

Farelo de mamona em dietas para tilápia do Nilo

Castor bean bran in diets for Nile tilapia

Misleni Ricarte de Lima¹ (ORCID 0000-0001-6757-6395), Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke¹ (ORCID 0000-0003-4895-2599), Elton Lima Santos² (ORCID 0000-0002-0965-5332), César Antunes Rocha Nunes³ (ORCID 0000-0001-7180-3829), Cláudio José Parro de Oliveira⁴ (ORCID 0000-0001-5310-6923)

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. Autor para correspondência: misleniricarte@hotmail.com

²Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, Brasil.

³Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, Brasil.

⁴Universidade Federal de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, SE, Brasil.

Submissão: 18/04/2023 | Aceite: 29/05/2023

RESUMO

No cultivo de peixes, um dos entraves é o gasto com a alimentação, que pode chegar até 70% dos custos de produção. Diante desse fato, os pesquisadores vêm buscando soluções, para minimizar estes custos por meio da substituição de ingredientes tradicionais por alternativos. Neste sentido, o presente estudo visa avaliar a inclusão do farelo de mamona em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. Foram utilizados 144 animais com peso médio inicial $0,8 \pm 0,01$ g, distribuídos em 24 aquários de polietileno, com capacidade para 80L de água, cada um, interligados a um sistema de recirculação, em delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos: 0,0; 3,0; 6,0 e 9,0% de farelo de mamona, com seis repetições, cada um. Ao término do período experimental foram avaliados: peso final, comprimento total, taxa de sobrevivência, ganho em peso, consumo de ração, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência proteica, fator de condição, e os índices hepatossomático e lipossomático. O farelo de mamona apresentou efeito linear decrescente sobre o peso final, comprimento total e ganho em peso. Desta forma, a inclusão do farelo de mamona em dietas para alevinos de tilápia do Nilo comprometeu o ganho em peso destes animais.

PALAVRAS-CHAVE: desempenho; ingrediente alternativo; *Oreochromis niloticus*; *Ricinus communis*.

ABSTRACT

In fish farming, one of the barriers is the cost of food, which can reach up to 70% of production costs. Faced with this fact, researchers have been looking for solutions to minimize these costs by replacing traditional ingredients with alternative ones. In this sense, the present study aims to evaluate the inclusion of castor bean bran in diets for Nile tilapia fingerlings. We used 144 animals with a mean initial weight of 0.8 ± 0.01 g, distributed in 24 polyethylene aquariums, with a capacity of 80L of water, connected to a recirculation system, in a completely randomized experimental design, consisting of four treatments: 0.0; 3.0; 6.0 and 9.0% of castor bean bran, with six replications each. At the end of the experimental period, final weight, total length, survival rate, weight gain, feed intake, apparent feed conversion, protein efficiency rate, condition factor, and hepatosomatic and liposomatic index. Castor bean bran showed a decreasing linear effect on final weight, total length and weight gain. Thus, the inclusion of castor bean bran in diets for Nile tilapia fingerlings compromised the weight gain of these animals.

KEYWORDS: performance; alternative ingredient; *Oreochromis niloticus*; *Ricinus communis*.

INTRODUÇÃO

A aquicultura brasileira se transformou nos últimos 20 anos, de uma atividade extensiva para uma atividade empresarial, com uma alta tecnologia, com destaque para a tilápia que tem sido a principal indutora dessas transformações (PEDROZA FILHO et al. 2020). Em 2022, foram produzidas 860 mil toneladas de peixes de cultivo no país, com a tilápia perfazendo 63,9% dessa produção (PEIXE 2023).

O que faz a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) ser a espécie mais produzida, são suas inúmeras qualidades zootécnicas, como: alta rusticidade, acelerado crescimento e uma boa adaptação a alimentos artificiais, além de apresentar uma carne saborosa e de excelente aceitação no mercado consumidor (SANTOS et al. 2015a).

Para potencialização dos índices zootécnicos dos animais confinados, é importante frisar que o manejo nutricional é fundamental, sendo primordial o uso de rações balanceadas utilizando ingredientes de alta digestibilidade e com bom perfil aminoacídico (LIMA et al. 2022). Dentre as fontes nutricionais que compõem a ração animal, a proteína é o nutriente mais oneroso na dieta, sendo este, o maior responsável pelo preço final da ração.

