

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

**DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS PROTEICOS E
ENERGÉTICOS PARA KINGUIO (*Carassius auratus*)**

Raphael Nogueira Bahiense

Belo Horizonte

2017

Raphael Nogueira Bahiense

**DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS PROTÉICOS E ENERGÉTICOS PARA
KINGUIO (*Carassius auratus*)**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição e Alimentação Animal/Aquacultura

Prof^a. Orientadora: Paula Adriane Perez Ribeiro

Belo Horizonte

2017

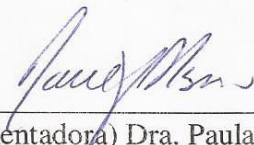
B151d Bahiense, Raphael Nogueira, 1989-
Digestibilidade de alimentos protéicos e energéticos para Kinguio (*Carassius auratus*) /
Raphael Nogueira Bahiense. – 2017.
35 p. : il.

Orientador: Paula Adriane Perez Ribeiro
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária
Inclui bibliografia

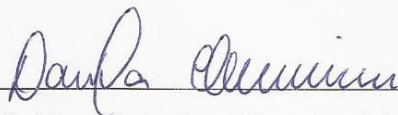
1. Peixe ornamental – Alimentação e rações – Teses. 2. Dieta em veterinária – Teses.
3. Proteínas na nutrição animal – Teses. 4. Digestibilidade – Teses. I. Ribeiro, Paula Adriane
Perez. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 639.31

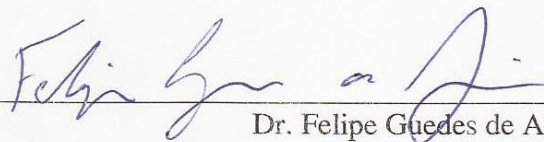
DISSERTAÇÃO defendida e aprovada em 16/02/2017 pela Comissão Examinadora composta pelos seguintes membros:



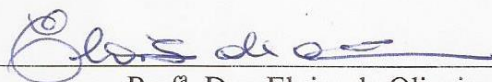
Profª. (Orientadora) Dra. Paula Adriane Perez Ribeiro



Profª. (Co-orientadora) Dra. Daniela Chemim de Melo Hoyos



Dr. Felipe Guedes de Araújo



Profª. Dra. Eloisa de Oliveira Simões Saliba



Dr. Leandro Santos Costa

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder a realização dessa etapa.

A Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária e Laboratório de Aquicultura (Laqua), pela oportunidade da realização dessa pós-graduação. Ao Laboratório de Nutrição da Escola de Veterinária, pelo auxílio na execução das análises laboratoriais.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela oportunidade e apoio financeiro, a CAPES e a FAPEMIG pelo apoio para andamento do experimento.

Aos professores do laboratório de Aquicultura pelo aprendizado e técnicos administrativos pelo auxílio na execução das pesquisas.

Em especial, a minha orientadora Prof^ª. Dra. Paula Adriane Perez Ribeiro pela orientação, dedicação e paciência.

Aos membros da banca, Dr. Felipe Guedes de Araújo-UFRB, Prof^ª. Dra. Eloisa de Oliveira Simões Saliba-UFMG, Dr. Leandro Santos Costa-UFMG, por aceitarem meu convite e pela contribuição no meu aprendizado.

A minha co-orientadora, Prof^ª. Dra. Daniela Chemim de Melo, pela amizade e aprendizado.

Ao grupo de nutrição e ornamental pela ajuda na execução das pesquisas.

A minha mãe Maria Margarete Nogueira, por me incentivar a nunca desistir dos meus objetivos, mesmo com vários obstáculos no meio do caminho.

As minhas irmãs Priscilla e Camilla, por estarem sempre ao meu lado, me apoiando e incentivando; ao meu sobrinho Miguel, pelos momentos de alegria que contagia a casa.

Ao meu pai, Marcelo Almeida Bahiense, pelo apoio. E aos meus irmãos Marcelo, Letícia e Bruno.

As minhas avós Nilce e Eda e meu avô Hélio por sempre estarem torcendo por mim. Aos meus tios, tias e primos pelos momentos de alegria nos encontros de família.

Ao Walisson de Souza e Silva (Uai), por ser um irmão, amigo, companheiro e por todo apoio.

Aos amigos que adquiri durante a pós, em especial ao Classe (Camilinha, Amanda, João, Luanna, Deliane e Angélica), obrigado pelos ombros amigos nos diversos momentos, pelas boas conversas, risadas e aniversários surpresa, não tão surpresa.

