



Folha de amendoeira como aditivo em dietas para *Betta splendens*

[Use of almond leaf as additive in diets for *Betta splendens*]

E.L. Santos¹, W.D.S. Oliveira², M.R. Lima¹, L.L.A. Silva²,
J.M. Oliveira¹, T.J. Silva¹, C.I. Santos, E.C. Soares¹

¹Universidade Federal de Alagoas - Centro de Ciências Agrárias - Rio Largo, AL

²Aluno de graduação - Universidade Federal de Alagoas - Centro de Ciências Agrárias - Rio Largo, AL

E.L.Santos
<https://orcid.org/0000-0002-0965-5332>
W.D.S. Oliveira
<https://orcid.org/0000-0002-4825-2341>
M.R. Lima
<https://orcid.org/0000-0001-6757-6395>
L.L.A. Silva
<https://orcid.org/0000-0002-7587-2159>
J.M. Oliveira
<https://orcid.org/0000-0002-5337-0641>
T.J. Silva
<https://orcid.org/0000-0001-7443-1063>
C.I. Santos
<https://orcid.org/0000-0002-8892-1992>
E.C. Soares
<https://orcid.org/0000-0001-5337-5736>

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho zootécnico, os parâmetros morfométricos, o comportamento social, a viabilidade econômica e a análise microbiológica da água de cultivo e de tecidos corpóreos de *Betta splendens* alimentados com folha da amendoeira *Terminalia catappa* (FFDA) como aditivo. Foram utilizados 28 machos de *Bettas*, acondicionados individualmente em aquários de 1,5L, por 50 dias. O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos: 0,00%; 0,25%; 0,50% e 0,75% de inclusão da FFAD e sete repetições. Ao término do experimento, foram avaliados os parâmetros: desempenho zootécnico (ganho de peso diário, consumo de ração, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência proteica, taxa de crescimento específico e fator de condição), morfométrico (comprimento total, padrão e da cabeça, altura, índice de perfil e índice de cabeça), comportamento social, viabilidade econômica da ração, análise microbiana do conteúdo intestinal, filé e escama e análise microbiológica da água. Pela ANOVA, pelo teste de Tukey e pela regressão ($P > 0,05$), os parâmetros: peso final, ganho de peso, comprimento padrão, comprimento total e taxa de crescimento específico foram influenciados pelos tratamentos ($P < 0,05$), apresentando um efeito quadrático. Assim, recomenda-se o nível de 0,50% de *Terminalia catappa* como aditivo em dietas de *Betta splendens*.

Palavras-chave: prebiótico, peixe ornamental, *Terminalia catappa*

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the performance, morphometric parameters, social behavior, economic viability, the presence of enterobacteria in the intestinal contents and a microbiological analysis of the water culture of *Betta splendens* fed with almond-tree-leaf flour (ATLF) as an additive. Twenty-eight male *B. splendens* were individually put in 1.5 L aquariums. The experiment was done in a completely randomized experimental design with four treatments: 0.00%; 0.25%; 0.50% and 0.75%, of the ATLF, dehydrated *Terminalia catappa* with seven repetitions each. At the end of the experimental period, the parameters were evaluated: performance (daily weight gain, feed intake, apparent feed conversion, protein efficiency rate, specific growth rate and condition factor), morphometric (total length, standard head, height, profile index and head index), social behavior, economic viability of the feed, microbial analysis of intestinal contents, fillet and scales, and microbiological analysis of the water. Though ANOVA, Tukey test and regression analysis ($P > 0.05$), the parameters: final weight, weight gain, standard length, total length and specific growth rate were influenced by the treatments ($P < 0.05$), presenting a quadratic effect. Therefore, the 0.50% level of *Terminalia catappa* is recommended as additive in *Betta splendens* diets.

Keywords: ornamental fish, prebiotic, *Terminalia catappa*

INTRODUÇÃO

O *Betta splendens* é um peixe ornamental muito difundido no Brasil e um dos mais populares no mundo em razão de sua beleza, coloração forte e rusticidade, bem como de sua capacidade de

suportar níveis baixos de oxigênio dissolvidos na água, além de um destacado comportamento territorialista de exacerbada agressividade (Matessi *et al.*, 2010). Devido ao seu comportamento agressivo, na maioria das vezes, as brigas entre coespecíficos levam ao aparecimento de escoriações e,

Recebido em 13 de junho de 2018

Aceito em 16 de abril de 2019

E-mail: elton.santos@ceca.ufal.br

consequentemente, ao aparecimento de microrganismos patogênicos oportunistas, que afetam significativamente o crescimento e a saúde dos peixes. Diversos piscicultores utilizam inúmeras substâncias químicas para o controle de enfermidades na criação. Entretanto, o uso indiscriminado de tais substâncias em pisciculturas resulta em poluição ambiental, contaminação dos peixes e de organismos não alvos envolvidos na cadeia alimentar aquática (Hatha et al., 2005).

