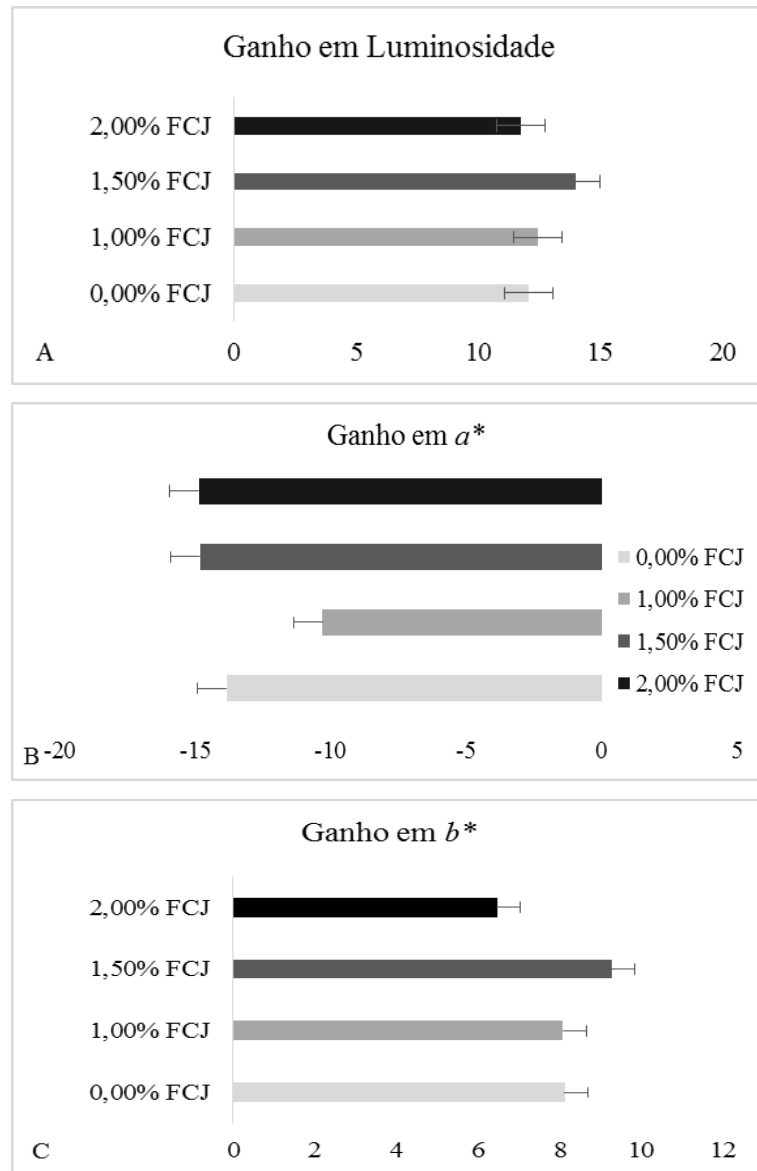


Figura 3. Taxa de ganho de em coloração de L^* (A), a^* (B) e b^* (C) dos peixes alimentados com níveis de FCJ.

3.4 Parâmetros bioquímicos e enzimáticos

Os parâmetros bioquímicos de triglicerídeos e colesterol não apresentaram diferença estatística com a inclusão de farinha da casca de jabuticaba. Entretanto, a inclusão de 2,00% de FCJ proporcionou aumento de glicose circulante em *C. auratus*.

A atividade de AST foi maior nos peixes alimentados com a dieta contendo 1,00% de FCJ (Tabela 3); a ALT apresentou redução na sua atividade frente a variação de

inclusão de FCJ quando comparada ao grupo controle. Entretanto, os níveis de triglicerídeos hepáticos apresentou diferença ($P>0,05$) a medida que aumenta a inclusão de FCJ. Os níveis de albumina não apresentaram diferença significativa, mas observou-se um aumento com a inclusão de FCJ quando comparamos ao controle.

