

Incorporação de farinhas de resíduos de Jundiá na dieta: bioquímica plasmática, parâmetros hepáticos e digestivos

Addition of Jundiá waste meal in diet: plasmatic biochemistry, hepatic and digestive parameters

Suzete Rossato^I Alexandra Pretto^I Isadora Liberalesso de Freitas^I Eduardo Kelm Battisti^I
Rafael Lazzari^{II} João Radünz Neto^{III}

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a influência da adição de farinha de resíduos de jundiá (*Rhamdia quelen*) na dieta de exemplares desta espécie sobre a bioquímica plasmática, parâmetros hepáticos e digestivos. No experimento I (EXP I), compararam-se dietas com 30% de farinha de carne e ossos suína (FCO), farinha de carcaça de jundiás com vísceras (FCJCV), farinha de carcaça de jundiá sem vísceras (FCJSV) e farinha de jundiás inteiros (FJI). No experimento II (EXP II), níveis de inclusão de FCJCV foram testados (0; 3,75; 7,5; 15 e 30%). No plasma, foram quantificadas proteínas totais circulantes, colesterol total, triglicerídeos, glicose, albumina e aminoácidos. No fígado, analisou-se glicose, amônia, proteínas totais, glicogênio, aminoácidos e transaminases. No estômago, foi determinada a atividade de protease ácida e, no intestino, tripsina e quimotripsina. No EXP I, foram observados menores níveis de glicose no plasma e alanina aminotransferase (ALT) no fígado, para o tratamento FCJSV, e maiores índices destes para FCO. A atividade da protease ácida e da quimotripsina foram menores para a FCO e maior para a FCJCV. No EXP II, os índices de aminoácidos livres e colesterol total no plasma aumentaram com a elevação dos níveis de inclusão da FCJCV na dieta. A incorporação de farinhas de resíduos de jundiá à dieta altera a bioquímica plasmática, os parâmetros hepáticos e digestivos dos juvenis de jundiá, porém essas alterações não influenciaram na saúde dos peixes, demonstrando sua qualidade nutricional e eficiência no uso em dietas para peixes.

Palavras-chave: *Rhamdia quelen*, farinha de peixe, metabolismo, atividade enzimática.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the influence of the addition of jundiá (*Rhamdia quelen*) waste meal

in the diet of this species, on plasmatic biochemistry, liver and digestive parameters. Experiment I (EXP I) compared diets with 30% of meat and swine bones (FCO), Jundiá carcass meal with viscera (FCJCV), Jundiá carcass meal without viscera (FCJSV) and full Jundiá meal (FJI). In experiment II (EXP II), different FCJCV levels were tested (0, 3.75, 7.5, 15, and 30%). Total circulating proteins, cholesterol, triglyceride, glucose, albumin and amino acids were quantified in plasma. Glucose, ammonia, total protein, glycogen, amino acids and transaminases were analyzed in the liver. The acid protease activity was determined in the stomach, and trypsin and chymotrypsin activity were established in the intestine. EXP I, found a lower glucose concentration in plasma and alanine aminotransferase (ALT) in the liver for FCJSV treatment and higher levels of these parameters for FCO treatment. The activity of acid protease and chymotrypsin were lower for FCO and higher for FCJCV. In EXP II, rates of free amino acids and total cholesterol in plasma increased with increasing levels FCJCV dietary. The incorporation of Jundiá waste meal diet modified plasmatic biochemistry, liver and digestive parameters of Jundiá juveniles, but these changes did not influence the fish health, demonstrating its nutritional quality and efficiency in fish diet.

Key words: *Rhamdia quelen*, fish meal, metabolism, enzyme activity.

INTRODUÇÃO

A produção de farinhas de resíduos de peixes cultivados, além de suprir uma demanda cada vez maior por proteína animal de qualidade para a nutrição de organismos aquáticos, também reduz em grande parte o descarte e poluição do meio ambiente

^IPrograma de Pós-graduação em Zootecnia (PPGZ), Centro de Ciências Rurais (CCR), UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

^{II}Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Centro de Educação Superior Norte (CESNORS), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Palmeira das Missões, RS, Brasil.