Diante dos vários entraves existentes na piscicultura, o custo elevado das rações, ainda é um grande desafio a ser vencido. Principalmente no Nordeste brasileiro, devido à baixa produção de grãos nesta região, e também por as fontes tradicionais comumente utilizadas nas rações desses animais, como o milho, farinha de peixe e farelo de soja, serem considerados *commodities* no setor da agroindústria, tornando-as onerosas em sua maioria (LIMA et al. 2022).

Por isso, estudos nutricionais visando a substituição de ingredientes tradicionais por alimentos sucedâneos de origem vegetal para peixes vem se tornando constante. Entre as opções disponíveis, pode-se mencionar a mamona (*Ricinus communis*), uma oleaginosa pertencente à família *Euforbiaceae*. Como toda oleaginosa, o óleo é o principal produto desta planta e após sua extração são gerados alguns subprodutos, tais como: torta, farelo e casca que podem ser utilizados na alimentação animal como fonte alternativa.

Vale ressaltar, que a utilização dos subprodutos da mamona, só podem ser utilizados como matéria prima nas rações após sua destoxificação. Isto porque, nessa oleaginosa estão presente três fatores antinutricionais, que são: ricina (uma proteína), ricinina (um alcalóide) e o fator alergênico CB-1A. Dentre os três a ricina é a maior responsável pela toxidez da mamona (SILVA et al. 2012).

O farelo de mamona apresenta a seguinte composição nutricional: matéria seca (89,40%), proteína bruta (39,20%), gordura (1,55%), fibra bruta (18,50%), extrativo não nitrogenado (23,35%) e matéria mineral (6,80%) (ROSTAGNO et al. 2017).

Pesquisas sobre a utilização e os efeitos do farelo de mamona em diferentes fases de cultivo de peixes ainda são incipientes. A utilização deste ingrediente vem sendo estudada como fonte proteica para algumas espécies de peixes, entre elas: para juvenil de *Labeo rohita* (JAYANT et al. 2021), para juvenil de *Clarias gariepinus* (BABALOLA et al. 2020) e (AGBOOLA et al. 2019), híbridos de *Clarias gariepinus* X *Heterobranchus bidorsalis* (ALEGBELEYE et al. 2011) e para *Ctenopharyngodon idella* (CAI et al. 2005).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a inclusão do farelo de mamona sobre o desempenho zootécnico e as relações hepatossomática e lipossomática em alevinos de tilápia do Nilo.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi conduzida no Setor de Digestibilidade de Não Ruminantes, localizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Campus Dois Irmãos.

Os animais utilizados na pesquisa foram adquiridos de um produtor comercial e aclimatados por um período de 10 dias em um tanque de 1000 L, em sistema de recirculação com biofiltro e aeração constante. Durante esse período, as variáveis de qualidade de água (oxigênio dissolvido, temperatura e pH) foram monitorados diariamente por sonda multiparamétrica. Os peixes foram alimentados três vezes ao dia com ração comercial extrusada (30% de proteína bruta e específica para a espécie).

Após o período de adaptação e biometria, os animais foram alocados em 24 aquários de polietileno com capacidade para 80L de água, interligados a um sistema de recirculação com o uso de biofiltro (constituído de areia, cascalho e *bio ball*) e aeração constante. A taxa de renovação de água do sistema era de 1L por minuto.

Para o ensaio de desempenho, foram utilizados 144 alevinos de tilápia do Nilo, masculinizados, com o peso médio inicial de $0,8 \pm 0,01$ g.

O ingrediente teste utilizado foi oriundo da Usina de Biodiesel Governador Miguel Arraes, Pesqueira -

PE. Sendo este adquirido na forma destoxificada, segundo a metodologia da própria usina, ou seja: cozimento das sementes via vapor a 80 °C, em seguida as sementes foram prensadas para retirada parcial do óleo (obtendo-se a torta). Posteriormente ocorreu a submissão da torta ao solvente (etanol) para a retirada total do óleo (obtendo-se o farelo), em seguida o solvente foi recuperado a 80 °C por seis minutos, depois o farelo foi neutralizado à 5% de NaOH, seguido da secagem solar por dois dias, ao término deste processo obteve-se o farelo de mamona destoxificado.

