

Desempenho zootécnico e parâmetros somáticos de carpa comum alimentada com *Azolla caroliniana*

Guilherme Masteloto da Rosa¹, Antonio Cleber da Silva Camargo², Alexandra Pretto^{3*}, Fernanda Rodrigues Goulart Ferrigolo⁴, Caroline Naomi Kuroda⁵, Cristiano Miguel Stefanello⁶, Ana Betine Beutinger Bender⁷

Resumo

Macrófitas aquáticas como a *Azolla caroliniana* podem ser incluídas na dieta de peixes pois constituem fonte de nutrientes (proteínas, aminoácidos, minerais, lipídios, frações da parede celular e polifenóis) que podem atuar como suplemento alimentar. Assim, objetivou-se avaliar dois níveis de inclusão de *A. caroliniana* em dietas para carpa comum avaliando parâmetros de desempenho zootécnico e índices somáticos nos peixes. Foram utilizados 72 juvenis de carpa comum distribuídos aleatoriamente em 9 tanques-rede de 0,227 m³. Os juvenis foram alimentados durante cinco semanas com as dietas controle (sem inclusão de *A. caroliniana*) e dietas com inclusão de 5 ou 10% de *A. caroliniana*. Ao final deste período, o peso final, comprimento total final, fator de condição e conversão alimentar aparente dos juvenis não diferiram entre os tratamentos. Porém, o ganho médio diário ($P=0,048$), ganho em peso relativo ($P=0,012$) e taxa de crescimento específico ($P=0,011$) foram superiores nos tratamentos controle (26,2; 31,3 e 24,5%, respectivamente) e com inclusão de 5% de *A. caroliniana* (44,8; 49,5 e 37,7%, respectivamente) em relação àqueles alimentados com 10% de *A. caroliniana* na dieta. Em relação aos índices somáticos não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, para nenhum dos parâmetros avaliados. Assim, devido ao alto teor de fibra insolúvel presente nesta macrófita, recomenda-se que seja incluída em no máximo 5% da dieta de carpa comum para não prejudicar o desempenho animal.

Palavras-chave: Macrófita. Ingrediente alternativo. Nutrientes. *Cyprinus carpio*. Crescimento.

Zootechnical performance and somatic parameters of common carp fed with *Azolla caroliniana*

Abstract

Aquatic macrophytes like *Azolla caroliniana* can be included in the fish diet as they are a source of nutrients (proteins, amino acids, minerals, lipids, cell wall fractions and polyphenols) that can act as a dietary supplement. Thus, the objective was to evaluate two levels of *A. caroliniana* inclusion in common carp diets by evaluating zootechnical performance parameters and somatic indices in fish. Seventy-two common carp juveniles were randomly distributed in nine 0.227 m³ net cages. The juveniles were fed for five weeks with the control diets (without inclusion of *A. caroliniana*) and diets with inclusion of 5 or 10% *A. caroliniana*. At the end of this period, the final weight, final total

¹Universidade Federal do Pampa. Uruguaiiana, RS. Brasil.

<http://orcid.org/0000-0003-3167-4561>

²Universidade Federal do Pampa. Uruguaiiana, RS. Brasil.

<http://orcid.org/0000-0003-0114-0702>

³Universidade Federal do Pampa. Uruguaiiana, RS. Brasil.

<http://orcid.org/0000-0002-5874-9108>

⁴Universidade Federal do Pampa. Uruguaiiana, RS. Brasil.

<http://orcid.org/0000-0001-6096-0132>

⁵Universidade Federal do Pampa. Uruguaiiana, RS. Brasil.

<http://orcid.org/0000-0003-1684-4729>

⁶Universidade Federal do Pampa. Uruguaiiana, RS. Brasil.

<http://orcid.org/0000-0002-3977-3700>

⁷Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. Brasil.

<http://orcid.org/0000-0001-6973-9127>

*Autor para correspondência: ale.pretto@yahoo.com.br

length, condition factor and apparent feed conversion of juveniles did not differ between treatments. However, the average daily gain ($P=0.048$), relative weight gain ($P=0.012$) and specific growth rate ($P=0.011$) were higher in the control treatments (26.2, 31.3 and 24.5%, respectively) and with inclusion of 5% *A. caroliniana* (44.8, 49.5 and 37.7%, respectively) in relation to those fed with 10% *A. caroliniana* in the diet. Regarding the somatic indices, no significant differences were observed between treatments for any of the evaluated parameters. Thus, due to the high content of insoluble fiber present in this macrophyte, it is recommended that it be included in a maximum of 5% of the common carp diet so as not to impair animal performance.