Para evitar esses efeitos deletérios e colaterais, seja ao ambiente de cultivo, seja aos animais, nos últimos anos pesquisas têm sido realizadas na tentativa de encontrar alternativas naturais que possam substituir essas substâncias químicas. Dessa forma, extratos vegetais vêm sendo testados com sucesso, na prevenção e no tratamento de enfermidades oportunistas que se encontram naturalmente na água e na piscicultura (Santos et al., 2015). As folhas da *Terminalia catappa* ou amendoeira vêm sendo utilizadas em cultivos ornamentais, sendo muito popular, entre os aquaristas, o seu uso diretamente na água como forma preventiva, como um inibidor antimicrobiano sobre patógenos que acarretam prejuízos econômicos na atividade. Isso porque elas possuem propriedades antiparasitárias e imunoterapêuticas, comprovadamente identificadas como antibactericidas e antifúngicas (Tavechio et al., 2009).

Por outro lado, o trato intestinal dos peixes compreende um ecossistema microbiano complexo, composto principalmente de bactérias que estão envolvidas na nutrição e na imunidade dos hospedeiros. Considerando os avanços na nutrição de peixes, pouco se conhece a respeito da microbiota intestinal desses animais e os efeitos ocasionados pela composição da dieta com o uso de aditivos extratos vegetais, particularmente a folha da amendoeira, na ração. Dessa forma, objetivou-se avaliar o uso da folha de amendoeira desidratada como aditivo em dietas para machos de *Betta splendens*, analisando-se o desempenho zootécnico, os parâmetros morfométricos, o comportamento social, a viabilidade econômica das dietas, a presença de enterobactérias no conteúdo intestinal, além da análise microbiológica da água de cultivo dos animais.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Aquicultura - Laqua, localizado no Centro de Ciências Agrárias (Ceca) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal). Os animais foram obtidos de uma piscicultura ornamental comercial, na cidade de Maceió, Alagoas, Brasil. Foram utilizados 28 machos de *Betta splendens*, com o peso inicial $0,34 \pm 0,20$ g, os quais foram acondicionados individualmente em aquários experimentais com capacidade efetiva de 1,5L. Foram oferecidas dietas peletizadas, em um delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e sete repetições, durante 50 dias. Os tratamentos constaram de diferentes concentrações da farinha da folha da amendoeira desidratada (FFAD) na ração, sendo: T1 = 0,0%; T2 = 0,25%; T3 = 0,50% e T4 = 0,75%; (Tab. 1).

As rações experimentais foram confeccionadas da seguinte forma: todos os ingredientes da ração foram moídos, umidificados, homogeneizados e peletizados em moinho de rosca sem fim. Depois de peletizadas, as dietas foram mantidas em estufa de ventilação forçada, em temperatura aproximada de 60°C, durante 24 horas. Em seguida, os péletes foram desintegrados, de modo que a apresentação visual fosse compatível com o diâmetro da boca do peixe. O manejo alimentar dos animais, durante todo o período experimental, foi realizado duas vezes ao dia (oito horas e 16 horas), até a saciedade aparente. Diariamente, os aquários eram sifonados, com a renovação de aproximadamente 30% da água.

Os indicadores de qualidade de água: pH, oxigênio e temperatura foram monitorados diariamente, por meio de sonda multiparamétrica (Hanna® Instruments, modelo 9828, Woonsocket, USA). A amônia total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$) e o nitrito (NO_2^-) foram mensurados com o auxílio de espectrofotômetro (Hanna® Instruments, modelo HI 83203, Bélgica). Utilizando-se os reagentes de modelo HI93700-01 e HI93705-01, respectivamente. A presença de *Aeromonas* spp. na água do cultivo foi realizada após filtragem a vácuo das amostras utilizando-se membrana filtrante (100mL). A membrana filtrante foi colocada sobre placas contendo meio seletivo *Aeromonas* Medium Base, que foram incubadas em estufa bacteriológica a 30°C, por 24 horas. Após período de incubação, foi realizada a contagem no número de unidades formadoras de

colônias. Os comportamentos dos peixes foram avaliados por meio de sessões diárias de filmagens (10min), durante os últimos 15 dias do experimento, na presença e ausência de um

espelho. O espelho foi utilizado para simular a presença de um outro peixe (intruso virtual) por meio da sua própria reflexão (Merighe *et al.*, 2004).

Tabela 1. Formulação e composição alimentar da dieta utilizada

Ingredientes ¹	(%)
Farelo de soja	51,87
Farinha de peixe 55%	20,13
Farelo de milho	13,39
Óleo de soja	6,70
Farelo de trigo	5,91
Premix vitamínico-mineral ²	1,00
Sal comum	1,00
Total	100,00
Energia digestível ³	3,25 Mcal/kg
Proteína bruta	36,50%
Extrato etéreo	9,70%
Fibra bruta	4,27%
Fósforo total	1,16%
Cálcio	1,40%
Histidina total	0,93%
Isoleucina total	1,63%
Leucina total	2,93%
Lisina total	2,30%
Metionina + cistina total	1,18%
Fenilalanina total	1,73%
Treonina total	1,53%
Triptofano total	0,57%
Valina total	1,74%