^{III}Laboratório de Piscicultura, Departamento de Zootecnia, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: jradunzneto@gmail.com. Autor para correspondência.

(FARIA et al., 2001). Contudo, ainda não existem estudos indicando se a inclusão desses resíduos pode interferir na bioquímica plasmática, parâmetros hepáticos e digestivos, causando alterações na saúde de peixes, como o jundiá.

É possível avaliar o estado nutricional e de saúde dos peixes por meio de análise das características hematológicas, pois o sangue é um dos tecidos mais dinâmicos do organismo e reflete alterações da dieta (HIGUCHI et al., 2011). O conhecimento dos valores médios dos parâmetros hematológicos na natureza ou nos mais diversos sistemas de criação é importante para identificar as alterações fisiológicas derivadas da nutrição desses animais (ARAÚJO et al., 2011). Parâmetros séricos, como os níveis de proteínas totais, triglicerídeos e colesterol total, podem ser indicativos da resposta animal a um determinado alimento (GODOY et al., 2008).

A atividade enzimática normalmente está relacionada com o hábito alimentar da espécie (COSTA et al., 2011) e seu estudo é imprescindível para o melhor entendimento da fisiologia da digestão e do metabolismo dos nutrientes, possibilitando ajustes mais precisos na elaboração de dietas (BRAGA et al., 2004).

Este trabalho tem como objetivo analisar a influência da adição de farinha de resíduos de jundiá na sua própria dieta sobre a bioquímica plasmática, parâmetros hepáticos e digestivos dessa espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram realizados no Laboratório de Nutrição de peixes, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Os dados foram coletados de dois experimentos com oito semanas de duração. A qualidade da água foi monitorada diariamente através de análises de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), com o auxílio de oxímetro digital marca YSI 550 e semanalmente foram aferidos pH, alcalinidade e dureza ($\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$) e amônia (mg L^{-1}) com o auxílio de kits colorimétricos. A água utilizada para a realização das análises foi coletada na entrada do primeiro filtro biológico, sempre pela manhã antes da limpeza diária.

No experimento I (EXPI), em delineamento ao acaso, comparou-se a utilização de quatro dietas (com quatro repetições) compostas de farelo de soja, farelo de trigo, milho, óleo de soja, todas com 30% de inclusão de farinha de origem animal (Tabela 1). Os tratamentos testados foram: farinha de carne e ossos suína (FCO) e três dietas com farinhas de resíduos de jundiá: carcaça de jundiás com vísceras

(FCJCV), carcaça de jundiá sem vísceras (FCJSV) e jundiás inteiros (FJI). As farinhas de resíduos de jundiás foram confeccionadas no próprio laboratório, utilizando juvenis de jundiás criados ali mesmo. Para a confecção das farinhas, foram utilizados animais de ambos os sexos, com peso vivo de 50 a 300 gramas. Os peixes maiores de 100 gramas foram filetados e utilizados para a confecção das farinhas de carcaça e os peixes menores de 100 gramas foram utilizados inteiros (FJI). No experimento II (EXP II), também ao acaso, testaram-se diferentes níveis de inclusão da FCJCV (0; 3,75; 7,5; 15; e 30%) (Tabela 1) com três repetições, buscando estabelecer o menor nível de inclusão desse ingrediente na dieta. As dietas foram formuladas para conter 37%PB e 3200kcal de EM kg^{-1} , seguindo MEYER & FRACALOSSO (2004).

Anteriormente à coleta de amostras, os animais permaneceram 12 horas em jejum para que não houvesse influência de ração no trato gastrointestinal. Para amenizar o estresse provocado pelo manejo nas biometrias e facilitar o manuseio dos animais, foi utilizado o anestésico eugenol na proporção de 0,05ml litro^{-1} de água (CUNHA et al., 2010). A coleta de sangue e tecidos (fígado, estômago e intestino) foi realizada na oitava semana de experimento. Para a coleta de sangue por punção da veia caudal com seringas heparinizadas, os peixes foram anestesiados, conforme descrito anteriormente. Após a coleta, foram abatidos por hipotermia em solução de água e gelo (1:1), seguida de secção cervical. As amostras de sangue foram centrifugadas para a obtenção do plasma, que foi utilizado para quantificação dos níveis plasmáticos de proteínas totais circulantes, colesterol total, triglicerídeos, glicose, albumina. Para esses testes, foram utilizados kits colorimétricos comerciais (Doles). Para a análise de aminoácidos no plasma, foi utilizada a metodologia de SPIES (1957).