Keywords: Macrophyte. Alternative ingredient. Nutrients. *Cyprinus carpio*. Growth.

Introdução

Características favoráveis para a criação como adaptação ao clima, tolerância a baixos níveis de oxigênio dissolvido na água, facilidade de reprodução e as práticas de manejo fazem da carpa comum (*Cyprinus carpio*) uma das espécies mais criadas no Sul do Brasil. Além disso, devido ao hábito alimentar onívoro, esta espécie aceita e converte bem diversos tipos de alimento (Cyrino et al., 2004). Dentre os aspectos relacionados à piscicultura, os que envolvem a alimentação vêm sendo amplamente discutidos. Um dos desafios neste campo é desenvolver dietas que proporcionem crescimento e eficiência alimentar aos peixes e que contribuam para manter a qualidade da água do viveiro, a um custo que possibilite rentabilidade à criação. Tal relevância ocorre em razão da ração ser responsável por grande parte dos custos de produção, de 70 a 80% (EMBRAPA, 2016).

Como alternativa para redução dos custos de produção, temos a possibilidade de inclusão de ingredientes alternativos na dieta como algas e macrófitas aquáticas (Hasan e Chakrabarti, 2009). As macrófitas são extremamente importantes para a preservação da diversidade biológica, pois apresentam alta produtividade e elevada biomassa, contribuindo de forma significativa para o ciclo de nutrientes no meio aquático (Hasan e Chakrabarti, 2009; Trindade et al., 2010). A biomassa destas macrófitas contém muitos nutrientes como proteínas, aminoácidos, minerais, lipídios, frações da parede celular e polifenóis que podem atuar como suplemento alimentar para peixes (Henry-Silva e Camargo, 2006; Hasan e Chakrabarti, 2009; Mosha, 2009). Por exemplo as macrófitas do gênero *Azolla* contém de 19 a 30% de proteína bruta; 14 a 20% de matéria mineral, 3 a 6% de gordura e teor de carboidratos fibrosos que pode ser superior a 50% (Hasan e Chakrabarti, 2009). A inclusão de ingredientes alternativos deve ser realizada após estudo detalhado de sua composição nutricional pois, ingredientes de origem vegetal podem conter, além de nutrientes, elevada quantidade de compostos antinutricionais como, inibidores de proteínas, oxalatos, taninos, fibras, entre outros, e levar a prejuízos na absorção de nutrientes quando ingeridos em níveis elevados (Benevides et al., 2011).

As macrófitas apresentam expressiva quantidade de fibras, as quais, quando incluídas em níveis elevados na dieta de animais não ruminantes, promovem aumento da viscosidade da digesta, reduzindo a digestibilidade

dos nutrientes em função da limitação da interação entre substratos e enzimas na mucosa intestinal (Montagne et al., 2003). No entanto, em quantidades adequadas podem gerar vários benefícios aos animais (Adorian et al., 2016; Goulart et al., 2018). A fibra alimentar tem grande importância nesse aspecto, uma vez que sua ação pode ser comparada àquela proporcionada pelos prebióticos comerciais (Rodrigues et al., 2010). Com isso, objetivou-se avaliar dois níveis de inclusão de *Azolla caroliniana* em dietas para carpa comum avaliando parâmetros de desempenho zootécnico e índices somáticos nos peixes.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Centro de Tecnologia em Pesca e Aquicultura (CTPA) da Universidade Federal do Pampa, Campus Uruguaiana. Amostras de macrófita aquática foram coletadas pela parte da manhã em viveiros no CTPA, mantidas durante três horas no sol para redução de umidade e depois mantidas em estufa de circulação ar forçado a 50°C por 48 horas. Transcorrido o tempo de secagem o material foi moído, peneirado (600 μm), embalado e armazenado até o preparo das dietas (-18°C). Esta metodologia permitiu obter secagem e granulometria satisfatória do material.

A composição da planta *A. caroliniana*, foi avaliada para matéria parcialmente seca (60°C durante 12 horas), matéria seca (105°C durante 24 horas), cinzas (550°C durante 4 horas) e proteína bruta (método de micro Kjeldahl, $N \times 6,25$) de acordo com metodologias propostas pela AOAC (1995). A gordura foi extraída e quantificada pelo método de Bligh e Dyer (1959). A fibra insolúvel, total e solúvel (obtida por diferença entre a concentração de fibra total menos insolúvel) dos ingredientes foi determinada de acordo com AOAC (1995). A digestibilidade proteica *in vitro* foi avaliada de acordo com a metodologia proposta por Dias et al. (2010). O método é baseado na digestão da proteína da amostra pelas enzimas pepsina e pancreatina e a digestibilidade é calculada através da relação entre o nitrogênio total da amostra, nitrogênio digerido, nitrogênio produzido pela autodigestão das enzimas e nitrogênio solúvel presente originalmente na amostra, quantificado pelo método micro Kjeldahl ($N \times 6,25$).