Todos os ingredientes utilizados na fabricação das dietas experimentais foram analisados quanto a sua composição química, de acordo com a metodologia descrita por (DETMANN et al. 2012) e o perfil de aminoácidos do farelo de mamona por meio da espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo (NIRS) (FONTAINE et al. 2002). A composição química do farelo de mamona está descrita na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química determinada do farelo de mamona.

Table 1. Determined chemical composition of castor bean bran.

Nutrientes e Energia	(%)
Matéria seca ¹	92,11
Proteína bruta ¹	30,13
Fibra bruta ¹	30,10
Fibra em detergente neutro ¹	47,19
Fibra em detergente ácido ¹	36,72
Extrato etéreo ¹	7,56
Material mineral ¹	6,19
Energia bruta ¹	4709 kcal / kg
Cálcio ²	0,29
Fósforo ²	0,75
Arginina ³	2,56
Fenilalanina ³	1,04
Histidina ³	0,57
Isoleucina ³	1,12
Leucina ³	1,62
Lisina ³	0,78
Metionina ³	0,43
Treonina ³	0,86
Valina ³	1,40

¹ Análise realizada no Laboratório de Nutrição Animal da UFRPE. ² Análise realizada no Laboratório da EMBRAPA suínos e aves (Concordia-SC). ³ Análise realizada na Evonik Degussa Brasil LTDA.

Para o ensaio de desempenho, foram avaliadas quatro dietas formuladas para atenderem as exigências nutricionais da espécie de acordo com (NRC 2011), sendo as mesmas isoproteicas e isoenergéticas (Tabela 2).

As rações experimentais foram confeccionadas da seguinte forma: os ingredientes foram triturados em um moinho de facas, com peneira de crivo de 1,0 mm, em seguida homogeneizados e umedecidos com água (à uma temperatura \pm 50 °C) e peletizadas em um moinho de rosca sem fim. Posteriormente, as dietas foram encaminhadas a uma estufa de ventilação forçada a uma temperatura \pm 55 °C, por um período de 24 horas.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos (0,0; 3,0; 6,0 e 9,0% de inclusão do farelo de mamona) e seis repetições, sendo seis animais por unidade experimental.

Diariamente os aquários foram sifonados (antes do primeiro arraçoamento) para a retirada das fezes e eventuais sobras de ração, com a remoção de aproximadamente 15% da água. A frequência de arraçoamento foi realizado quatro vezes ao dia (8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h) até a saciedade aparente, durante 60 dias.

Os indicadores de qualidade de água: pH, oxigênio e temperatura foram monitorados diariamente, por meio de sonda multiparamétrica. A amônia total (NH₃ + NH₄) foi mensurada, com o auxílio de espectrofotômetro, utilizando os reagentes de modelo HI93700-01. O nitrito (NO₂⁻) foi analisado com esse mesmo equipamento, utilizando o reagente HI93705-01. As médias dos parâmetros de qualidade da água monitorados durante todo o período experimental foram: oxigênio dissolvido (6,0 \pm 0,9 mg/ L), temperatura (27,02 \pm 0,4 °C), pH (6,28 \pm 0,2), nitrito (0,03 \pm 0,08 mg/ L) e amônia (0,002 \pm 0,001 mg/ L). Os valores obtidos corroboram com os preconizados por (SÁ 2012) para aquicultura.

Tabela 2. Formulação e composição química das dietas experimentais.

Table 2. Formulation and chemical composition of experimental diets.