Aos amigos que fiz durante toda minha jornada: Stéfane, Anna, Carolzinha, Aline, Ariane, Carol, Maíra e a todos passaram pela minha vida acadêmica ao longo dessa caminhada me ajudando de alguma forma.

Obrigado!

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1	Nutrição e digestibilidade em peixes.....	12
2.2	Kinguio (<i>Carassius auratus</i>).....	13
2.3	Alimentos proteicos.....	14
2.4	Alimentos energéticos.....	14
3	OBJETIVOS.....	15
3.1	Objetivo geral.....	15
3.2	Objetivos específicos.....	16
4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
5	ARTIGO.....	18
	Resumo.....	19
	Introdução.....	20
	Material e Métodos.....	20
	Resultados.....	26
	Discussão.....	29
	Conclusões.....	32
	Referências.....	33
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Dietas experimentais.....	23
Tabela 2 Coeficientes de digestibilidade aparente das dietas (CDA, em %) e coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes dos ingredientes (CDAi, em %) para kinguios alimentados com ingredientes energéticos na ração. (Valores expressos em 100% da matéria seca).....	26
Tabela 3 Coeficientes de digestibilidade aparente das dietas (CDA, em %) e coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes dos ingredientes (CDAi, em %) para kinguios alimentados com ingredientes energéticos na ração. (Valores expressos em 100% da matéria seca).....	28

LISTA DE ABREVIATURAS

AOAC	Association of Official Analytical Chemists
CDA	Coeficiente de digestibilidade aparente
CDA(rr)	Resultado da digestibilidade no nutriente na sua dieta referência
CDA(rt)	Resultado da digestibilidade no nutriente na sua dieta teste
CDAi	Coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente no ingrediente
CEUA	Comitê de Ética no Uso de Animais
CV	Coeficiente de Variação
EB	Energia bruta
EE	Extrato etéreo
id	Concentração de cromo na dieta
if	Concentração de cromo nas fezes
MS	Matéria seca
Nd	Nutriente na dieta
Nf	Nutriente nas fezes
NRC	National Research Council
PB	Proteína bruta
Ref	Dieta referência
Sor	Dieta base formulada com sorgo
Tri	Dieta base formulada com trigo
Arr	Dieta base formulada com arroz
Ami	Dieta base formulada com amido de milho
Soj	Dieta base formulada com farelo de soja
fpn	Dieta base formulada com farinha de peixe nacional
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo determinar a digestibilidade de ingredientes proteicos e energéticos para kinguio (*Carassius auratus*). Foram utilizados 150 animais ($5,0 \pm 1,0$ g, em média), distribuídos em seis aquários (20 L cada), sendo a cada dois aquários uma repetição. Sete tratamentos com três repetições. Os tratamentos aplicados foram: ref: dieta referência; sor: dieta base com sorgo; tri: dieta base com trigo; arr: dieta base com arroz; ami: dieta base com amido de milho; soj: dieta base com farelo de soja; fpn: dieta base com farinha de peixe nacional. Os animais passaram adaptação de quatro dias, recebendo as dietas. As fezes coletadas foram secas em estufa para análise de matéria seca, proteína bruta, energia bruta e óxido de cromo. Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%). Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS) dos animais alimentados com sorgo, trigo, arroz e amido de milho (60,83; 64,72; 65,15; 63,87%, respectivamente) foram semelhantes ($p > 0,05$); os animais alimentados com a dieta contendo trigo apresentaram melhores resultados para os CDA da proteína bruta (PB) (80,75%) ($p < 0,05$); os valores dos CDA da energia bruta (EB) foram semelhantes para os kinguios alimentados com arroz (77,46%) e amido de milho (77,01%) ($p > 0,05$). Os coeficientes de digestibilidade aparente do ingrediente (CDAi) da MS não sofreu influência das fontes energéticas trigo, arroz e amido de milho (79,70; 81,14; 76,88%, respectivamente) ($p > 0,05$); o CDAi da PB dos peixes que receberam dieta com trigo (98,83%) foi superior aos demais, e os alimentados com arroz e amido de milho mostraram CDAi da EB melhores (100; 99,37%, respectivamente) ($p < 0,05$). Os ingredientes proteicos testados não influenciaram os CDA da MS dos kinguios ($p > 0,05$). As dietas formuladas com farelo de soja e farinha de peixe nacional proporcionaram aos animais CDA da PB superiores (79,69; 76,86%, respectivamente), quando comparados aos da dieta referência (74,44%) ($p < 0,05$). As dietas com farelo de soja e farinha de peixe nacional determinaram CDA semelhantes para EB (77,48; 77,18%, respectivamente) ($p > 0,05$); entretanto, os peixes alimentados com farelo de soja mostraram CDAi da MS melhores (71,91%) ($p < 0,05$). O CDAi da PB dos kinguios que receberam farelo de soja na dieta foi superior aos demais ingredientes proteicos (91,92%) ($p < 0,05$) e para os CDAi da EB desses alimentos não foi constatada diferença significativa ($p > 0,05$). Conclui-se que nas condições experimentais propostas, os kinguios apresentaram melhor aproveitamento da energia em dietas formuladas com arroz e amido de milho. Dietas com inclusão de até 30% de farelo de soja são assimiladas mais eficientemente por kinguios, em comparação aquelas formuladas com farinha de peixe importada como fonte proteica.