O delineamento experimental utilizado no estudo foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e

três repetições cada. As seguintes dietas experimentais representaram os tratamentos: CONT = sem adição de *A. caroliniana*; AZ5 = adição de 5% de *A. caroliniana*; AZ10 = adição de 10% de *A. caroliniana* (Tabela 1). As dietas foram formuladas a partir dos ingredientes secos e moídos, pesados e misturados manualmente, onde foram adicionados óleo de soja e água e a mistura homogênea foi peletizada em moedor de carne. As rações foram se-

cas em estufa de circulação de ar forçada a 50°C por 24 horas e mantidas refrigeradas até o uso. As rações foram analisadas para matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e gordura de acordo com as metodologias citadas acima. Teores de fibras (total, insolúvel e solúvel) dos ingredientes também foram analisados de acordo com AOAC (1995).

Tabela 1 – Formulação e composição das dietas para carpa comum alimentadas com *Azolla caroliniana*

Ingredientes	Formulação da dieta (%)		
	CONT	AZ5	AZ10
Farelo de soja	20	20	20
CPS ¹	5	5	5
Milho moído	16	17	17
Farelo de trigo	9	-	-
Farinha de peixe	31,7	32,5	31
<i>Azolla caroliniana</i>	-	5	10
Óleo de soja	8	8	8
Vitaminas/minerais ²	1	1	1
Fosfato bicálcico	1	1	1
Sal	1	1	1
Amido de milho	3	6	6
Inerte – Areia	4,3	3,5	-
	Composição da dieta		
Matéria seca ³	95,44	95,52	96,37
Proteína bruta ³	29,86	29,75	31,02
Energia digestível ⁵	2882,3	3017,18	3149,12
Gordura ³	10,31	11,04	11,89
Cinzas ³	24,75	22,16	17,83
Fibra solúvel ⁴	0,86	0,61	0,86
Fibra insolúvel ⁴	4,52	4,18	6,69
Fibra total ⁴	5,38	4,79	7,56
Carboidratos ⁶	25,33	26,48	26,55

CONT = dieta controle, sem adição de *Azolla caroliniana*; AZ5 ou AZ10 = dieta contendo 5% ou 10% de *Azolla caroliniana*, respectivamente. ¹CPS = concentrado proteico de soja. ²Composição do suplemento vitamínico-mineral por Kg de produto: ác. Fólico: 250 mg; ác. Pantotênico: 5000 mg; antioxidante: 0,06 g; biotina: 125 mg; cobalto: 25 mg; cobre: 2000 mg; ferro: 820 mg; iodo: 100 mg; manganês: 3750 mg; niacina: 5000 mg; selênio: 75 mg; vit. A: 1000000 UI; vit. B1: 1250 mg; vit. B2: 2500 mg; vit. B6: 2485 mg; vit. B12: 3750 mg; vit. C: 28000 mg; vit. D3: 500000 UI; vit. E: 20000UI; vit. 5000 mg; zinco: 1750 mg. ³Composição analisada; ⁴Composição calculada a partir da análise dos ingredientes; ⁵Calculado a partir da fórmula: (proteína*5,64*0,83) + (gordura*9,44*0,88) + (carboidrato*4,11*0,65) (Meyer *et al.*, 2004). ⁶Obtido por diferença através da fórmula: 100 – (proteína bruta + matéria mineral + gordura + fibra detergente neutro + umidade).

Neste estudo foram utilizados 72 juvenis de carpa comum (peso inicial: 138,59 ± 8,32 g e comprimento total: 21,00 ± 0,37 cm), distribuídos aleatoriamente em 9 tanques-rede de 0,227 m³ (0,54x 0,54x0,78 m). Os tanques-rede foram distribuídos em um viveiro de 200

m³, distantes 0,5 m cada um. Os peixes foram alimentados com as dietas experimentais durante cinco semanas, recebendo 3% da biomassa total do tanque, dividido em duas alimentações diárias (9 e 16 hs). A quantidade de alimento foi ajustada através de biometrias quinzenais.