¹De acordo com Rostagno *et al.* (2011). ²Níveis de garantia por kg do produto: vit. A = 900.000UI; vit. D3 = 50.000UI; vit. E = 6.000mg; vit. K3 = 1200mg; vit. B1 = 2400mg; vit. B2 = 2400mg; vit. B6 = 2000mg; vit. B12 = 4800mg; ácido fólico = 1200mg; pantotenato de cálcio = 12000mg; vit. C = 24000mg; biotina = 6,0mg; colina = 65.000mg; niacina= 24.000mg; Fe = 10.000mg; Cu = 600mg; Mn = 4000mg; Zn = 6000mg; I = 20mg; Co = 2,00mg e Se = 25mg. ³De acordo com Thongprajukaew *et al.* (2013).

Visando à análise descritiva dos comportamentos observados, à condição de isolamento ou à simulação da presença de um intruso virtual (imagem refletida no espelho), foi elaborado um etograma, cujos padrões detalhados foram: a) distribuição na coluna d'água: divididos em três regiões predeterminadas da coluna d'água, inferior, média e superior, registrou-se a distribuição espacial de cada indivíduo, para avaliar a ocorrência de territorialidade e a posição espacial do animal ao longo do tempo; b) atividade locomotora: cronometrou-se o tempo gasto em atividade locomotora para cada um dos indivíduos; c) confronto agonístico: frequência com que o animal ficou em posição paralela à sua imagem refletida no espelho, emitindo movimentos ondulatórios do eixo maior do corpo; d) confronto agonístico do tipo ameaça:

investida do animal contra sua imagem, porém sem resultar em contato com o espelho, algumas vezes acompanhada de tremores do corpo e eriçamento da nadadeira dorsal; e) posição da nadadeira dorsal: registrou-se o posicionamento da nadadeira dorsal, considerando-a retraída, quando seus raios estavam dispostos longitudinalmente em relação ao dorso do animal, ou eriçada, quando apresentavam disposição aproximadamente perpendicular em relação ao dorso; f) postura corporal do animal: caracterização da posição em que o peixe se apresentava, se reto ou inclinado, padrão também indicativo do bem-estar animal; e g) abertura exacerbada do opérculo: considerando-a aberta, como um sinal de imposição hierárquica e de estresse, ou fechada, caracterizando bem-estar, visto que a abertura exacerbada do opérculo, em

espécies como o *Betta splendens*, tende a refletir uma tentativa de parecer de maior tamanho. Essa situação é utilizada pelo animal em uma situação de estresse por confronto ou ameaça, ou seja, fora da condição de homeostasia (Cunha-Neto, 2011).

No final do experimento, os peixes foram mantidos em jejum por 24 horas; em seguida, anestesiados com óleo de cravo-da-índia na água (10mL.L^{-1}) e, posteriormente, pesados e medidos individualmente para obtenção dos índices zootécnicos: peso final (PF), ganho de peso (GP = (biomassa final - biomassa inicial), consumo médio de ração (CMR = 100 (quantidade de ração (g) / biomassa de peixe (g)), conversão alimentar aparente (CAA = quantidade de ração seca ofertada (g) / ganho em peso úmido (g)), taxa de eficiência proteica (TEP = ganho de peso (g) / proteína consumida (g)), taxa de crescimento específico (TCE = $100 \times (\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) / \text{tempo do experimento}$, em que: \ln = logaritmo natural) e fator de condição (FC = $\text{peso final} / \text{comprimento total}^3 \times 100$).

Também foram avaliados os parâmetros morfométricos: comprimento padrão (CP= medida entre a porção anterior da cabeça e a extremidade do raio mais curto (mediano) na nadadeira caudal), comprimento total (CT= medida entre a porção anterior da cabeça e a extremidade da nadadeira caudal), comprimento da cabeça (CC= medida entre a porção anterior da cabeça ao bordo posterior do opérculo), altura (ALT= distância entre o primeiro raio da nadadeira dorsal e a região ventral), índice de perfil (IP= $\text{comprimento padrão (cm)} / \text{altura (cm)}$) e índice de cabeça (IC= $\text{comprimento padrão (cm)} / \text{comprimento da cabeça (cm)}$).

Três animais de cada tratamento foram insensibilizados por secção medular, até cessarem os sinais vitais, e posteriormente foi retirada uma alíquota do conteúdo intestinal, uma amostra das escamas e uma do filé. O conteúdo do trato intestinal, das escamas e o filé dos animais foram retirados, macerados e homogeneizados em água peptonada. Da solução, foram realizadas diluições seriadas (1:10) para posterior semeadura (0,10mL) em placas contendo os diferentes meios de cultura padrão. As placas foram incubadas por 24 horas,

a 30°C. Após esse período, as unidades formadoras de colônias foram quantificadas.