Palavras-chave: aproveitamento de nutrientes, energia, peixes ornamentais, proteína

ABSTRACT

This work aimed to determine the digestibility of protein and energy ingredients for goldfish (*Carassius auratus*). A total of 150 animals (5.0 ± 1.0 g, on average) were used, distributed in six aquariums (20 L each), with two aquariums replicating. Seven treatments with three replicates. The treatments applied were: Ref: diet reference; Sor: diet based on sorghum; Tri: base diet with wheat; Arr: diet based on rice; Ami: base diet with corn starch; Soj: diet based on soybean meal; Fpn: base diet with national fish meal. The animals underwent adaptation of four days, receiving the diets. The collected feces were dried in an oven for analysis of dry matter, crude protein, crude energy and chromium oxide. The data were submitted to ANOVA and the means were compared by the Tukey test (5%). The apparent digestibility coefficients (CDA) of the dry matter (DM) of the animals fed sorghum, wheat, rice and corn starch (60.83, 64.72, 65.15, 63.87%, respectively) were similar ($P > 0.05$); the animals fed with the diet containing wheat had better results for crude protein (CP) (80.75%) ($p < 0.05$); the crude energy CDA values were similar for rice (77.46%) and maize starch (77.01%) ($p > 0.05$). The apparent digestibility coefficients of the ingredient (CDAi) of DM were not influenced by the energy sources wheat, rice and corn starch (79.70, 81.14, 76.88%, respectively) ($p > 0.05$); the CDAi CP of the fish fed diet with wheat (98.83%) was higher than the other, and fed with rice and corn starch showed CDAi the best CE (100; 99.37%, respectively) ($p < 0.05$). Protein ingredients tested did not influence the DM CDA of goldfish ($p > 0.05$). The diets formulated with soybean meal and national fish meal provided higher CDA (79.69, 76.86%, respectively), when compared to the reference diet (74.44%) ($p < 0.05$). The diets with soybean meal and national fish meal determined similar CDA for CE (77.48; 77.18%, respectively) ($p > 0.05$); However, fish fed with soybean meal showed better CDAi of MS (71.91%) ($p < 0.05$). The CDAi of CP of the goldfish that received soybean meal in the diet was higher than the other protein ingredients (91.92%) ($p < 0.05$) and for the ADC CD of these foods, no significant difference was found ($p > 0.05$). It is concluded that in the experimental conditions proposed, the goldfish presented better energy utilization in diets formulated with rice and maize starch. Diets with up to 30% of soybean meal are assimilated more efficiently by goldfish, compared to those formulated with imported fishmeal as a protein source.

Key words: nutrient utilization, energy, ornamental fish, protein

1. INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de peixes ornamentais tem crescido devido à alta demanda pelo mercado, mas ainda existe uma falta de informações sobre as variedades de espécies existentes e seu manejo nutricional. Dentre essas variedades, se destaca o kingiuo (*Carassius auratus*), uma espécie apreciada entre os aquaristas ao redor do mundo, pertencente à família Cyprinidae, conhecido também como peixe japonês, dourado, goldfish, entre outros.

Como grande parte das espécies ornamentais, ainda são poucos os estudos relacionados à nutrição do kingiuo, e não se sabe o efeito causado pelos diferentes ingredientes fornecidos na dieta, sobre o desenvolvimento e saúde desses animais.