Quanto a qualidade da água, diariamente foram verificados a temperatura e o oxigênio dissolvido (oxímetro digital – POLITERM POL 60) e semanalmente a transparência (Disco de Secchi), turbidez (turbidímetro digital – HANNA H198703), alcalinidade (por titulometria – Boyd e Tucker, 1992), pH (pHmetro digital – GEHAKA PG 1800) e condutividade (condutivímetro digital – MCA 150P). Os seguintes valores foram obtidos: temperatura $23,39 \pm 1,53^\circ\text{C}$ (manhã) e $27,35 \pm 2,14^\circ\text{C}$ (tarde); oxigênio dissolvido $3,50 \pm 1,25$ mg/L (manhã) e $6,92 \pm 1,85$ mg/L (tarde); transparência $103,33 \pm 24,58$ cm; turbidez $5,18 \pm 3,51$ NTU; alcalinidade $34,02 \pm 2,40$ mg/L CaCO_3 ; pH $7,37 \pm 0,11$ unidades; condutividade $117,97 \pm 21,20$ $\mu\text{s}/\text{cm}$. Os parâmetros de qualidade de água mantiveram-se dentro de faixa adequada para a criação de carpa comum (Arana, 2010).

Ao final do período experimental, os peixes foram mantidos em jejum por 24 horas, anestesiados com eugenol na concentração de $80 \mu\text{L}/\text{L}$ de água (Bittencourt et al., 2013), pesados individualmente em balança analítica de precisão (0,01 g – Bel Marck M5202) e medidos com paquímetro digital (Starret 797B-8/200). A partir dos dados de peso, comprimento total e ração consumida foram calculados o ganho médio diário (GMD) = (peso final – peso inicial) / dias; fator de condição (FC) = peso \times 100 / (comprimento total³); ganho em peso relativo (GPR) = [(peso final - peso inicial) / peso inicial] \times 100; taxa de crescimento específico (TCE) = [(ln (peso final) - ln (peso inicial)) / dias \times 100 e conversão alimentar aparente (CAA) = alimento consumido / ganho em peso. Foram abatidos

aleatoriamente dois peixes de cada tanque-rede ao final do experimento para avaliação dos seguintes índices somáticos: índice hepatossomático (IHS) = (peso fígado / peso total peixe) \times 100; índice gonadossomático (IGS) = (peso gônada / peso total peixe) \times 100; quociente intestinal (QI) = (comprimento do trato digestório / comprimento total peixe); índice digestivossomático (IDS) = (peso trato digestório / peso total peixe) \times 100; rendimento de carcaça (RC) = (peso do peixe sem as vísceras / peso total peixe) \times 100.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) através do programa estatístico SPSS 21.0. Correlações de Pearson também foram realizadas através deste programa estatístico.

Resultados e discussão

A composição centesimal e digestibilidade proteica *in vitro* da planta aquática *A. caroliniana* estão apresentadas na Tabela 2. A macrófita apresenta alto teor de umidade na matéria natural e seu rendimento após passar por secagem é de 8%. Em relação aos demais constituintes nutricionais, o teor de fibras permite classificar como um ingrediente fibroso, pois esta fração chega a 55%. Grande parte da fibra é insolúvel, composta principalmente de hemicelulose insolúvel, celulose e lignina. O teor de fibra solúvel, que inclui pectinas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses, corresponde a 5% do valor de fibra total.

Tabela 2 – Composição centesimal e digestibilidade proteica *in vitro* da *Azolla caroliniana*

Parâmetros (%)	
Umidade ¹	93,06 \pm 0,06
Matéria mineral ²	13,36 \pm 0,11
Proteína bruta ²	19,21 \pm 0,10
Gordura ²	3,45 \pm 0,86
Fibra solúvel ²	5,08
Fibra insolúvel ²	50,25 \pm 0,56
Fibra total ²	55,33 \pm 2,50
Digestibilidade proteica <i>in vitro</i>	25,00 \pm 2,93

¹Dados expressos como média \pm desvio padrão (n=3) na matéria natural e ²dados expressos na matéria seca.

Além disso, observa-se que a composição centesimal de amostras de *A. caroliniana* avaliadas no presente estudo é semelhante ao relatado por Hasan e Chakrabarti (2009) e Mosha (2018) para macrófitas do gênero *Azolla* (19 a 30% de proteína bruta; 14 a 20% de cinzas; 3 a 6% de gordura; 5 a 15% de celulose; 9 a 17% de hemicelulose e 9 a 34% de lignina). Da mesma forma, amostras de *Azolla filiculoides* foram avaliadas e apresentaram valores de 21,7% de proteína bruta, 5,1% de gordura, 16,2% de cinzas e 13,7% de fibra bruta. Os valores são