Ingredientes	NÍVEIS DE FARELO DE MAMONA			
	0%	3%	6%	9%
Farelo de soja	62,49	60,63	58,75	56,88
Milho	31,74	30,77	29,80	28,83
Farelo de mamona	0,00	3,00	6,00	9,00
Fosfato bicálcico	3,17	3,17	3,16	3,15
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50
Suplemento min. e vit.*	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamina C	0,10	0,10	0,10	0,10
Óleo de soja	1,45	1,28	1,13	0,97
BHT**	0,02	0,02	0,02	0,02
L- treonina	0,00	0,00	0,01	0,02
DL- metionina	0,03	0,03	0,03	0,03
COMPOSIÇÃO CALCULADA				
Energia digestível kcal/kg ⁻¹	3036	3036	3036	3036
Proteína bruta	30,00	30,00	30,00	30,00
Extrato etéreo	3,59	3,64	3,69	3,75
Fibra bruta	3,93	4,64	5,36	6,07
Cálcio	0,95	0,96	0,97	0,98
Fósforo disponível	0,75	0,75	0,75	0,75
Lisina total	1,78	1,74	1,71	1,67
Met + cis total	0,92	0,92	0,92	0,92
Treonina total	1,19	1,18	1,18	1,18

*Suplemento mineral e vitamínico (Composição/ kg do produto): vit. A = 900.000 UI; vit. . D3 = 50.000 UI; vit. E = 6.000 mg; vit. K3 = 1200 mg; vit. B1 = 2400 mg; vit. B2 = 2400 mg; vit. B6 = 2000 mg; vit.B12 = 4800 mg; ácido fólico = 1200 mg; pantotenato de cálcio = 12.000 mg; vit. C = 24.000 mg; biotina = 6,0 mg; colina = 65.000 mg; ácido nicotínico = 24.000 mg; Fe = 10.000 mg; Cu = 600 mg; Mn = 4000 mg; Zn = 6000 mg; I = 20 mg; Co = 2,0 mg e Se = 25mg. **Butil-Hidroxi-tolueno (antioxidante).

Ao término da pesquisa, os animais foram mantidos em jejum por 24 horas para total esvaziamento do trato digestório. Em seguida, anestesiados com óleo de cravo da Índia na água (10 ml/ L) e insensibilizados por secção medular até cessarem os sinais vitais, posteriormente, foram pesados para avaliar o peso final (g) e a taxa de sobrevivência (%). Em seguida, dois peixes de cada parcela experimental, foram necropsiados para retirar as vísceras, o fígado e a gordura visceral para a determinação do índice hepatossomático e índice lipossomático.

Os parâmetros de desempenho zootécnico e morfometria avaliados na presente pesquisa foram:

peso final; comprimento total: CT = medida da porção anterior da cabeça até o final da nadadeira caudal; taxa de sobrevivência: TS = nº de peixes final ÷ nº de peixes inicial x 100; ganho em peso: GP = peso final (g) – peso inicial (g); consumo de ração; conversão alimentar aparente: CAA = quantidade de ração ofertada (g) ÷ ganho em peso (g); taxa de eficiência proteica: TEP = ganho em peso (g) ÷ proteína consumida (g); fator de condição: FC = peso final (g) ÷ comprimento total (cm)³ x 100; índice hepatossomático: IHS = peso do fígado (g) ÷ peso do corpo x 100; índice lipossomático: ILS = peso da gordura celomática (g) ÷ peso do corpo x 100

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa *Statistical Analysis System* (SAS 2000) e os dados foram submetidos à análise de regressão ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de desempenho produtivo dos alevinos de tilápia do Nilo estão descritos na (Tabela 3).

Foi verificado que a inclusão do farelo de mamona comprometeu ($p < 0,05$) o peso final, comprimento total e ganho em peso. Resultados similares foram obtidos por (BABALOLA et al. 2020), ao avaliarem a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona, nos níveis 0, 5, 10, 15 e 20% nas dietas de juvenis de bagre africano (*Clarias gariepinus*), obtendo um efeito linear decrescente para as variáveis peso final e ganho em peso e (ALEGBELEYE et al. 2011), ao analisarem a substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona nas proporções 0, 25, 50, 75 e 100% em rações para alevinos híbridos de *Clarias gariepinus* X *Heterobranchus bidorsalis*, também encontraram efeito linear decrescente para o peso final e ganho em peso.