A análise da viabilidade econômica das rações foi determinada baseando-se no custo médio em ração por quilo de peso vivo (Y_i) durante o período experimental, conforme Silva *et al.* (2008), seguindo as fórmulas: 1. $\text{CMR/PV (R\$/kg)} = Q_i \times P_i / G_i$, em que CMR/PV = custo da ração por kg de peso vivo ganho no i -enésimo tratamento; Q_i = quantidade de ração consumida no i -enésimo tratamento; P_i = preço por kg da ração utilizada no i -enésimo tratamento; G_i = ganho de peso do i -enésimo tratamento; e 2. $\text{IEE (\%)} = \text{MCE} / \text{CTE}_i \times 100$ e $\text{IC (\%)} = \text{CTE}_i / \text{MCE} \times 100$, em que MCE = menor custo da ração por kg ganho observado entre os tratamentos; CTE_i = custo do tratamento i considerado.

Os dados de desempenho, dos parâmetros morfométricos e físico-químicos da água obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando houve diferença significativa, foram também realizados teste de média de Tukey e regressão ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico computacional SAEG 9.1 (Sistema, 2007). Os resultados de comportamento social, avaliação da viabilidade econômica da ração, análise microbiana do conteúdo intestinal, das escamas e do filé foram ordenados em tabela do *Excel-Microsoft*® e submetidos à análise descritiva. Esta pesquisa está de acordo com os princípios éticos em pesquisa com animais e foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Alagoas, Brasil (Protocolo nº: 07 /2018 – Ceua/Ufal).

RESULTADOS

Não ocorreram diferenças ($P > 0,05$) nos parâmetros físico-químicos da água (Tab. 2), oxigênio dissolvido, pH, amônia e temperatura, entre os tratamentos analisados. Já em relação aos níveis de nitrito e à dureza total, esses apresentaram diferenças entre o tratamento, com 0,50% de FFAD em relação aos demais níveis (controle, 0,25% e 0,75%), que não apresentaram diferenças ($P > 0,05$). As análises microbiológicas da água se mostraram semelhantes, uma vez que todos os tratamentos apresentaram $> 1,10 \times 10^3$ de unidades formadoras de colônias. Os resultados para o comportamento social de machos de *Betta splendens*, de acordo com o nível de FFDA na ração e com o uso de espelho, simulando a

Folha de amendoeira...

presença de um animal da mesma espécie, estão expressos na Tab. 3.

Na avaliação do comportamento social sem a presença de espelho, não foram apontados os comportamentos de confrontos agonísticos nem de confrontos agonísticos com ameaça e abertura do opérculo, pois os animais não expressam esses comportamentos quando não são provocados ou não estão sob alguma ameaça (Tab. 4). Na avaliação do comportamento dos animais com o uso de espelho, em relação à distribuição na coluna d'água, verifica-se uma

baixa incidência da posição dos animais na área mediana dos aquários, em todos os tratamentos.

Na maior parte das observações, os animais alimentados com 0,25% de FFAD permaneceram no estrato superior do ambiente, e todos os outros peixes dos demais tratamentos na parte inferior. Comportamento quase antagônico ocorreu quando os peixes não estavam sob o efeito da presença simulada de um coespecífico por meio do uso do espelho, ou seja, sob isolamento, visto que a maior parte dos animais permaneceu na parte superior do aquário.

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos da água de cultivos de *Betta splendens*

Níveis da FFAD	OD (mg ^{L-1})	pH	NH ₃ (ppm)	gH	NO ₂ ⁻	T (°C)
0,00%	5,80±0,50 ^a	6,60±0,20 ^a	4,00±0,50 ^a	26,10±1,00 ^a	1,85±0,20 ^a	28,00±1,20 ^a
0,25%	5,50±0,30 ^a	6,80±0,30 ^a	3,20±0,30 ^a	24,10±1,00 ^a	1,42±0,15 ^{ab}	28,00±1,00 ^a
0,50%	5,70±0,20 ^a	6,80±0,40 ^a	3,20±0,35 ^a	20,51±1,50 ^b	1,25±0,20 ^b	28,00±1,40 ^a
0,75%	5,90±0,40 ^a	6,70±0,30 ^a	3,40±0,25 ^a	25,50±1,00 ^a	1,55±0,25 ^{ab}	28,00±1,00 ^a

^{a,b} Letras diferentes nas linhas indicam diferença estatística entre os tratamentos. Oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), amônia (NH₃), dureza total (gH), nitrito (NO₂⁻) e temperatura (T).