próximos em relação à proteína bruta, gordura e cinzas mas distintos em relação a fibra, a qual é apresentada como fibra bruta, o que pode ser a razão para tal diferença (Souza et al., 2008). Outras macrófitas aquáticas, também avaliadas nutricionalmente para posterior inclusão em dietas piscícolas, foram *Eichhornia crassipes* (aguapé) e *Pistia stratiotes* (alface d'água), sendo que *E. crassipes* apresentou 12,45% de proteína bruta; 17% de cinzas, 4,73% de lipídeos e 53,45% de fibras; e *P. stratiotes* apresentou 15% de proteína bruta; 18,95% de

cinzas; 4,4% de lipídeos e 56,9% de fibras (Henry-Silva e Camargo, 2006). Estas macrófitas apresentam valores semelhantes à *A. caroliniana* em relação à gordura, cinzas e fibras, porém menores em termos de proteína bruta.

Já, a digestibilidade proteica realizada *in vitro* revelou teor de 25% (Tabela 2). O baixo valor encontrado para *A. caroliniana* possivelmente está relacionada ao elevado conteúdo de fibras. De forma semelhante, digestibilidade proteica *in vitro* de 42% foi observada no farelo de tungue (*Aleurites fordii*), outro ingrediente de origem vegetal com alto teor de fibras (52,2% de fibra em detergente neutro). Após retirada de parte dos antinutrientes (-62% de ácido fítico e -28% de taninos condensados) houve melhora na digestibilidade deste ingrediente, ele-

vada para 48% (Pretto, 2013). Já, Enry-Silva *et al.* (2006) avaliando a digestibilidade proteica *in vivo* em juvenis de *Oreochromis niloticus* para as macrófitas *E. crassipes* e *P. stratiotes* verificaram coeficientes de digestibilidade da proteína bruta de 59,2 e 52,2%, respectivamente. Assim, a composição centesimal e a digestibilidade proteica *in vitro* da *A. caroliniana*, revelam que este ingrediente não deve ser utilizado em níveis elevados na dieta de peixes para não comprometer o desempenho zootécnico.

A resposta nutricional de juvenis de carpa comum à inclusão de *A. caroliniana* foi observada através de parâmetros de desempenho zootécnico e índices somáticos, cujos dados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros de crescimento e índices somáticos em juvenis de carpa comum alimentados com *Azolla caroliniana*

Variáveis	Tratamentos		
	CONT	AZ5	AZ10
	Parâmetros de crescimento		
PI (g)	137,29 ± 6,33	137,92 ± 10,33	142,04 ± 9,38
CTI (cm)	20,98 ± 0,16	21,28 ± 0,40	20,80 ± 0,41
PF (g)	218,26 ± 10,94	230,57 ± 22,44	206,05 ± 20,12
CTF (cm)	24,19 ± 0,53	24,78 ± 0,80	23,76 ± 0,24
GMD (g)	2,31 ± 0,16 ^{ab}	2,65 ± 0,43 ^a	1,83 ± 0,33 ^b
FC	1,54 ± 0,02	1,51 ± 0,03	1,53 ± 0,11
GPR (%)	58,97 ± 2,95 ^{ab}	67,14 ± 8,98 ^a	44,90 ± 5,60 ^b
TCE (%/dia)	1,32 ± 0,05 ^{ab}	1,46 ± 0,16 ^a	1,06 ± 0,11 ^b
CAA	2,01 ± 0,46	1,58 ± 0,22	2,27 ± 0,03
	Índices somáticos		
IHS (%)	1,88 ± 0,22	2,05 ± 0,41	2,06 ± 0,32
IGS	3,33 ± 1,40	3,10 ± 0,85	3,36 ± 2,26
QI	2,01 ± 0,23	1,94 ± 0,23	1,84 ± 0,11
IDS (%)	4,26 ± 0,23	3,80 ± 0,61	3,75 ± 0,20
RC (%)	83,97 ± 6,12	86,49 ± 4,56	89,41 ± 4,54

Dados expressos como média ± desvio padrão (n=3 para dados zootécnicos e n=6 para índices somáticos). ¹Tratamentos: CONT = dieta controle, sem adição de *Azolla caroliniana*; AZ5 ou AZ10 = dieta contendo 5% ou 10% de *Azolla caroliniana*, respectivamente. Letras indicam diferença estatística entre os tratamentos pelo teste de Tukey (p<0,05). PI = peso inicial; CTI = comprimento total inicial; PF = peso final; CTF = comprimento total final; GMD = ganho médio diário; FC = fator de condição; GPR = ganho em peso relativo; TCE = taxa de crescimento específico; CAA = conversão alimentar aparente. IHS = índice hepatossomático; IGS = índice gonadossomático; QI = quociente intestinal; IDS = índice digestivosomático; RC = rendimento de carcaça.