Nos exemplares abatidos, o fígado foi coletado e fracionado em amostras de 50mg de tecido. A glicose hepática foi quantificada pelo método de DUBOIS et al. (1956), o glicogênio pelo método de BIDINOTTO et al. (1997), amônia total pelo método de VERDOUW et al. (1977), proteínas totais pelo método de LOWRY (1951). Os aminoácidos foram quantificados pela metodologia de SPIES (1957), as transaminases - aspartato aminotransferase (AST) e alanino aminotransferase (ALT) - quantificadas através de kits colorimétricos comerciais (Doles).

Para as análises enzimáticas, o trato digestório foi coletado, medido, pesado e dissecado em estômago e intestino. A protease ácida foi quantificada pela metodologia de HIDALGO et al. (1999), tripsina e quimotripsina analisadas através

Tabela 1 - Dietas utilizadas nos experimentos I (EXP I) e II (EXP II)¹.

-----Formulação da dieta (%) EXP I-----					
Ingredientes		FCO	FCJCV	FCJSV	FJI
FCO		30	0	0	0
FJI		0	0	0	30
FCJCV		0	30	0	0
FCJSV		0	0	30	0
Farelo de soja		40,6	35,35	40	35,8
Farelo de trigo		9,49	12,5	10	10,49
Milho moído (grãos)		15,6	17,84	15,49	19,2
Óleo de soja		0,8	0,8	1	1
Micro ingredientes (MI) ²		3,51	3,51	3,51	3,51
-----Composição da dieta (%)-----					
Massa seca ⁴		95,19	94,84	94,83	94,33
Proteína Bruta ⁴		36,68	36,46	37,50	37,09
Lipídio ⁴		7,17	6,44	6,61	5,83
Matéria Mineral ⁴		9,94	10,44	11,10	8,88
Relação EM/PB		89,84	90,45	87,20	88,94
Relação Ca/P		1,65	1,00	1,08	1,18
EM (kcal kg ⁻¹) ⁵		3295	3298	3270	3299
-----Formulação da dieta (%) EXP II-----					
-----FCJCV-----					
Ingredientes	0%	3,75%	7,5%	15%	30%
FCJCV	0	3,75	7,5	15	30
CPS	24,25	21,73	18,32	12,5	0
Farelo de soja	31	31	31	31	31
Farelo de trigo	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49
Milho moído	19	19	19	19	19
Óleo de soja	5,65	5	4,3	2,6	0
MI ^{2,3}	11,61	11,03	11,39	11,41	11,51
-----Composição da dieta (%)-----					
Massa seca ⁴	95	94,72	95,81	95,44	94,61
Proteína Bruta ⁴	36,49	35,62	34,83	35,93	35,75
Lipídio ⁴	6,48	6,44	6,87	5,95	5,25
Matéria Mineral ⁴	7,73	8,26	9,51	11,25	13,95
Relação EM/PB	87,20	90,16	92,13	89,29	90,95
Relação Ca/P	1,19	1,23	1,19	1,07	1,02
EM (kcal/kg) ⁵	3182	3212	3209	3208	3251