Tabela 3. Comportamento social de *Betta splendens* alimentados com folha de amendoeira na ração e com a utilização de espelho

Variáveis (%) ¹	Níveis da FFAD			
	0,00%	0,25%	0,50%	0,75%
Distribuição na coluna d'água				
Superior	33,30 (5)	86,70 (13)	33,30 (5)	6,70 (1)
Média	6,70 (1)	0,00 (0)	0,00 (0)	0,00 (0)
Inferior	60,00 (9)	13,30 (2)	66,70 (10)	93,30 (14)
Atividade locomotora				
Estática	0,00 (0)	60,00 (9)	46,70 (7)	26,70 (4)
Baixa	60,00 (9)	20,00 (3)	33,30 (5)	33,30 (5)
Alta	40,00 (6)	20,00 (3)	20,00 (3)	40,00 (6)
Confronto agonístico				
Frontal	40,00 (6)	33,30 (5)	66,70 (10)	60,00 (9)
Lateral	60,00 (9)	66,70 (10)	33,30 (5)	40,00 (6)
Confronto agonístico com ameaça				
Frontal	73,30 (11)	33,30 (5)	53,30 (8)	93,30 (14)
Lateral	26,70 (4)	66,70 (10)	46,70 (7)	6,70 (1)
Postura corporal do animal				
Reta	86,70 (13)	80,00 (12)	73,30 (11)	73,30 (11)
Inclinada	13,30 (2)	20,00 (3)	26,70 (4)	26,70 (4)
Posição da nadadeira dorsal				
Eriçada	66,70 (10)	100,00 (15)	100,00 (15)	80,00 (12)
Retraída	33,30 (5)	0,00 (0)	0,00 (0)	20,00 (3)
Abertura do opérculo				
Aberto	46,70 (7)	33,30 (5)	100,00 (15)	100,00 (15)
Fechado	53,30 (8)	66,70 (10)	0,00 (0)	0,00 (0)

¹Valores acima são porcentagem (%) e dentro dos parênteses são os valores médios da frequência das repetições dos comportamentos, observadas no experimento representado em 15 dias.

Tabela 4. Comportamento social, sem a utilização de espelho, de *Betta splendens* alimentados com diferentes níveis de FFAD na ração

Variáveis (%) ¹	Níveis da FFAD			
	0,00%	0,25%	0,50%	0,75%
Distribuição na coluna d'água				
<i>Superior</i>	66,70 (10)	46,70 (7)	46,70 (7)	66,70 (10)
<i>Média</i>	20,00 (3)	40,00 (6)	13,30 (2)	20,00 (3)
<i>Inferior</i>	13,30 (2)	13,30 (2)	40,00 (6)	13,30 (2)
Atividade locomotora				
<i>Estática</i>	26,70 (4)	13,30(2)	46,70 (7)	20,00 (3)
<i>Baixa</i>	46,70 (7)	73,30(11)	26,70 (4)	53,30 (8)
<i>Alta</i>	26,70 (4)	13,30 (2)	26,70 (4)	26,70 (4)
Postura corporal do animal				
<i>Reta</i>	66,70 (10)	80,00(12)	46,70 (7)	60,00 (9)
<i>Inclinada</i>	33,30 (5)	20,00 (3)	53,30(8)	40,00 (6)
Posição da nadadeira dorsal				
<i>Eriçada</i>	33,30 (5)	53,30 (8)	60,00 (9)	20,00 (3)
<i>Retraída</i>	66,70 (10)	46,70 (7)	40,00 (6)	80,00 (12)

¹Valores acima são porcentagem (%) e dentro dos parênteses são os valores médios da frequência das repetições dos comportamentos, observadas no experimento representado em 15 dias.

Já em relação à atividade locomotora, percebe-se uma baixa intensidade locomotiva dos peixes sob isolamento, em todos os tratamentos, sendo os animais alimentados com 0,5% de FFAD com maior frequência comportamental estática ou parada, o que também ocorre quando esses animais são submetidos à presença simulada de um coespecífico. Igualmente ocorreu quanto à postura corporal dos animais, na maior parte dos registros, mantiveram-se na posição corpórea reta, quando em isolamento e quando submetidos aos tratamentos. No entanto, pode-se inferir uma pequena variação de postura corporal predominante nos animais alimentados com 0,5% de FFAD, mantendo-se também de forma inclinada.

Quanto à posição da nadadeira dorsal do animal, observa-se maior tendência do eriçamento da nadadeira quando os peixes estão sob a tensão simulada artificialmente pelo espelho, em todos os tratamentos, igualmente, quando há expressão do comportamento da abertura do opérculo e dos confrontos agonísticos com e sem ameaça. Foi observado um efeito quadrático para os parâmetros peso final, ganho de peso, comprimento padrão, comprimento total e taxa de comprimento específico. Já o consumo médio

de ração, a conversão alimentar aparente, a taxa de eficiência proteica, o comprimento da cabeça, a altura, índice de perfil, o índice da cabeça e o fator de condição não apresentaram diferença entre os tratamentos (Tab. 5).

Não houve diferença na contagem do número de unidade formadora de colônias do conteúdo intestinal dos animais, em que todos os níveis apresentaram $>2,50 \times 10^5$ unidades. Entre as amostras de filé, prevaleceram as bactérias Gram+, sendo essas mais resistentes à ação da FFAD como aditivo na dieta, exceto para os animais que receberam a dieta com 0,75% de FFAD, em que só uma amostra apresentou ocorrência para esse grupo de bactérias. Já para as bactérias Gram-, a maior ocorrência foi para o nível mais alto, ou seja, 0,75% de FFAD (Tab. 6). Entre as amostras de escama, as bactérias Gram+ foram mais resistentes a todos os tratamentos. Já em relação às bactérias Gram-, só o nível de 0,25% apresentou ocorrência em todas as amostras.