Em relação as enzimas digestivas, foi observado diferença significativa ($P>0,05$) referente a lipase nos grupos com inclusão 1,00 e 2,00% de FCJ. Amilase, Protease inespecífica e Fosfatase Alcalina não apresentaram diferença junto à variação da dieta.

Tabela 3. Parâmetros bioquímicos, enzimas metabólicas e atividade das enzimas digestivas em *Carassius auratus* alimentados com diferentes níveis de farinha da casca de jabuticaba por 60 dias.

Variáveis	Níveis de inclusão de farinha da casca de jabuticaba (%)			
	0,00	1,00	1,50	2,00
Parâmetros bioquímicos (mg/dL)				
Glicose	45,11±1,34 ^b	41,66±8,05 ^b	48,43±6,53 ^b	78,89±4,09 ^a
Triglicerídeos	70,00±0	75,66±8,01	80,00±14,14	91,66±26,07
Colesterol Total	254,33±23,57	258,66±29,22	205,33±15,79	223,88±14,46
Enzimas metabólicas (IU I⁻¹)				
² ALT	29,78±10,26 ^a	20,45±3,00 ^{ab}	21,78±4,52 ^{ab}	10,89±1,10 ^b
³ AST	21,33±14,11 ^b	120,00±37,33 ^a	68,11±39,95 ^{ab}	102,53±18,78 ^{ab}
AST:ALT	0,91±0,59	6,12±1,92	4,52±3,01	6,46±4,57
Albumina	0,14±0,05	0,29±0,13	0,27±0,02	0,15±0,03
Triglicerídeos	88,66±29,29 ^b	94,00±13,63 ^{ab}	150,66±13,10 ^{ab}	109,94±9,03 ^a
Enzimas digestivas (U/L)				
Amilase	1,00±0,02	1,04±0,08	1,00±0,02	1,05±0,04
Lipase	178,33±76,88 ^b	312±47,8 ^a	165±45,8 ^b	207±43,8 ^{ab}
⁴ Protease inesp.	2,14±1,67	1,31±0,54	0,98±0,48	1,68±1,01
⁵ Fosf. Alcalina	1098,33±374,63	1092,55±535,56	1253,11±446,87	1161,67±379,93

Letras distintas reportam diferença estatística ($P<0,05$) pelo teste de Tukey. ¹CV=coeficiente de variação. ²ALT: Alanina aminotransferase. ³AST: Aspartato aminotransferase. ⁴Protease Inespecífica; ⁵Fosfatase Alcalina. Valores expressos em média e ± DP.

4. DISCUSSÃO

Pigmentos naturais estão sendo estudadas para melhorar a intensidade de cor em peixes ornamentais, pois a diversidade de cor representa um dos principais fatores no momento da escolha dos peixes (Dananjaya, et al., 2017; Jorjani et al., 2018). Neste estudo, foi utilizada a farinha da casca de jabuticaba como fonte de pigmento na pele de *C. auratus*.

O desenvolvimento de *C. auratus* apresentou melhora quando incluídos na sua dieta os compostos bioativos da farinha da casca de jabuticaba, observando aumento no consumo total de ração promovido pela inclusão de FCJ, demonstrando a aceitabilidade e palatabilidade do produto independentemente do nível de inclusão. A taxa de crescimento específico demonstrou ser mais eficiente com a inclusão de 1,00 e 1,50% FCJ.

A inclusão de bioativos na alimentação de peixes foi comprovada quando incluíram bioativos de romã (*Punica granatum* L.) (Kumar et al., 2017), Hibisco (*Hibiscus rosasinensis*) (Sinha e Asimi, 2007); Urucum (*Bixa orellana*) (Fries et al., 2014; Danajaya et al., 2017;), Flor de tulipa africana (*Spathodea campanulata*), páprica vermelha (*Capsicum annum*) (Kumar et al., 2017) no crescimento de *C. auratus*. Isso ocorre, porque os bioativos apresentam propriedades que possuem a capacidade de modular um ou mais processos metabólicos, promovendo melhores condições de saúde (Angiolillo, Nobile e Conte, 2015).