O efeito deletério dos tratamentos em relação ao peso final, comprimento total e ganho em peso,

pode ter sido ocasionado pelo alto nível de fibra que este ingrediente possui (Fibra bruta: 30,10%, Fibra em detergente ácido: 36,72% e Fibra em detergente neutro: 47,19%). A fibra em detergente neutro (FDN) corresponde à porção da fibra (celulose, hemicelulose e lignina), ou seja, fibra insolúvel, que em proporções elevadas destes componentes podem afetar negativamente o aproveitamento de outros nutrientes. Esse efeito ocorre devido a fibra insolúvel promover a baixa retenção do bolo alimentar, resultando em menor aproveitamento do alimento, uma vez que o mesmo permanece um tempo insuficiente no trato digestivo para sofrer os processos de digestão e absorção. E o efeito da fibra sobre a digestibilidade parece ter uma forte influência na idade dos animais, os mais novos são mais afetados em relação aos mais velhos (MEURER & HAYASHI 2003, MEURER et al. 2003).

Tabela 3. Desempenho de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com rações contendo níveis de farelo de mamona.

Table 3. Performance of Nile tilapia fingerlings fed with rations containing levels of castor bean bran.

Variáveis analisadas	Níveis de inclusão				p*	CV
	0%	3%	6%	9%		
PI (g)	0,8 ± 0,01	0,8 ± 0,01	0,8 ± 0,01	0,8 ± 0,01	-	-
PF (g) ¹	14,36 ± 0,64	13,70 ± 0,60	11,47 ± 1,87	12,43 ± 2,41	0,0270	12,79
CT (cm) ²	8,87 ± 0,04	8,70 ± 0,23	8,59 ± 0,51	7,94 ± 0,15	0,0006	3,41
GP (g) ³	13,56 ± 0,72	12,89 ± 0,59	11,32 ± 0,80	11,63 ± 2,41	0,0381	10,98
CR (g)	16,44 ± 2,53	14,60 ± 1,33	14,50 ± 1,23	15,40 ± 3,19	0,4777	14,60
CAA	1,22 ± 0,23	1,13 ± 0,10	1,28 ± 0,16	1,33 ± 0,07	0,1380	12,36
TEP	2,80 ± 0,47	2,96 ± 0,25	2,62 ± 0,31	2,72 ± 0,37	0,4216	12,88
FC	2,05 ± 0,12	2,09 ± 0,17	1,90 ± 0,24	2,50 ± 0,61	0,0750	16,03
TS (%)	86,67 ± 13,94	96,67 ± 7,45	96,67 ± 7,45	96,67 ± 7,45	0,1284	9,99
IHS (%)	1,88 ± 0,42	1,73 ± 0,25	1,22 ± 0,32	1,68 ± 0,35	0,1728	24,11
ILS (%)	0,94 ± 0,37	0,54 ± 0,23	0,65 ± 0,36	0,90 ± 0,33	0,2728	32,42

(PI) peso inicial, (PF) peso final, (CT) comprimento total, (GP) ganho em peso, (CR) consumo de ração, (CAA) conversão alimentar aparente, (TEP) taxa de eficiência proteica, (FC) fator de condição, (TS) taxa de sobrevivência, (IHS) índice hepatossomático, (ILS) índice lipossomático, (P) probabilidade e (CV) coeficiente de variação. ¹ Efeito Linear: $Y=14,190 - 0,26667x$ $R^2=0,64$; ² Efeito Linear: $Y=8,962 - 0,09667x$ $R^2=0,85$; ³ Efeito Linear: $Y=13,451 - 0,24460x$ $R^2=0,81$.

O fato do elevado teor de fibra existente no ingrediente e que esse nutriente pode reduzir a capacidade de digerir o mesmo, foi comprovado no presente estudo. Quando os animais estavam sendo necropsiados, foi observado a existência do farelo de mamona por todo o segmento do intestino, comprovando que os animais mais jovens apresentam baixa capacidade em conseguir digerir a fibra e conseqüentemente são bem mais susceptíveis aos efeitos deletérios deste nutriente existente nos ingredientes vegetais.