¹Dieta ajustada a partir de LAZZARI et al. (2008). ²2% Composição da mistura vitamínica e mineral (Mig Fish®): Ác. Fólico: 300mg, Ác. Pantotênico: 3000mg, Cobalto: 60mg, Cobre: 1000mg, Colina: 103.500 mg, Ferro: 6.416mg, Biotina: 0,06 mg, Iodo: 45,36mg, Manganês: 8000mg, Magnésio: 5,10%, Selênio: 60,30mg, Vit.A: 1.000.000UI, Vit. B1: 1500mg, Vit. B2: 1500mg, Vit. B6: 1500mg, Vit. C: 15000mg, Vit. D: 240.000UI, Vit. E: 10.000mg, Vit. K: 400mg, Zinco: 14000mg, Inositol 10000mg, Niacina 9000mg, enxofre 0,01%, cloro 2,30%. Calcário calcítico (1%), Sal comum (0,5%), BHT (0,01%). ^{2,3} Diferentes percentuais de: Fosfato Bicálcico, Lisina, Metionina e Material inerte. ⁴ Analisada- Laboratório de Piscicultura – DZ/UFMS. ⁵ Energia Metabolizável (EM) estimada a partir dos valores fisiológicos padrões, i.e., 4kcal g⁻¹ para proteínas e carboidratos digestíveis; 9kcal g⁻¹ para lipídios. FCO: farinha de carne e ossos suína; FCJCV: Farinha de carcaça de jundiás com vísceras; FCJSV: Farinha de carcaça de jundiás sem vísceras; FJPI: Farinha de jundiá peixe inteiro; CPS: concentrado proteico de soja; BHT: antioxidante.

da metodologia descrita por HUMMEL (1959). A proteína do estômago e intestino foi analisada pelo método de BRADFORD (1976).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e após análise de

variância. As médias no EXP I foram comparadas pelo teste Tukey (P<0,05). No EXP II, foi utilizado o teste de Dunnett sob nível de 5% de significância e os valores expressos como média ± erro padrão da média.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade da água se mantiveram dentro dos limites adequados para a espécie estudada (BALDISSEROTTO & SILVA, 2004). No EXP I, a temperatura foi 24°C e o oxigênio dissolvido 6,5mg L⁻¹, pH 7,4, alcalinidade e dureza, respectivamente, 42 e 40mg L⁻¹ CaCO₃, e amônia 0,15mg L⁻¹. No EXP II, a temperatura registrada foi 20°C, oxigênio dissolvido 6,6mg L⁻¹, pH 7,3, alcalinidade e dureza, respectivamente, 48 e 42mg L⁻¹ CaCO₃ e amônia 0,17mg L⁻¹.

A composição bioquímica do plasma sanguíneo mostra a situação metabólica dos tecidos animais, sendo, por meio dela, possível detectar alterações no funcionamento dos órgãos e a adaptação do animal diante dos desafios nutricionais, fisiológicos e desequilíbrios metabólicos, específicos ou de origem nutricional (HIGUCHI et al., 2011). No EXP I, não foram obtidas diferenças significativas para os triglicerídeos, aminoácidos livres, albumina, colesterol total e proteínas totais, apenas foram observados menores níveis de glicose no plasma nos peixes alimentados com FCJSV, em relação aos com

FCO (Tabela 2). A redução da glicose no plasma pode ser justificada, em parte, pelo consumo dos tecidos e para auxiliar na síntese do glicogênio hepático e muscular (VIEIRA et al., 2006). Principalmente quando a dieta é pobre em nutrientes digestíveis, como é o caso da dieta FCJSV, apresentando maior percentual de cinzas (Tabela 1), o que reduz sua qualidade nutricional. Os níveis de glicose, albumina e proteína no plasma foram semelhantes aos encontrados por HIGUCHI et al. (2011) na mesma espécie, utilizando níveis de 35% de PB e 3500kcal kg⁻¹ ED. Segundo BORGES et al. (2004), níveis de glicose plasmática na faixa de 65mg dl⁻¹ são considerados normais para jundiás. Então, para as dietas FCJCV e FJI, foram obtidos níveis considerados adequados (Tabela 2). No EXP II, aminoácidos livres e colesterol plasmático aumentaram linearmente com o aumento do nível de incorporação de farinha de resíduos de jundiá na dieta (Tabela 3). Esse aumento dos níveis dos aminoácidos livres e do colesterol total no plasma pode estar relacionado com a limitação da digestibilidade de ingredientes vegetais pelo jundiá (RODRIGUES et al., 2011), pois, conforme foi substituída a fonte de origem vegetal (concentrado

Tabela 2 - Efeito da adição de diferentes fontes de origem animal na dieta do jundiá (*Rhamdia quelen*) após oito semanas experimentais.