Para definição de uma alimentação adequada diferentes parâmetros podem ser estudados na nutrição animal, sendo algumas delas, determinação dos níveis de nutrientes no alimento e sua absorção, estudos dos efeitos hematológicos, histológicos, genéticos, enzimáticos, entre outros. Dentre essas diferentes ferramentas, os ensaios de digestibilidade têm sido uma das principais ferramentas para avaliar a qualidade da dieta e seus ingredientes, mostrando o seu valor nutricional e também os níveis de nutrientes não digeridos, que compõem o efluente da aquacultura. Esses estudos são importantes, pois servem de base para elaboração de dietas contendo níveis ótimos de nutrientes e também contribuem para redução de resíduos que podem influenciar na qualidade da água do meio de cultivo (Boscolo, 2008).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Nutrição e digestibilidade em peixes

Os peixes ornamentais apresentam grande importância econômica e são comercializados mundialmente, contudo suas necessidades nutricionais ainda não são tão amplamente estudadas como as das espécies cultivadas para alimentação humana, sendo dessa forma, como utilizar para o balanceamento das dietas, os dados de peixes voltados para a produção de corte (Velasco-Santamaría e Corredor-Santamaría, 2011).

Um grande número de espécies de peixes ornamentais, apesar de sabidamente possuírem hábitos alimentares diversos ainda são alimentados com as mesmas dietas, de forma específica. Além disso, frequentemente se observam rações com excesso de nutrientes que podem provocar alterações nas características físico-químicas da água, prejudicando a saúde dos peixes (Zuanon et al., 2007).

A relação energia/proteína das dietas deve ser adequada para que os peixes apresentem boas taxas de crescimento. A elevação demasiada na disponibilidade de energia nas dietas resulta em baixa ingestão de proteína e nutrientes essenciais (Chou e Shiau, 1996; Pezzato et al., 2001), ocasionando deposição de gordura visceral e corporal em várias espécies (Mcgoogan e Reigh, 1996; Mukhopadhyay e Ray, 1997). Por outro lado, dietas com deficiência energética favorecem a degradação de proteínas para a produção de energia, piorando os índices de conversão alimentar e o custo de produção, além de provocar aumento de excreção de amônia no ambiente aquático, tornando-se um potencial poluidor (Pezzato et al., 2002).

A digestibilidade expressa a capacidade do animal de digerir e assimilar os nutrientes e a energia dos alimentos. Desta forma, torna-se uma ferramenta importante na formulação adequada de dietas, minimizando a excreção de resíduos poluentes no ambiente de criação. A determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) de um determinado nutriente é feita pela diferença entre o teor do mesmo na ingesta e a sua concentração no material excretado, utilizando como referência marcadores indigestíveis (Vidal Junior, 2006), sendo assim, para determinar a digestibilidade de nutrientes é necessária a coleta do material fecal.

A metodologia de digestibilidade na aquicultura pode apresentar falha de mensuração devido os alimentos serem fornecidos na água, o que pode ocasionar lixiviação dos nutrientes, superestimando os valores dos coeficientes de digestibilidade (NRC, 2011).

Em peixes são empregadas duas metodologias de coleta fecal: método direto e o indireto (Maynard, Loosli, 1969; NRC, 2011). Nesses métodos os resultados encontrados são definidos como digestibilidade aparente, sendo desconsiderada a presença de material de origem metabólica ou endógena nas fezes (NRC, 2011).

A técnica de coleta total das fezes tem princípio semelhante à aplicada em animais terrestres (Fracalossi et al., 2013). O animal alimenta-se de uma quantidade determinada da dieta teste ou alimento e, posteriormente é feita a coleta total.

A coleta de fezes é feita por dois métodos: direto e indireto. No método direto, o alimento é fornecido até a saciedade aparente do animal, sendo as fezes coletas por dissecação da porção distal do intestino, sucção mecânica anal e por extrusão do conteúdo final do intestino, sendo esse método invasivo ao animal. No método indireto, o alimento é fornecido até a saciedade aparente com recolhimento parcial das fezes (pelos sistemas Guelph e Guelph modificado ou por captação direta no aquário por sifonamento), sendo utilizado indicador inerte na dieta (Nose, 1960; Maynard e Loosli, 1969; Windell et al., 1978; Cho e Slinger, 1979; Cyrino et al., 1986; Fracalossi et al., 2013).

A diferença entre a concentração do indicador na dieta e nas fezes determina a digestibilidade, os valores são utilizados com base na matéria seca, que são utilizados para calcular a digestibilidade aparente dos nutrientes e energia (Glencross et al., 2007).