Observou-se que o peso final, comprimento total final, fator de condição e conversão alimentar aparente dos peixes não diferiram entre os tratamentos avaliados. Mas o ganho médio diário (P=0,048), ganho em peso relativo (P=0,012) e taxa de crescimento específico (P=0,011) foram superiores nos animais alimentados com as dietas AZ5 (44,8; 49,5 e 37,7%, respectivamente) e CONT (26,2; 31,3 e 24,5%, respectivamente) em relação aos valores observados nos peixes alimentados com a dieta AZ10. A inclusão da *A. caroliniana* no nível

de 10% na ração (AZ10) afetou negativamente (P<0,05) estes parâmetros nos juvenis de carpa comum. Sugere-se que estes resultados estejam relacionados ao maior nível de fibra insolúvel (6,69%) na dieta AZ10. Correlações significativas foram encontradas entre os teores de fibra insolúvel das dietas e os parâmetros de desempenho como ganho médio diário (-0,752, P=0,019); ganho em peso relativo (-0,845, P=0,04) e taxa de crescimento específico (-0,853, P=0,003). A fibra insolúvel tem como principais efeitos negativos o aumento do bolo alimentar

e diluição de nutrientes (Leão, 2013; Fabregat et al., 2011), promovendo, conseqüentemente, prejuízo sobre o desempenho do animal. Ainda, o aumento de fibras na dieta diminui o tempo de trânsito gastrointestinal, ou seja, proporciona menor tempo de retenção do alimento no trato digestório, o que reduz o tempo de contato do alimento com as enzimas digestivas e células de absorção (Meurer et al., 2003; Henry-Silva et al., 2006).

Em outros estudos, também foram observados redução no crescimento de peixes quando alimentados com elevados níveis de macrófitas na dieta. Para exemplares de *Labeo rohita* a dieta com inclusão de 20% de azolla proporcionou maior ganho em peso, taxa de crescimento específico e conversão alimentar comparado a dieta com 40% de inclusão da macrófita (Kumari et al., 2017). Ainda, de acordo com Das et al. (2018) a substituição de 25% da ração comercial por *A. pinnata* fresca para alevinos de *Barbonymus gonionotus* não alterou o ganho de peso médio e taxa de crescimento específico em relação aos peixes alimentado somente com ração. Porém substituição superior a este nível causou piora no desempenho dos peixes. Entre as causas para piora no desempenho podem ser elencados principalmente o alto teor de fibras indigestíveis e insuficiência de alguns aminoácidos essenciais, o que causa efeitos adversos na digestão, absorção e utilização de nutrientes quando macrófitas são incluídas em níveis elevados em dietas de peixes (Das et al., 2018). Assim, o alto teor de fibra insolúvel presente na *A. caroliniana* e a baixa digestibilidade proteica verificada *in vitro* podem ser sugeridos como os principais fatores que prejudicam o desempenho zootécnico de carpas comum ao inserir este ingrediente no nível de 10% na dieta.

Em relação aos índices hepatossomático, gonadossomático, digestivossomático e quociente intestinal avaliados em juvenis de carpa comum, estes não foram alterados nos tratamentos avaliados, seja na dieta controle ou nas dietas contendo 5 ou 10% de *A. caroliniana* (Tabela 3). O índice hepatossomático é considerado um indicador sensível para a disponibilidade de energia em peixes. O excesso de energia digestível leva à deposição de glicogênio ou lipídios (Das et al., 2018). Variações nos índices digestivossomático e o no quociente intestinal refletem adaptações do trato digestivo ao tipo de alimento ingerido. Variações no tamanho e peso do trato gastroin-

testinal podem ocorrer como forma de aumentar a área de contato com o alimento e melhorar a digestibilidade (Leenhouders et al., 2006; Pedron et al., 2008). Assim como no presente estudo, juvenis de jundiá alimentados com dietas contendo casca de soja ou de algodão e em níveis de 4; 7 ou 10% de fibra bruta, durante 120 dias, não alteraram os índices hepatossomático, digestivossomático, quociente intestinal e de gordura visceral (Pedron et al., 2008). Da mesma forma, o consumo de dietas com até 10% de *A. caroliniana* por menor tempo de alimentação (cinco semanas) não alterou o peso e volume do trato digestivo e fígado. Porém em dietas fornecidas para juvenis de *Pangasianodon hypophthalmus* que apresentavam alto teor de substituição de farinha de peixe por farelo de soja (acima de 75% a 100%) ocorreu aumento do índice hepatossomático e digestivossomático nos peixes, o que tem relação com o alimento e o nível de inclusão na dieta (Phumee et al., 2011; Da et al., 2016).