Variáveis	FCO	FCJCV	FCJSV	FJI	P
-----Bioquímica plasmática-----					
TG (mg dl ⁻¹)	346 ± 154	373 ± 88	344 ± 42	266±133	0,69
AA (mm dl ⁻¹)	4,6±1,06	4,0±1,19	3,9±1,53	4,73±1,50	0,75
ALB (g dl ⁻¹)	0,56±0,17	0,6±0,21	0,6±0,08	0,63±0,27	0,95
COL (mg dl ⁻¹)	223±17	228±77	257±67	203±77	0,65
PT (g dl ⁻¹)	4,1±0,30	3,9±0,61	3,3±0,54	4,11±0,47	0,14
GLI (mg dl ⁻¹)	92±7 ^a	63±8 ^{ab}	57±20,0 ^b	66±13 ^{ab}	0,04
-----Parâmetros hepáticos-----					
AST (UI mg ⁻¹)	200±20,64	155±39,36	149±23,71	150±19,92	0,13
ALT (UI mg ⁻¹)	68 ±11 ^a	53 ±11 ^{ab}	64 ± 3,38 ^{ab}	45±3,96 ^b	0,03
Amônia(μmol g ⁻¹)	8,76±1,39	9,09±1,63	8,49±1,05	8,05±1,19	0,73
Glicose (μmol g ⁻¹)	501 ± 78	458 ± 89	384 ± 75	365 ± 133	0,34
AA (μmol g ⁻¹)	254 ± 83	216 ± 55	222 ± 47	222 ± 3	0,82
Proteína (mg g ⁻¹)	47 ± 2,7	33 ± 15,4	38 ± 8,7	42 ± 3,7	0,38
Glic (μmo g ⁻¹)	127 ± 20,3	181 ± 45,5	146 ± 44,9	162 ± 23,6	0,35
-----Enzimas digestivas-----					
Protease ácida	115 ± 8 ^b	135 ± 8,6 ^a	131 ± 1,7 ^{ab}	129 ± 2,4 ^{ab}	0,02
Quimotripsina	9062 ± 1048 ^c	10855 ± 116 ^a	8562 ± 377 ^c	10239±457 ^{ab}	0,01
Tripsina	15 ± 2	15,7 ± 13,88	14,8 ± 0,57	14,3 ± 2,04	0,84

Valores expressos como média ± erro-padrão da média. Médias com letras diferentes na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05). Tratamentos: FCO: farinha de carne e ossos; FCJCV: farinha de carcaça de jundiá com vísceras; FCJSV: farinha de carcaça de jundiás sem vísceras; FJPI: farinha de jundiá inteiro. Parâmetros: TG: triglicerídeos; AA: aminoácidos; ALB: albumina; COL: colesterol total; PT: proteínas totais; GLI: glicose; AST: Aspartato Aminotransferase; ALT: Alanina Aminotransferase; AA: Aminoácidos; Glic: Glicogênio.

Tabela 3 - Efeito de diferentes níveis de incorporação de FCJCV na dieta do jundiá (*Rhamdia quelen*) após oito semanas experimentais.