Apesar de não ter sido realizado análise de citotoxicidade do farelo de mamona, o processo de desintoxicação que o mesmo recebeu na usina, provavelmente foi capaz de neutralizar os fatores tóxicos existente na mamona (ricina, ricinina e o fator alergênico CB-1A). Segundo FONSECA & SOTO-BLANCO (2014), os sinais mais comuns de intoxicação pela ricina são: lesões gastrointestinais e diarreia aquosa que frequentemente evolui para diarreia sanguinolenta e aumento do tamanho do fígado. Nenhum destes sinais foram observados durante todo o período experimental e tampouco durante a necropsia para a retirada do fígado para a determinação do índice hepatossomático. Baseado nessas informações, pode-se inferir que o fator limitante que corroborou para os resultados obtidos foi realmente o elevado teor de fibra existente no ingrediente testado.

O efeito encontrado no presente estudo em relação as variáveis: peso final, comprimento total e ganho em peso, vai de encontro com alguns relatos na literatura para a tilápia do Nilo que receberam dietas com alimento proteico vegetal, contendo diversas substâncias antinutricionais e elevados teores de fibra bruta. SANTOS et al. (2015b) avaliando o efeito da inclusão da folha da mandioca desidratada em dietas para alevinos de tilápia do Nilo, encontraram um efeito linear decrescente para o peso final e ganho em peso, justificando os resultados aos compostos glicídeos cianogênicos e ao alto teor de fibra do ingrediente. SOUZA et al. (2013) em seu estudo utilizando a farinha de manga em dietas para alevinos de tilápia do Nilo, obtiveram um efeito linear decrescente para o peso final e ganho em peso, e justificaram tais resultados ao alto teor de fibra e aos fatores antinutricionais existente no ingrediente.

As variáveis consumo de ração, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência proteica, fator de condição, taxa de sobrevivência, relação hepatossomática e lipossomática não apresentaram diferenças estatísticas (Tabela 3).

Efeito contraditório ao presente ensaio foi encontrado por (BABALOLA et al. 2020), no qual resultaram um efeito linear decrescente para o consumo de ração pelos alevinos de bagre africano ao receberem níveis crescente de farelo de mamona. Apesar de alguns autores relatarem que este ingrediente apresenta baixa palatabilidade em relação ao farelo de soja e a existência de fatores antinutricionais, no qual estes elementos são os responsáveis pela redução do consumo. Porém na presente pesquisa, esses fatores não foram capazes de influenciar o consumo de ração durante todo o período experimental, bem como não foi observado nenhum comportamento que caracterizasse a ejeção da dieta pelos peixes.

O resultado da conversão alimentar aparente destoa dos encontrados por (JAYANT et al. 2021), que apresentaram um efeito significativo, apresentando os melhores índices de conversão alimentar para alevinos de *Labeo Rohita* alimentados com os níveis de 50 e 75% de torta de mamona em substituição ao isolado de proteína de soja e por (BABALOLA et al. 2020) que apresentou efeito significativo, com uma melhor conversão para os alevinos de bagre africano que receberam uma ração com 5% de inclusão do farelo de mamona.

Outra variável que não apresentou efeito significativo, foi à taxa de eficiência proteica, na qual representa a capacidade do animal em transformar a proteína em massa corporal. Os valores registrados (2,62% a 2,96%) foram superiores aos dados encontrados na literatura para diferentes espécies de peixes que receberam ingredientes proteicos de origem vegetal, (JAYANT et al. 2021) obtiveram 1,05 a 1,24% para *Labeo rohita* recebendo torta de mamona; (AGBOOLA et al. 2019) 0,008 a 0,020% para bagre africano com farelo de mamona; (ALEGBELEYE et al. 2011) 1,37 a 2,29% para híbrido de *Clarias gariepinus* X *Heterobranchus bidorsalis* com farelo de mamona; (AZEVEDO et al. 2017) 1,5 a 2,2% para tilápia do Nilo com a farinha do subproduto de feijão *Phaseolus vulgaris* e (SANTOS et al. 2015b) 1,26 a 1,46% para tilápia do Nilo com feno desidratado da folha de mandioca.

Quanto ao fator de condição, também não foi verificada diferença estatística ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Segundo GOMIERO et al. (2010) este índice indica o estado de bem-estar do peixe e que não deve variar com o comprimento do animal, sendo correlacionado com a constante da relação peso-comprimento. Isso indica que apesar dos níveis do farelo de mamona ter afetado o grau de nutrição dos alevinos submetidos a dietas com este ingrediente, este não afetou a saúde dos animais, uma vez que os parâmetros de peso final e ganho em peso apresentaram um efeito linear negativo.