Os padrões de cores variam não apenas entre as espécies de ciclídeos, mas também dentro e entre as populações de uma espécie (dicromatismo sexual, policromatismo e variação geográfica), bem como dentro dos indivíduos. A coloração é uma característica pertinente de muitos animais, que ajudam na sua adaptação ao meio ambiente, além de desempenhar papel significativo no comportamento social, camuflagem e acasalamento (Kelsh, 2004; Protas e Patel, 2008; Rodgers et al. 2010; Maan e Sefc, 2013).

A diversidade de coloração dos peixes é nata (Du et al., 2018) ressalta-se que estes não possuem a capacidade de sintetizar os pigmentos que formam a cor, e necessitam que de suplementação na dieta. A utilização de pigmentos de fontes naturais tem demonstrado eficácia na pigmentação da pele dos peixes, assim como em outros estudos como por exemplo os pigmentos presentes no tomate (*Solanum lycopersicum*), cenoura (*Daucus carota*) (Mirzaee et al., 2012) e beterraba (*Beta vulgaris*) (Singh e Kumar, 2016).

Os compostos bioativos presentes na farinha da casca de jabuticaba, são responsáveis pela coloração que varia do vermelho vivo ao violeta e de branco a amarelo claro (Bobbio e Bobbio, 2003; Lima et al., 2011). Neste estudo, observou-se que a inclusão de FCJ intensifica a Luminosidade (L^*) e a tonalidade amarelo (b^*) de *C. auratus* quando se incluiu 1,50% de FCJ na dieta. No entanto, a cromaticidade de a^* diminuiu quando houve a inclusão de FCJ, não havendo ganho referente a tonalidade de vermelho na pele dos peixes. Isso pode ser explicado pelo fato de que a taxa de deposição do pigmento presente na dieta varia com a capacidade que o peixe tem de convertê-lo (Fries et al., 2014).

No entanto, animais vertebrados ectotérmicos não possuem a capacidade de sintetizar feomelanina, um tipo de melanina produzida pelos cromatóforos (células de pigmentação) responsável pela pigmentação vermelha ou amarela. Essa pigmentação ocorre por meio do processo denominado melanogênese, que são produzidos a partir do aminoácido tirosina, processo que inicia-se com a oxidação da L-tirosina, passando por uma série de transformações, gerando a feomelanina (Grampel e Visconti, 2014; Cal et al., 2017). Considerando-se a perda de coloração vermelho, pode-se sugerir que haja uma possível deficiência de tirosina na farinha da casca de jabuticaba. Recomendando-se, que provavelmente a adição de tirosina fará com que as antocianinas tenham o seu efeito evidenciado em relação a tonalidade vermelho na pele de *C. auratus*. Sugerindo que em estudos futuros com a utilização de FCJ na alimentação de *C. auratus*, faça-se um perfil de aminoácidos presentes na farinha e ração. Uma vez que, as tonalidade de amarelo e vermelho são diretamente influenciadas pela fonte do pigmento na dieta (Kaur e Shah, 2017).

Houve diminuição de ALT o que revela o efeito hepatoprotetor das antocianinas presentes na FCJ. As alterações nas atividades de AST, são consideradas insignificantes nesta situação onde observa-se os valores abaixo dos de referências para esta enzimas (em relação ao grupo controle). Estes resultados são respaldados pela produção de albumina que é sintetizada exclusivamente no fígado, que se possui atividade aumentada em relação ao grupo controle, garantindo o efeito hepatoprotetor (Silva et al., 2011). Estudos reportam a ação de plantas como hepatoprotetoras com diminuição da atividade da ALT e AST (Cho et al., 2007; Fuentes-Quesada et al., 2018).