Variáveis	FCJCV					P
	0	3,75	7,5	15	30	
-----Bioquímica plasmática-----						
TG (mg dl ⁻¹)	340 ± 42	508 ± 70	437 ± 76	569 ± 249	578 ± 111	0,1
AA (mm dl ⁻¹)	4,2 ± 0,5	5,4 ± 0,7*	5,2 ± 1,3*	7,1 ± 2,9*	8,7 ± 0,8*	0,0
ALB (g dl ⁻¹)	0,5 ± 0,03	0,5 ± 0,03	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,05	0,2
COL (mg dl ⁻¹)	108 ± 12	109 ± 13*	125 ± 23*	165 ± 39*	169 ± 19*	0,0
PT (g dl ⁻¹)	2,7 ± 0,2	3,0 ± 0,3	2,4 ± 0,05	2,7 ± 0,3	2,8 ± 0,4	0,2
GLI (mg dl ⁻¹)	49 ± 5	54 ± 12	73 ± 32	55 ± 2	94 ± 22	0,1
-----Parâmetros hepáticos-----						
AST (UI mg ⁻¹)	301 ± 54	352 ± 109	361 ± 134	393 ± 116	402 ± 24	0,3
ALT (UI mg ⁻¹)	6,4 ± 1,5	6,5 ± 0,9	8,0 ± 2,5	10,3 ± 6,2	6,8 ± 0,7	0,7
Amônia (μmol g ⁻¹)	6,6 ± 1,5	7,2 ± 1,5	6,0 ± 3,0	5,6 ± 2,3	6,2 ± 0,9	0,9
Glicose (μmol g ⁻¹)	215 ± 13	371 ± 34	286 ± 25	308 ± 17	274 ± 63	0,9
AA (μmol g ⁻¹)	98 ± 20	108 ± 15	84 ± 26	81 ± 27	89 ± 12	0,8
Proteína (mg g ⁻¹)	180 ± 38	200 ± 21	163 ± 39	200 ± 49	289 ± 27	0,08
Glic (μmol g ⁻¹)	387 ± 61	511 ± 137	443 ± 95	497 ± 122	342 ± 81	0,5
-----Enzimas digestivas-----						
Protease ácida	60 ± 16	56 ± 12	63 ± 12	57 ± 15	60 ± 16	0,5
Quimotripsina	5697 ± 1119	5095 ± 213	6818 ± 1289	6663 ± 11777	5349 ± 1621	0,8
Tripsina	8 ± 1,6	8 ± 1,2	12 ± 0,8	11 ± 1,0	9 ± 1,7	0,4

Valores expressos como média ± erro-padrão da média. * Média assinalada com * apresentam diferença significativa em relação ao tratamento controle (0%) (teste de Dunnett P<0,05). Tratamentos: 0%, 3,75%, 7,5%, 15% e 30% de FCJCV. Parâmetros: TG: triglicerídeos; AA: aminoácidos; ALB: albumina; COL: colesterol total; PT: proteínas totais; GLI: glicose; AST: Aspartato Aminotransferase; ALT: Alanina Aminotransferase; AA: Aminoácidos; Glic: Glicogênio.

proteico de soja) (Tabela 1), houve aumento nos índices plasmáticos. O nível do colesterol total dos peixes alimentados com a dieta 30% FCJCV está dentro da faixa considerada normal para o jundiá, segundo BORGES et al. (2004). A inclusão das farinhas de resíduos de jundiá ajudou a manter os níveis plasmáticos dentro da faixa considerada adequada para essa espécie. A redução do nível de colesterol total sanguíneo com a diminuição da quantidade de farinha de peixe e aumento da quantidade de farelo de soja na dieta foi observada por KAUSHIK et al. (2004), em experimento com *Dicentrarchus labrax*, os quais atribuíram isso às isoflavonas presentes no farelo de soja.

A maioria dos parâmetros hepáticos (Tabela 2) dos juvenis de jundiás não foi influenciada com a inclusão de farinha de resíduo de jundiá na composição da dieta. No EXP I, a atividade de alanina aminotransferase (ALT) apresentou níveis mais baixos para a dieta FJI em relação à dieta FCO. Esse resultado pode estar associado à baixa disponibilidade de proteína e energia da FCO (SIGNOR et al., 2010). As transaminases são enzimas relacionadas à transaminação de aminoácidos no metabolismo

intermediário, sendo consideradas indicativas de catabolismo proteico (Tabela 2). A desaminação protéica ocorre quando há excesso de proteína na dieta ou desbalanço de aminoácidos essenciais, pois o organismo passa a utilizar a proteína como fonte de energia (CHAMPE et al., 2009), causando acúmulo de gordura visceral, o que não foi observado neste estudo.

No EXP I, a atividade da protease ácida foi menor para a dieta FCO em relação à dieta FCJCV. A atividade da protease pode ser considerada como um indicador de qualidade e quantidade de proteína absorvida pelos peixes. A farinha de resíduos de peixe, por apresentar elevada digestibilidade, conforme estudado por OLIVEIRA FILHO & FRACALOSSO (2006), pode ter contribuído para elevar a atividade da protease ácida, em relação à FCO, que possui baixa digestibilidade (BUREAU et al., 2000). A quimotripsina apresentou menores níveis para as dietas FCO e FCJSV em relação às outras dietas. A tripsina não apresentou diferenças significativas em relação às diferentes dietas testadas (Tabela 2). As atividades dessas enzimas ficaram acima dos valores observados por MELO et al. (2012).