Os dados obtidos para este índice na presente pesquisa foram superiores aos encontrados pela mesma espécie e por outras com hábito alimentar semelhante recebendo dietas com ingredientes proteicos de origem vegetal por (SANTOS et al. 2022) para alevinos de tilápia do Nilo avaliando o resíduo de maracujá; (SANTOS et al. 2015b) para alevinos de tilápia do Nilo recebendo folha de mandioca desidratada; (MARASCA et al. 2019) para carpa comum (*Cyprinus carpio*) com farelo de soja; (TYSKA et al. 2013) para juvenis de Jundiá (*Rhamdia quelen*) com concentrado proteico de farelo de girassol.

A taxa de sobrevivência dos animais não foi influenciada pelos níveis de inclusão do farelo de mamona. Este resultado corrobora com (JAYANT et al. 2021) avaliando a torta de mamona para alevinos de *Labeo rohita*; (BABALOLA et al. 2020, AGBOOLA et al. 2019) com farelo de mamona para bagre do canal, também não encontraram efeito significativo para essa variável.

Também não foram encontrados efeitos significativos ($p > 0,05$) avaliando os níveis de inclusão do farelo de mamona, através dos índices hepatossomático e lipossomático. Quando os animais foram necropsiados, não foram observadas macroscopicamente alterações quanto ao tamanho do fígado nem na sua coloração. O fígado é uma glândula responsável pelo o metabolismo do animal. Quando o animal recebe uma dieta com algum fator antinutricional, pode ocorrer alterações anatómicas, mas ressaltando, não foram encontrados tais sintomas nos animais no presente estudo.

Apesar de, o ingrediente teste apresentar fatores antinutricionais que poderiam causar problemas no metabolismo dos animais submetidos aos tratamentos experimentais, estes não influenciaram nos resultados. Ressaltando que, os resultados obtidos para os parâmetros de desempenho produtivo provavelmente foram resultantes dos teores de fibra presentes no farelo de mamona e não pelos fatores antinutricionais (ricina, ricinina e fator alergênico CB -1A).

Confrontando os dados do presente estudo com resultados de pesquisas que avaliaram ingredientes alternativos existente na região Nordeste, ricos em fibra e que apresentam fator antinutricional, os resultados obtidos corroboram com os encontrados por (AZEVEDO et al. 2013), ao avaliarem (0, 15 e 30%) de inclusão de torta de dendê para juvenis de tilápia do Nilo, não encontraram efeito significativo para relação hepatossomática. DAIRIKI et al. (2013), ao estudarem os níveis (0, 5, 10, 15, 20 e 25%) de inclusão de feijão-caupi em dietas para juvenis de tambaqui, no qual também não observaram efeito significativo para as relações hepatossomática e lipossomática.

Apesar do farelo de mamona apresentar valores nutricionais significativos e por existir métodos que elimine a sua toxidez, a utilização do farelo de mamona em dietas para peixes ainda é incipiente. Por isso, se faz necessário um maior número de pesquisas para avaliar o potencial deste ingrediente nas dietas em diferentes fases de cultivo da tilápia do Nilo.

CONCLUSÃO

A utilização do farelo de mamona reduz o peso, comprimento final e o ganho em peso de alevinos de tilápia do Nilo.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Suínos e Aves, pela realização das análises de cálcio e fósforos e a Evonik Degussa Brasil LTDA, pelas análises dos aminoácidos no ingrediente teste.