O benefício da utilização de extratos de plantas para a saúde de peixes e adaptações digestivas foi reportado Stratev et al. (2018). A manutenção da atividade da amilase digestiva presentes na borda escovada com outras enzimas ligadas à membrana intestinal como a fosfatase alcalina são importantes para a absorção dos nutrientes para manter a homeostase (NRC, 2011). A atividade digestiva depende até certo ponto da quantidade de alimento ingerido e do seu substrato específico (Liao et al., 2015). Neste estudo de inclusão de FCJ não houve responsividade da protease uma vez que não possuía aumento de substrato específico para esta enzima. O intestino anterior é o local mais importante para digestão de lípidos (De Almeida et al., 2006) sendo esta fonte de alto grau de importância para nutrição de peixes. A alteração da atividade da lipase digestiva pode ser um indicativo de melhora nas taxas de digestão frente a utilização de aditivos nutricionais.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a inclusão farinha de casca de jabuticaba é eficiente como aditivo alimentar e que sua inclusão tem efeito hepatoprotetor, é eficaz ao nível de até 1,5% com o intuito de aumentar a luminosidade do *Carassius auratus*.

6. REFERÊNCIAS

Angiolillo, L; Nobile, M.A.D; Conte, A. 2015. The extraction of bioactive compounds from food residues using microwaves. *Current Opinion in Food Science*, 5, 93-98.

AOAC, 1996. Association of official agricultural chemists. Official methods of analysis (18th ed.).

AOAC, 2005. Association of official agricultural chemists. Official methods of analysis (18th ed.). Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists International.

Araújo, C.C.; Flynn, M.N.; Pereira, W.R.L. 2011. Fator de condição e relação peso-comprimento de *Mugil curema valenciennes*, 1836 (pisces, mugilidae) como indicadores de estresse Ambiental. **Rev. Intertox Toxicol. Risco Amb. Soc.** 4(3): 51-64.

Bridle, P.; Timberlake, C.F. 1997. Anthocyanins as natural food colours – selected aspects. **Food Chemistry**, 58 (1-2) p.103-109.

Bobbio, F. O.; Bobbio, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 3. ed. rev. atual. São Paulo: Livraria Varela, 2003. 228 p.

Cal, L; Suarez-Bregua, P; Cerdá-Reveter, M; Braasch, I; Rotllant, J. 2017. Fish pigmentation and the melanocortin system. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**. 211. p. 26-33. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2017.06.001>

Chatzifotis, S.; Pavlidis, M.; Jimeno, C. D.; Vardanis, G.; Steriotti, A.; Divanach, P. 2005. The effect of different carotenoid sources on skin coloration of cultured red porgy (*Pagrus pagrus*). **Aquaculture Research**, 36 (15) p. 1517-1525.

Cho, Y; Cramer Jr, R.A; Kim,K.H; Davis, J; Mitchellc, T.K; Figuli, P; Pryor, B.M; Lemasters, E; Lawrencea, C.B. 2007. The *Fus3/Kss1* MAP kinase homolog Amk1 regulates the expression of genes encoding hydrolytic enzymes in *Alternaria brassicicola*. **Fungal Genetics and Biology**,v 44, (6), p 543-553.

Dananjaya, S.H.H; Munasinghe, D.M.S; Ariyaratne, H.B.S; Lee, J; Zoysa, M. 2017. Natural bixin as a potential carotenoid for enhancing pigmentation and colour in goldfish (*Caraasius auratus*). **Aquaculture Nutrition**. 23. 255. doi: 10.1111/anu.12387

De Almeida, L.C.; Lundstedt, L.M.; Moraes G. 2006. Digestive enzyme responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed on different levels of protein and lipid. **Aquaculture Nutrition** 12, 443–450.

Du, J.; Chen, X.; Wang, J.; Chen, H.; Yue, W.; Lu, G.; Wang, C. 2018. Comparative skin transcriptome of two Oujiang color Common Carp (*Cyprinus carpio* var. color) varieties. **Fish physiology and biochemistry**. p. 1-9.

Eaton, L; Clezy, K; Snellgrove, D; Slomanc, K. 2016. The behavioural effects of supplementing diets with synthetic and naturally sourced astaxanthin in an ornamental fish (*Puntius titteya*). **Applied Animal Behaviour Science**, v 182, p 94-100.