O bom balanceamento da dieta com níveis de proteína e energia adequados às exigências da espécie estudada, bem como a adição de farinha de resíduo de peixe, fez com que não ocorressem modificações na atividade das enzimas em decorrência da composição da dieta no EXP II (Tabela 1). A atividade das enzimas do estômago e intestino dos peixes não sofreu influência dos diferentes percentuais de inclusão da farinha de resíduos de peixes na dieta (Tabela 3). As enzimas digestivas influenciam na utilização dos alimentos em peixes e seu conhecimento é importante para otimizar a formulação de dietas (LAZZARI et al., 2010). O conhecimento da atividade da tripsina pode auxiliar na quantificação mais precisa do nível proteico de dietas para peixes (MOURA et al., 2009), mas, no presente experimento, não foram encontradas diferenças na atividade enzimática em decorrência da redução dos níveis de incorporação da FCJCV na dieta.

CONCLUSÃO

A farinha de resíduos de jundiá pode ser utilizada em dietas para peixes. Apesar das alterações ocorridas na bioquímica plasmática, parâmetros hepáticos e digestivos, tais alterações não influenciaram na saúde nem prejudicaram o metabolismo dos peixes, demonstrando sua qualidade nutricional e eficiência no uso em dietas para peixes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de Mestrado do primeiro autor, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsas de produtividade em pesquisa do Prof. João Radünz Neto e de iniciação científica de Isadora Liberalesso de Freitas, e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo auxílio via processo 11/1175-1.

COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Este projeto foi aprovado em seus aspectos éticos e metodológicos conforme Parecer: n. 86/2010 da UFSM.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D.M. et al. Hematologia de tilápias do nilo alimentadas com dietas com óleos vegetais e estimuladas pelo frio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.3, p.294-302, mar. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2011000300010&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi: 10.1590/S0100-204X2011000300010.
- BALDISSEROTTO, B.; SILVA, L.V.F. Qualidade da água. In: BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. (Org.). **Criação de jundiá**. Santa Maria: UFSM, 2004. Cap.4, p.73-94.
- BIDINOTTO, P.M. et al. Hepatic glycogen and glucose in eight tropical freshwater teleost fish: A procedure for field determinations of micro samples. **Boletim Técnico CEPTA**, v.10, p.53-60, 1997. Disponível em: <http://www4.icmbio.gov.br/cepta/download.php?id_download=69>. Acesso em: 20 ago. 2012.
- BORGES, A. et al. Hematologic and serum biochemical values for jundiá (*Rhamdia quelen*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v.30, p.21-25, 2004. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/w247646107724654/fulltext.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi: 10.1007/s10695-004-5000-1.
- BRADFORD, M.M.A. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248-254, 1976. Disponível em: <<http://www.ciens.ucv.ve:8080/.../Bradford%201976.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2012.
- BRAGA, L.G.T. et al. Atividade da tripsina em rã-touro na fase pós-metamórfica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.821-827, 2004. Disponível em: <http://www.Scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982004000400001>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi: 10.1590/S1516-35982004000400001.
- BUREAU, D.P. et al. Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets. **Aquaculture**, v.181, p.281-291, jan. 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004484869900232X>>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi: 10.1016/S004484869900232X.
- COSTA, M.L. et al. Enzimas digestivas de juvenis de carpa capim alimentados com forragem e ração. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.231, p.563-570, set. 2011. Disponível em: <http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/25_10_17_44EnzimasCosta.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2012.
- CHAMPE, P.C. et al. **Bioquímica ilustrada**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 528p.
- CUNHA, M.A. et al. Anesthesia of silver catfish with eugenol: time of induction, cortisol response and sensory analysis of fillet. **Ciência Rural**, v.40, n.10, p.2107-2114, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782010001000009>. Acesso em: 21 ago. 2012. doi: 10.1590/S0103-847820100050000154.
- DUBOIS, M.G. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v.28, p.350-358, 1956. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ac60111a017>>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi: 10.1021/ac60111a017.
- FARIA, A.C.E.A. et al. Farinha de peixe em rações para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), linhagem tailandesa. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.903-908, 2001. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/2748>>. Acesso em: 20 ago. 2012.
- GODOY, H.B.R. et al. O uso da silagem de subprodutos da filetagem de peixe na alimentação de suínos em crescimento – parâmetros séricos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.45, n.6, p.429-436, 2008. Disponível em: <http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?pid=S141395962008000600003&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 ago. 2012.
- HIDALGO, M.C. et al. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits: proteolytic and