A avaliação de viabilidade econômica mostrou que a ração com 0,50% de FFAD apresenta os melhores índices de custo e eficiência econômica para machos de *B. splendens* (Tab. 7).

Tabela 5. Desempenho zootécnico e parâmetros morfométricos de *Betta splendens* alimentados com diferentes níveis de FFAD na ração

Variáveis	Níveis de FFAD				CV (%)	Teste F	Regressão	R ²
	0,0%	0,25%	0,50%	0,75%				
PI(g)	0,34±0,20	0,34±0,20	0,34±0,20	0,34±0,20	3,25	NS	Y= 0,34	-
PF(g)	0,77±0,02 ^a	0,84±0,01 ^{ab}	0,95±0,02 ^b	0,82±0,02 ^{ab}	12,17	*	¹	0,76
GP(g)	0,43±0,01 ^a	0,50±0,02 ^{ab}	0,62±0,03 ^b	0,48±0,02 ^{ab}	20,18	*	²	0,76
CMR(g)	0,40±0,01	0,51±0,02	0,56±0,02	0,52±0,03	23,51	NS	Y= 0,50	-
CAA	1,05±0,37	1,04±0,32	0,91±0,07	1,08±0,19	31,48	NS	Y= 1,02	-
TEP	0,15±0,05	0,18±0,05	0,20±0,01	0,19±0,06	23,58	NS	Y= 0,18	-
CP(cm)	2,38±0,22 ^a	2,50±0,17 ^{ab}	2,75±0,26 ^b	2,52±0,06 ^{ab}	7,73	*	³	0,74
CT(cm)	4,12±0,08 ^a	4,32±0,10 ^{ab}	4,65±0,11 ^b	4,38±0,09 ^{ab}	7,70	*	⁴	0,81
CC (cm)	1,74±0,09	1,82±0,08	1,90±0,07	1,86±0,06	15,47	NS	Y= 1,40	-
ALT (cm)	0,68±0,07	0,89±0,05	0,95±0,08	0,75±0,07	33,72	NS	Y= 0,82	-
IP	3,73±0,15	2,95±0,11	3,17±0,10	3,34±0,14	22,32	NS	Y= 3,30	-
IC	1,48±0,09	1,36±0,08	1,50±0,10	1,36±0,06	21,67	NS	Y= 1,42	-
FC	1,12±0,22	1,05±0,17	0,98±0,26	0,98±0,06	19,46	NS	Y= 1,32	-
TCE(%)	1,79±0,46 ^a	2,01±0,30 ^{ab}	2,31±0,11 ^b	1,95±0,21 ^{ab}	15,01	*	⁵	0,81

^{a,b} Letras diferentes na mesma linha indicam diferença pelo teste de Tukey (P<0,05). Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo médio de ração (CMR), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de eficiência proteica (TEP), comprimento padrão (CP), comprimento total (CT), comprimento da cabeça (CC), altura (ALT), índice de perfil (IP), índice de cabeça (IC), fator de condição (FC) e taxa de crescimento específico (TCE). NS = não significativo (P>0,05); *(P<0,05).

Equação de regressão: ¹Y=-0,8288x²+0,7242x+0,7551; ²Y= -0,8292x² + 0,7245x+0,4168; ³Y=-1,406x²+1,3207+2,3494; ⁴Y=-,880x²+1,854x+4,083; ⁵Y=-2,3108x²+2,0527+1,7506.

Tabela 6. Avaliação microbiológica das escamas e do filé do *Betta splendens* alimentado com FFAD como aditivo na ração

Amostra		Nível de FFAD											
		0,00%			0,25%			0,50%			0,75%		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Filé	Gram+	x	x	x	x		x	x	x	x	x		
	Gram-	x				x						x	x
Escamas	Gram+	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
	Gram-				x	x	x				x		

x = ocorrência de bactérias.

Tabela 7. Viabilidade econômica com base no custo da ração por quilograma (CRação), custo médio em ração por quilograma de peso vivo ganho (CMR/PV), índice de custo (IC) e índice de eficiência econômica (IEE)

Variáveis	Níveis de FFAD			
	0%	0,25%	0,50%	0,75%
CRação (R\$/kg)	1,33	1,33	1,33	1,33
CMR/PV (R\$/kg PVG)	1,24	1,35	1,21	1,44
IC	102,48	111,57	100,00	119,01
IEE	97,58	89,63	100,00	84,03

DISCUSSÃO

A criação do peixe *Betta* deve ser encarada, visando sempre à obtenção de melhores índices zootécnicos e de maiores rentabilidades, de maneira sustentável, ou seja, considerando o bem-estar dos animais. Isso porque alternativas de manejo nutricional, como é o caso de aditivos naturais promotores da saúde e, conseqüentemente, do crescimento, podem ser pertinentes e diferenciais na criação. Assim, o presente estudo investigou o extrato da folha de amendoeira (*Terminalia catappa*) como promotor de crescimento para *Betta*. Entre as concentrações avaliadas, a ração com 0,50% de FFAD foi a melhor, pois os peixes apresentaram bons resultados para alguns parâmetros zootécnicos avaliados (GP, PF, CP, CT e TCE), o que demonstra a sua ação como promotor da saúde e, possivelmente, do bem-estar, ao se levar em conta a avaliação dos padrões comportamentais dos animais, bem como a melhor conversão alimentar e o melhor índice de custo.