Faria, G. S; Jardim, F.B.B; Silva, A.C; Costa, L.L; Abdalla, D.R. 2016. Caracterização química da casca de jabuticaba (*Myrciaria Jabuticaba*) liofilizada e sua aplicação em leite fermentado potencialmente simbiótico. **JCBS**, 2 (1) p.90-97;

Ferreira , A. E; Ferreira, B.S; Lages, M.M.B; Rodrigues, V.A.F; Thé, P.M.P; Pinto, N.A.V.D. 2012. Produção, caracterização e utilização da farinha da casca de jabuticaba em biscoitos tipo cookie. **Alimentação e Nutrição**, 23 (4) p. 603-607.

Folin, O.; Ciocalteu, V. On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. 1927. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 73, p. 627-650.

Fries, E.M; Bittarello, A.C; Zaminhan, M; Signor, A; Feiden, A; Boscolo, W.R. 2014. Urucum em dieta para alevinos de kinguios *carassius auratus*: desempenho produtivo e pigmentação de pele. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, 35(6), 3401-3414.

Fuentes-Quesada, J.P.; Viana, M.T.; Rombenso, A.N.; Guerrero-Rentería, ; Nomura-Solís, M.; Gomez-Calle, V.; Lazo, J.P.; Mata-Sotres, J.A. 2018. Enteritis induction by soybean meal in *Totoaba macdonaldi* diets: Effects on growth performance, digestive capacity, immune response and distal intestine integrity. **Aquaculture**, v. 495, p. 78-89.

Gempel, R. G; Visconti, M. A. 2014. Coloração e Fisiologia da Pigmentação. In: **Biologia e Fisiologia de peixes neotropicais de água doce**. Funep; Unesp. ISBN: 978-85-7805-135-8. p. 336.

Jorjani, M. et al. 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, 2018.

Kaur, R; Shah. 2017. Role of feed additives in pigmentation of ornamental fishes. **International Journal Fisheries and Aquatic Studies**, 5 (2) p. 684-686.

Kelsh, R.N. 2004. Genetics and evolution of pigment patterns in fish. **Pigment Cell Res** 17:326–336.

Kumar, A. P; Sudhakaran, S; Mohan, T.C; Pamanna, D; Kumar, P.R; Shanthanna, P. 2017. 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**, 5(6) p. 47-51.

Kumary, K.S.A; Raj, Smrithy. 2016. Length-Weight Relationship and Condition of Climbing perch *Anabas testudineus* Bloch population in Kuttanad, Kerala. **Int. J. Adv. Res. Biol. Sci.** 3 (9) 21-26. DOI: 10.22192/ijarbs.2016.03.09.003.

Lees, D.H; Francis, F.J. 1972. **Standardization of pigment analyses in cranberries**. Hortscience, Alexandria, 7(1) p. 83-84.