- amylase activities. **Aquaculture**, v.170, p.267-283, jan. 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004484869800413X>>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi:10.1016/S004484869800413X.
- HIGUCHI, L.H. et al. Avaliação eritrocitária e bioquímica de jundiás (*Rhamdia quelen*) submetidos à dieta com diferentes níveis protéicos e energéticos. **Ciência Animal Brasileira**, v.12, n.1, p.70-75, 2011. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/download/8986/8769>>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi: 10.5216/cab.v12i1.8986.
- HUMMEL, B.C.W. A modified spectrophotometric determination of chymotrypsin, trypsin and thrombin. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37 n.12, p.1393-1399, 1959. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14405350>>. Acesso em: 20 ago. 2012.
- KAUSHIK, S.J. et al. Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass, *Dicentrarchus labrax*. **Aquaculture**, v.230, p.391-404, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848603004228>>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi: 10.1016/S0044848603004228.
- LAZZARI, R. et al. Protein sources and digestive enzyme activities in jundiá (*Rhamdia quelen*). **Scientia Agricola**, v.67, n.3, p.259-266, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162010000300002&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi: 10.1590/S0103-90162010000300002.
- LOWRY, O.H. et al. Protein measurement with Folin-phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, v.193, p.265-275, 1951. Disponível em: <<http://www.jbc.org/content/193/1/265.full.pdf+html>>. Acesso em: 20 ago. 2012.
- MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Protein requirement of jundiá fingerlings, *Rhamdia quelen*, at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, v.240, p.331-343, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848604000808>>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi:10.1016/j.aquaculture.2004.01.034.
- MELO, J.F.B. et al. Effect of different concentrations of protein on the digestive system of juvenile silver catfish. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.2, p.450-457, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352012000200027&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi: doi.org/10.1590/S0102-09352012000200027.
- MOURA, G.S. et al. Atividade de tripsina no quimo de tilápia-tailandesa submetida a diferentes temperaturas da água. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2086-2090, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982009001100002>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi: 10.1590/S1516-35982009001100002.
- OLIVEIRA FILHO, P.R.; FRACALOSSO, D.M. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1581-1587, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n4s0/a02v354s.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi: 10.1590/S1516-35982006000600002.
- RODRIGUES, A.P.O. et al. Different utilization of plant sources by the omnivores jundiá catfish (*Rhamdia quelen*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, v.18, p.65-72, 2012. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2095.2011.00877.x/abstract>>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi: 10.1111/j.13652095.2011.00877.x .
- SIGNOR, A.A. et al. Farinha de carne e ossos na alimentação de larvas de tilápia do Nilo. **Ciência Rural**, v.40, n.4, p.970-975, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782010000400035&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi: 10.1590/S0103-84782010005000059.
- SPIES, J.R. Colorimetric procedures for amino acids. **Methods in Enzymology**, v.3, p.467-477, 1957. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0076687957034175>>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi: 10.1016/S0076687957034175.
- VERDOUW, H. et al. Ammonia determinations based on indophenol formation with sodium salicylate. **Water Research**, v.12, p.399-402, 1977. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0043135478901070>>. Acesso em: 20 ago. 2012. doi: 10.1016/0043135478901070.
- VIEIRA, V.L.P. et al. Alterações metabólicas e hematológicas em jundiás (*Rhamdia quelen*) alimentados com rações contendo aflatoxinas. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.1, p.49-55, 2006. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/388/363>>. Acesso em: 20 ago. 2012.