Nenhuma diferença foi encontrada para o rendimento de carcaça (RC) nos exemplares de carpa comum alimentados com *A. caroliniana*. Os valores de rendimentos de carcaça obtidos no presente estudo são semelhantes aos valores encontrados para juvenis de carpa comum alimentadas com fontes proteicas de origem vegetal na dieta (Bergamin et al., 2010).

Conclusão

A inclusão de *A. caroliniana* na dieta de juvenis de carpa comum proporcionou crescimento satisfatório e sem afetar os índices somáticos nos peixes. No entanto, em razão dessa macrófita possuir alto teor de fibra insolúvel, recomenda-se, que seja incluída em no máximo 5% da dieta de carpa comum a fim de não prejudicar o ganho de peso e a taxa de crescimento dos animais.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Pampa pela concessão de auxílio financeiro (Bolsa de Desenvolvimento Acadêmico) ao discente Guilherme M. da Rosa.

Aprovação do Comitê de Ética

O projeto foi aprovado pelo Comitê de ética em experimentação animal da Universidade Federal do Pampa, sob protocolo nº 036/2019.

Referências

Adorian, T. J.; Goulart, F. R.; Mombach, P. I.; Lovatto, N. M.; Dalcin, M.; Molinari, M.; Lazzari, R.; Silva, L. P. 2016. Effect of different dietary fiber concentrates on the metabolism and indirect immune response in silver catfish. *Animal Feed Science and Technology*, 215: 124-132. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.03.001>.

Arana, L. V. 2010. Qualidade da água em Aquicultura: princípios e práticas. 3. ed. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina.

AOAC. 1995. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC International. 16. ed. Supplement 1998. Washington: AOAC.

Bergamin, G. T.; Radünz Neto, J.; Emanuelli, T.; Lazzari, R.; Maschio, D.; Knapp, V. 2010. Substituição da farinha de carne suína por fontes vegetais em dietas para carpa-húngara. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45: 1189-1197. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010001000019>.