O *Betta* é um peixe muito resistente às condições ambientais (Zuanon et al., 2009). Por essa razão, é cultivado sem muita exigência com a qualidade da água, o que pode ocasionar a proliferação de bactérias patogênicas. Neste estudo, a qualidade da água, os níveis de nitrito e dureza total foram inferiores no tratamento com 0,50% de FFAD em relação aos demais níveis. Pode-se inferir que não houve influência desses parâmetros sobre os resultados obtidos na presente pesquisa. Provavelmente isso ocorreu devido a um possível melhor aproveitamento dos nutrientes do alimento, sendo corroborado pelo melhor desempenho dos animais, conseqüentemente pode ter sido diminuída a quantidade de nutrientes excretados pelos animais. Os peixes que foram alimentados com 0,50% de FFAD só diferiram do tratamento controle, o que comprova seu efeito de melhoria da qualidade da água, fato esse, o uso *in natura* diretamente na água, que já é amplamente conhecido por aquaristas no mundo todo (Nugroho et al., 2017).

Vale ressaltar que ainda são escassas as pesquisas avaliando o comportamento e o desempenho do *Betta* em relação ao uso de aditivos promotores do bem-estar e da saúde, como a FFAD. Os peixes *Betta splendens* machos apresentam naturalmente

comportamento agressivo quando colocados diante de outro indivíduo da mesma espécie. O comportamento agressivo desses animais é oriundo da sua característica de dominância e territorialismo (Dzieweczynski e Leopard, 2010). Neste estudo, os peixes mostraram diferenças marcantes nos padrões comportamentais, de acordo com os níveis de FFAD na ração, o que confirma o aditivo utilizado como um potencial promotor da saúde e do bem-estar dos animais. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2013), os quais observaram que quanto maior a concentração do extrato aquoso da folha de amendoeira na água de cultivo de machos de *Betta splendens*, mais calmos os animais se apresentavam.

Neste estudo, o comprimento padrão, o comprimento total e a taxa de crescimento específico apresentaram um efeito quadrático, mostrando o melhor resultado até o nível de 0,50% da FFAD, provavelmente devido à presença de taninos na folha da *T. catappa* (Fogaça et al., 2013). Os níveis mais altos da adição na ração (0,75%) podem ter inibido a atuação das enzimas digestivas, e, conseqüentemente, a proteína da dieta pode não ter sido aproveitada de forma eficiente, o que fez com que não ocorresse a síntese proteica, resultando em redução no tamanho do animal (Pinto et al., 2000).

Os extratos de plantas utilizados como promotores de crescimento podem ter efeito simbiótico na microbiota do hospedeiro (Mcpherson et al., 1991). Entre as bactérias que colonizam o trato intestinal dos peixes de água doce, destacam-se as *Aeromonas*, *Plesiomonas* e as bactérias da família das Enterobactérias (Souza et al., 2013). A microbiota intestinal dos animais aquáticos pode mudar rapidamente com a invasão de microrganismos provenientes da água de cultivo e da dieta. Esse fato não foi observado no presente estudo, uma vez que os animais que receberam as dietas contendo FFAD até 0,50% mantiveram semelhante o número de enterobactérias no trato intestinal. Já os animais que receberam dietas com nível de 0,75% de FFAD tiveram a sua flora de enterobactéria em níveis muito baixos, ou suprimida, sendo esse nível mais eficiente contra esse grupo de bactéria.

Os aditivos naturais promotores da saúde e do crescimento podem ser convenientes para a criação de peixes, como o *Betta*, entretanto também precisam visar a uma boa rentabilidade. Dessa forma, neste estudo, os preços dos ingredientes das rações foram baseados na cotação média de preços pesquisados na internet, para a região Nordeste do Brasil, no período do estudo. Assim, pode-se inferir que, mesmo que as rações possam ter tido um custo de fabricação igual (CRação), já que a adição da FFAD é mínima e adquirida de forma gratuita, os resultados, quando se correlaciona o custo médio em ração por quilograma de peso vivo ganho, levam em conta a conversão alimentar dos animais. Desse modo, os peixes que foram alimentados com 0,50% de FFAD na ração foram os mais eficientes nesse parâmetro, além de a ração com 0,50% de FFAD ter sido a que obteve os melhores resultados de índice de custo e índice de eficiência econômica.