- Leite, A.V; Malta, L.G; Riccio, M.F; Eberlin, M.N; Pastore, G.M; Marostica, M.R. 2011. Antioxidant potential of rat plasma by administration of freeze-dried jaboticaba peel (*Myrciaria jaboticaba* Vell Berg) **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 59, pp. 2277-2283.
- Leite-legatti, A.V; Batista, A.G; Dragano, N.R.V; Marques, A.C; Malta, L.G; Riccio, M.F. et al. 2012. Jaboticaba peel: Antioxidant compounds, antiproliferative and antimutagenic activities. **Food Res. Int.**, 49 (1) p. 596-603.
- Liao, Y; Shonkoff, E.T; Dunton, G.F. 2015. The Acute Relationships Between Affect, Physical Feeling States, and Physical Activity in Daily Life: A Review of Current Evidence. **Front Psychol.** DOI: [10.3389/fpsyg.2015.01975].
- Lima, A. D. B.; Correa, A. D.; Saczk, A.A; Martins, M.P; Castilho, R. O. Anthocyanins, pigment stability and antioxidant activity in jaboticaba [*Myrciaria Cauliflora* (Mart.) O. Berg]. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 33, n. 3, p. 877-87, 2011.
- Lopes, T. J; Xavier, M. F; Quadri, M. G. N; Quadri, M. B. 2007. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, 13 (3) p. 291-297.
- Maan, M.E; Sefec, K.M. 2013. Colour variation in cichlid fish: Developmental mechanisms, selective pressures and evolutionary consequences. **Seminars in Cell & Developmental Biology**. 24 (6–7). p. 516-528.
- Maiti, M.K; Bora, D; Nandeesh, T.L; Sahoo,S; Adarsh, B.K; Kumar, S. 2017. Effect of dietary natural carotenoid sources color enhancement of Koi carp, *Ciprynos carpio* L. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, India, 5 (4) 340-345.
- Mazza, G.; Miniati, E. 1993. **Anthocyanins in fruits, vegetables, and grains**. CRC Press, London, , 362 p.
- Mirzaee S, Sabani A, Rezaee S, Hosseinzadeh M. 2012. The Effect of Synthetic and Natural Pigments on the Color of the Guppy Fish *Poecilia reticulata*. **Global Veterinaria.**; 9(2):171-174.
- Morales, P, Barros L, Dias M. I, Santos-Buelga C, Ferreira I. C, Asquiere E. R, Berrios J. J. 2016. Non-fermented and fermented jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Mart.) pomaces as valuable sources of functional ingredients. **Food Chemistry**. p. 220–227.
- NRC, 2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. **The National Academies Press**, Washington, D.C., USA.
- Ndong, D.; Fall, J. 2011. 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**, 3, p. 1–9.
- Protas, M.E; Patel, N.H. 2008. Evolution of coloration patterns. **Annu Rev Cell Dev Biol** 24:425–446.

- Rezende, F.P; Vidal Júnior, M.V; Andrade, D.R; Mendonça, P.P; Santos, M.V.B. 2012. Characterization of a new methodology based on the ontesity of skin satining of ornamental fish with applications in nutrition. **Journal of Agricultural Science and Tecnology**. 2 606-612.
- Rodgers, G.M; Kelley, J.L; Morrell, L.J. 2010. Color change and assortment in the western rainbowfish. **Anim Behav** 79:1025–1030.
- Rufino, M.S.M; Alves, R.E; Brito, E.S; Morais, S.M; S, C.G; Pérez-Jiménez, J; Saura-Calixto, F.D. 2007a. Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza, **Embrapa Agroindústria Tropical**, 4p, (Comunicado Técnico on-line: 127).
- Rufino, M.S.M; Alves, R.E; Brito, E.S; Morais, S.M; Sampaio, C.G; Pérez-Jiménez, J; Saura-Calixto, F.D. 2007b. Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS. Fortaleza, **Embrapa Agroindústria Tropical**, 4p, (Comunicado Técnico on-line: 128).
- Silva, A.M. de O.; Andrade-Wartha, E.R.Silva; Carvalho, E. B. T.; Lima, A; Novo, A.V.; Mancini-Filho, J. 2011. Efeito do extrato aquoso de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) sobre o estresse oxidativo em ratos diabéticos. **Rev. Nutr.** 24(1): 121-130.
- Singh R.N, Kumar A. 2016. Beetroot As a carotenoid Source on growth and colour development in red swordtail *Xiphophorus helleri* Fish. **Imperial Journal of Interdisciplinary Research.**; (2) 10.
- Sinha, A; Asimi, O.A. 2007. China rose (*Hibiscus rosasinensis*) petals: a potent natural carotenoid source for goldfish (*Carassius auratus* L.). **Aquaculture Research**, West Sussex, 38 (11), 1123-1128.
- Stratev, D; Zhelyazkov, G; Noundou, X. S.; Krause, R. W. M. Beneficial effects of medicinal plants in fish diseases, **Aquaculture International**, 26:289–308, <https://doi.org/10.1007/s10499-017-0219-x>. 2018.