REFERÊNCIAS

- AGBOOLA EO et al. 2019. Growth Performance of the African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell), Fed Varying Inclusion Levels of Castor Seed (*Ricinus communis* L.). *Fisheries and Aquaculture Journal* 10: 1-7.
- ALEGBELEYE WO et al. 2011. Preliminary evaluation of fermented castor (*Ricinus communis*) seed meal in the diets of *Clarias gariepinus* x *Heterobranchius bidorsalis* hybrid fingerlings. *Journal of Agriculture and Environment* 7: 41-50.
- AZEVEDO KSP et al. 2017. Farinha do subproduto de feijão *phaseolus vulgaris* em dietas para juvenis de tilápia do Nilo. *Boletim de Indústria Animal* 74: 79-85.
- AZEVEDO RV et al. 2013. Óleo e torta de dendê em rações para juvenis de tilápia do Nilo. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira* 48: 1028-1034.
- BABALOLA TO et al. 2020. The effect of fermented and autoclaved castor seed meal on performance, tissue composition and haematology of *Clarias gariepinus* fingerlings. *Advances in Environmental Biology* 14: 23-28.
- CAI X et al. 2005. Growth performance, body composition and phosphorus availability of juvenile grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) as affected by diet processing and replacement of fishmeal by detoxified castor bean meal. *Aquaculture Nutrition* 11: 293-299.
- DAIRIKI JK et al. 2013. Feijão-caupi autoclavado na nutrição de juvenis de tambaqui. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira* 48: 450-453.
- DETMANN E et al. 2012. Métodos para análise de alimentos - INCT - Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Suprema.
- FONSECA NBS & SOTO-BLANCO B. 2014. Toxicidade da ricina presente nas sementes de mamona. *Semina: Ciências Agrárias* 35: 1415-1424.
- FONTAINE J et al. 2002. NIRS enables the fast accurate prediction of the essential amino acid contents. 2. Results for wheat, barley, corn, triticale, wheat bran/middlings, rice bran, and sorghum. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 3902-3911.
- GOMIERO LM et al. 2010. Relação peso-comprimento e fator de condição de *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier, 1829) no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia, Mata Atlântica, estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropical* 10: 101-105.
- JAYANT M et al. 2021. Effective valorization of agro-waste of castor oil extraction industry as feedstock for sustainable fish production. *Biofuels Bioproducts & Biorefining* 15: 1126-1140.
- LIMA MR et al. 2022. Effect of the addition of poultry by-product meal on the zootechnical performance of Nile tilapia fingerlings. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 21: 489-496.
- MARASCA S et al. 2019. Substituição da farinha de carne e ossos por farelo de soja em dietas para *cyprinus carpio*. *Boletim de Indústria Animal* 76: 1-9.
- MEURER F & HAYASHI C. 2003. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de peixes – Revisão. *Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia* 6: 127-138.
- MEURER F et al. 2003. Fibra bruta para alevinos de tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32: 256-261.
- NRC. 2011. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of fish and shrimp. Washington: National Academy Press.
- PEDROZA FILHO MX et al. 2020. Caracterização da cadeia produtiva da tilápia nos principais polos de produção do Brasil. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura. 51p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 26).
- PEIXE BR. 2023. Anuário brasileiro da piscicultura. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura.
- ROSTAGNO HS et al. 2017. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV. 488p.
- SÁ MVC. 2012. Limnocultura Limnologia para Aquicultura. Fortaleza: UFC.
- SANTOS EL et al. 2015a. Folha de amendoeira (*Terminalia catappa*) como aditivo promotor de crescimento em rações para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Agropecuária Técnica* 36: 190-196.

- SANTOS EL et al. 2015b. Desempenho de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com folha de mandioca desidratada na dieta. Revista Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 67: 1421-1428.
- SANTOS EL et al. 2022. Resíduo de maracujá (*Passiflora edulis*) em rações para tilápia do Nilo. Conjecturas 22: 147-163.
- SAS Institute. 2000. Sas System for Windows: versão 8.12. Cary Sas Institute.
- SILVA MS et al. 2012. Utilização de metodologia de planejamento experimental para destoxicação do farelo de mamona (*Ricinus communis* L.) em secador elétrico de bandeja. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais 14: 167-176.
- SOUZA RC et al. 2013. Influência da farinha de manga no crescimento e composição corporal da tilápia do Nilo. Revista Archivos de Zootecnia 62: 217-225.
- TYSKA D et al. 2013. Concentrados proteicos vegetais na alimentação de Jundiás (*Rhamdia quelen*). Revista Ciência Rural 43: 1251-1257.