- Benevides, C. M. J.; Souza, M. V.; Souza, R. D. B.; Lopes, M. V. 2011. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. Segurança Alimentar e Nutricional, 18: 67-79.
- Bittencourt, F.; Souza, B.; Neu, D. H.; Rorato, R. R.; Boscolo, W. R.; Feiden, A. 2013. Eugenol e benzocaína como anestésicos para juvenis de *Cyprinus carpio Linnaeus*, 1758 (carpa comum). Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 8: 163-167. Doi: [10.5039/agraria.v8i1a2225](https://doi.org/10.5039/agraria.v8i1a2225).
- Bligh, E. G.; Dyer, W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37: 911-917. Doi: <https://doi.org/10.1139/o59-099>.
- Boyd, C. E.; Tucker, C. S. 1992. Water quality and pond soil analyses for aquaculture. Water quality and pond soil analyses for aquaculture. Alabama: Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.
- Cyrino, J. E. P.; Urbinati, E. C.; Fracalossi, D. M.; Castagnolli, N. 2004. Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. São Paulo: TecArt.
- Da, C. T. 2016. Growth performance, feed utilisation and biological indices of Tra catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) cultured in net cages in pond fed diets based on locally available feed resources. International Aquatic Research, 8: 309-321. Doi: [10.1007/s40071-016-0144-z](https://doi.org/10.1007/s40071-016-0144-z).
- Das, M.; Rahim, F.; Hossain, M. 2018. Evaluation of fresh *Azolla pinnata* as a low-cost supplemental feed for Thai Silver Barb *Barbonymus gonionotus*. Fishes, 3: 15. Doi: <https://doi.org/10.3390/fishes3010015>.
- Dias, D. R.; Abreu, C. M. P.; Silvestre, M. P.; Schwan, R. F. 2010. In vitro protein digestibility of enzymatically pre-treated bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour using commercial protease and Bacillus sp. protease. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 30: 94-99.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/16967394/racao-ainda-e-o-principal-custo-de-producao-da-aquicultura>.
- Fabregat, T. E. H. P.; Rodrigues, L. A.; Nascimento, T. M. T.; Urbinati, E. C.; Sakomura, N. K.; Fernandes, J. B. K. 2011. Efeito da fonte de fibra no trânsito gastrointestinal e na digestibilidade do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais, 9: 279-287. Doi: <http://dx.doi.org/10.7213/cienciaanimal.v9i3.12368>.
- Goulart, F. R.; Lovatto, N. M.; Klinger, A. C.; Adorian, T. J.; Mombach, P. I.; Pianesso, D.; Martinelli, S. G.; Veiga, M. L.; Silva, L. P. 2018. Effect of dietary fiber concentrates on growth performance, gut morphology and hepatic metabolic intermediates in jundiá (*Rhamdia quelen*). Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 70: 1633-1640. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10218>.
- Hasan, M. R.; Chakrabarti, R. 2009. Use of algae and aquatic macrophytes as feed in small-scale aquaculture: a review. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 531: 1-135. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i1141e/i1141e.pdf>.
- Henry-Silva, G. G.; Camargo, A. F. M. 2006. Composição química de macrófitas aquáticas flutuantes utilizadas no tratamento de efluentes de aquicultura. Planta Daninha, 24: 21-28. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582006000100003>.
- Henry-Silva, G. G.; Camargo, A. F. M.; Pezzato, L. E. 2006. Digestibilidade aparente de macrófitas aquáticas pela tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) e qualidade de água em relação às concentrações de nutrientes. Revista Brasileira de Zootecnia, 35: 641-647. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000300003>.
- Kumari, R.; Ojha, M. L.; Saini, V. P.; Sharma, S. K. 2017. Effect of Azolla supplementation on growth of rohu (*Labeo rohita*) fingerlings. Journal of Entomology and Zoology Studies, 5, 1116-1119. Disponível em: <http://www.entomoljournal.com/archives/2017/vol5issue4/PartO/5-4-54-783.pdf>.
- Leão, D. P. 2013. Avaliação comparativa do potencial de farelo de trigo comercial e pericarpo de pequi como substratos na produção de fibras com capacidade antioxidante. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-98MJ74>.
- Leenhouwers, J. I.; Adjei-Boateng, D.; Verreth, J. A. J.; Schrama, J. W. 2006. Digesta viscosity, nutrient digestibility and organ weights in African catfish (*Clarias gariepinus*) fed diets supplemented with different levels of a soluble non-starch polysaccharide. Aquaculture Nutrition, 12: 111-116. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2006.00389x>.
- Meurer, F.; Hayashi, C.; Boscolo, W. R. 2003. Fibra bruta para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). Revista Brasileira de Zootecnia, 32: 256-261. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982003000200002>.
- Meyer, G.; Fracalossi, D. M.; Borba, M.R. 2004. A importância da quantidade de energia na ração de peixes. Panorama da Aquicultura, 14: 53-57.
- Montagne, L.; Pluske, J. R.; Hampson, D. J. 2003. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. Animal Feed Science and Technology, 108: 95-117. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00163-9](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00163-9).
- Mosha, S. S. 2018. A Review on Significance of Azolla Meal as a Protein Plant Source in Finfish Culture. Journal of Aquaculture Research and Development, 9: 1-7. Doi: [10.4172/2155-9546.1000544](https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000544).
- Pedron, F. A.; Neto, J. R.; Emanuelli, T.; Silva, L. P.; Lazzari, R.; Corrêa, V.; Bergamin, G. T.; Veiberberg, C. A. 2008. Cultivo de jundiás alimentados com dietas com casca de soja ou de algodão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 43: 93-98. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000100012>.
- Phumee, P. 2011. Evaluation of soybean meal in the formulated diets for juvenile *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878). Aquaculture Nutrition, 17: 214-222. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00729.x>.
- Preto, A. 2013. Detoxificação de farelos de crumbe e tungue e avaliação na resposta nutricional do jundiá (*Rhamdia quelen*). 175 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4340/PRETTO%2c%20ALEXANDRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Rodrigues, L. A.; Fernandes, J. B. K.; Fabregat, T. E. H. P.; Sakomura, N. K. 2010. Desempenho produtivo, composição corporal e parâmetros fisiológicos de pacu alimentado com níveis crescentes de fibra. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 45: 897-903. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010000800016>.
- Souza, S. M. G.; Oliveira, D.; Santos, C. V.; Gomes, M. E. C.; Esteves, K. D. 2008. Desempenho e conversão alimentar de juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) alimentadas com *Azolla filiculoides* e ração com baixo teor lipídico. Semina: Ciências Agrárias, 29: 459-464. Doi: [10.5433/1679-0359](https://doi.org/10.5433/1679-0359).
- Trindade, C. R. T.; Pereira, S. A.; Albertoni, E. F.; Palma-Silva, C. 2010. Caracterização e importância das macrófitas aquáticas com ênfase nos ambientes límnicos do Campus Carreiros-FURG, Rio Grande, RS. Cadernos de Ecologia Aquática, 5. 2: 1-22.