Apesar de as pesquisas com nutrição de peixes abordarem mais comumente a viabilidade econômica quando do uso de alimentos alternativos nas rações, considera-se pertinente que qualquer estratégia nutricional adotada deva ser precedida dos impactos econômicos que ela pode causar na produção, inclusive o uso de aditivos na ração, como é o caso do presente estudo. Portanto, considera-se que a ração com 0,50% de inclusão da farinha da folha de amendoeira foi a que se apresentou economicamente mais eficiente. São poucos os estudos referentes ao uso de *Terminalia catappa* como aditivo natural em rações para peixes ornamentais, sendo, dessa forma, necessária a realização de mais pesquisas, como a avaliação da resposta imune dos peixes, da capacidade antioxidante e histomorfometria do fígado e do intestino, para o melhor esclarecimento dos efeitos da folha da amendoeira e de sua eficiência na nutrição e saúde desses animais.

CONCLUSÃO

Considerando-se os parâmetros avaliados, recomenda-se o nível de 0,50% da farinha da folha da amendoeira desidratada como aditivo em dietas para machos de *Betta splendens*.

REFERÊNCIAS

- CUNHA NETO, J.S. *Dissociação entre observação e interação na modificação do display agressivo do Betta splendens*. 2011. 51f. Dissertação (Mestrado em Teoria e Pesquisa do Comportamento) - Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- DZIEWECZYNSKI, T.L.; LEOPARD, A.K. The effects of stimulus type on consistency of responses to conflicting stimuli in Siamese fighting fish. *Behav. Processes.*, v.85, p.83-89, 2010.
- FOGAÇA, D.N.L.; PINTO, JR.; RÊGO JR. *et al.* Atividade antioxidante e teor de fenólicos de folhas de *Terminalia catappa* Linn em diferentes estágios de maturação. *Rev. Ciênc. Farm. Básica Aplic.*, v.34, p.257-261, 2013.
- HATHA, M.; VIVEKANANDHAN, A.A.; JOICE, G.J. *et al.* Antibiotic resistance pattern of motile *Aeromonas* from farm raised fresh water fish. *Int. J. Food. Microbiol.*, v.98, p.131-134, 2005.
- MATESSI, G.; MATOS, R.J.; PEAKE, T.M. *et al.* Effects of social environment and personality on communication in male Siamese fighting fish in an artificial network. *Anim Behav.*, v.79, p.43-49, 2010.
- McPHEARSON, R.M.; DE PAOLA, A.; ZYWNO, S.R. *et al.* Antibiotic resistance in Gram-negative bacteria from cultured catfish and aquaculture ponds. *Aquaculture*, v.99, p.203-211, 1991.
- MERIGHE, G.K.F.; PEREIRA-DA-SILVA, E.M.; NEGRAO, J.A. *et al.* Effect of background color on the social stress of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, p.828-837, 2004.
- NUGROHO, R.A.; MANURUNG, H.; NUR, F.M. *et al.* *Terminalia catappa* L. extract improves survival, hematological profile and resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Betta* sp. *Arch Pol. Fish.*, v.25, p.103-115. 2017
- PINTO, L.G.Q.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C. *et al.* Ação do tanino na digestibilidade de dietas pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Sci.*, v.22, p.677-681, 2000.

- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa, MG: UFV, 2011. 244p.
- SANTOS, D.M.; SANTOS, E.L.; SOUZA, A.P.L. et al. Uso de extrato aquoso da folha desidratada de amendoeira (*Terminalia catapa*) no cultivo de *Betta splendens*. *Pubvet*, v.4, p.259-311, 2013.
- SANTOS, E.L.; SOUZA, A.P.L.; PONTES, E.C. et al. Folha da amendoeira (*Terminalia catappa*) como aditivo promotor de crescimento em rações para alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Agropecu. Tec.*, v.1, p.190-196, 2015.
- SILVA, A.M.R.; BENTO, D.A.; LIMA, G.J.M.M. et al. Valor nutricional e viabilidade econômica de rações suplementadas com maltodextrina e acidificante para leitões desmamados. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, p. 286-295, 2008.
- SISTEMA para análises estatísticas-SAEG. Versão 9.1. Viçosa: UFV / Fundação Arthur Bernardes, 2007. 142p.
- SOUZA, M.G. SEABRA, A.G.L.; SILVA, L.C.R. et al. Exigência de proteína bruta para juvenis de pacamã. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.14, p.362-370, 2013.
- TAVECHIO, W.L.G.; GUIDELLI, G.; PORTZ, L. Alternativas para a prevenção e o controle de patógenos em piscicultura. *Bol. Inst. Pesca*, v.35, p.335-341, 2009.
- THONGPRAJUKAEW, K.; KOVITVADHI, U.; KOVITVADHI, S. et al. Evaluation of growth performance and nutritional quality of diets using digestive enzyme markers and in vitro digestibility in Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910). *Afr. J. Biotechnol.*, v.12, p.1689-1702. 2013.
- ZUANON, J.A.S.; SALARO, A.L.; VERAS, G.C. et al. Tolerância aguda e crônica de adultos de beta, *Betta splendens*, à salinidade da água. *Rev. Bras. Zootec.*, v.11, p.2106-2110. 2009.