O indicador mais utilizado nos ensaios de digestibilidade em peixes é o óxido de cromo, que pode ser adicionado à dieta em concentrações de 0,01 a 0,5% (Bremer Neto et al., 2003). A sua utilização é possível pelo fato de não ser absorvido no trato digestivo do animal, não afeta a digestão e não reduzir a palatabilidade da dieta teste (Belal, 2005).

2.2. Kinguio (*Carassius auratus*)

O kinguio (*Carassius auratus auratus*, Linnaeus, 1758) é uma espécie originária da China, caracterizada pela sua alta prolificidade e fácil adaptação às condições de manejo. Existem muitas variedades disponíveis no mercado, que se diferenciam pelo formato do corpo, nadadeiras, cor, e por apresentarem algumas características distintas como as linhagens oranda, cabeça de leão, bolha e telescópio (Kunii, 2010).

Esta espécie possui grande potencial de comércio e é amplamente produzida, sendo que seu cultivo tem sido realizado em sistemas cada vez mais intensivos. Os principais motivos que justificam os esforços voltados para a intensificação dos sistemas de produção de kinguio estão

relacionados à melhor remuneração do capital, melhor utilização dos recursos e consequente aumento da produtividade (Nagata et al., 2010).

2.3. Alimentos proteicos

São considerados alimentos proteicos, aqueles que possuem teor de proteína bruta igual ou acima de 20%. Esses alimentos podem ser de origem animal ou vegetal. Dentre os de origem animal as farinhas de peixe são a principal fonte na formulação de rações para peixes.

As farinhas de peixe possuem uma grande variação em sua composição química, devido a diversos fatores como o processamento, o peixe utilizado, tempo de preparo, entre outros. As farinhas de peixes são subdivididas em classes, farinha de peixe nacional, possuindo nível de proteína bruta variando em torno de 55%, sendo essa considerada farinha branca, devido ao teor elevado de ossos e escamas, e geralmente essas farinhas são providas de peixes de água doce. Já a farinha de peixe importada, com nível de proteína bruta variando em torno de 65%, tende-se a ser uma farinha com menor teor de ossos e escamas, e geralmente são utilizados peixes marinhos, sendo o mais comum em sua utilização o salmão (Romero et al., 1994; Aksnes et al., 1997).

O farelo de soja, é um ingrediente de origem vegetal, com teor de proteína bruta em torno de 45%, é um alimento de baixo custo em comparação as farinhas de peixe, e para peixes onívoros ela possui bom aproveitamento, no entanto sua utilização em grandes quantidades pode chegar a ser prejudicial devido a fatores anti-nutricionais, como as saponinas, oligossacarídeos e anti-nutrientes solúveis em álcool (Tran-Ngoc et al., 2016).

2.4. Alimentos energéticos

São considerados alimentos energéticos, aqueles que possuem teor de proteína bruta inferior a 20%. Esses alimentos são providos de origem animal ou vegetal. Desses de origem animal são classificados o sebo, óleo de peixe, gorduras, entre outros, e os de origem vegetal são os óleos vegetais, grãos, forrageiras, entre outros.

Dentre os de origem vegetal os principais utilizados em fabricação de rações para peixes são o milho, sorgo, trigo, arroz, amido de milho entre outros. Esses ingredientes são de fácil manufaturamento.

O milho é a fonte energética mais empregada em rações para animais, para peixes onívoros e herbívoros é a principal fonte energética da ração, onde sua inclusão pode chegar aos 50%, isso em dietas que não exigem teor elevado de proteína, sua forma de utilização é pelo milho finamente moído, sendo que a utilização do grão inteiro, apesar de resultar em menor perda de nutrientes para o meio aquático, possui menor utilização dos nutrientes pelos animais (Logato, 2012).

O sorgo granífero (*Sorghum bicolor*), uma das principais culturas agrícola do mundo, ocupando o quinto lugar entre os grãos mais produzidos no mundo, depois do trigo, arroz, milho e cevada, no entanto os compostos fenólicos no sorgo podem ocorrer ou não, destacando-se o tanino, substância adstringente, podendo causar problemas de digestibilidade. Os cultivares de sorgo granífero são subdivididos em: sorgo baixo tanino e sorgo alto tanino, sendo a presença do tanino uma característica positiva para a produção agrícola da espécie (Scheuermann, 1998; Magalhães et al., 2000; Fernandes, 2013; Magalhães et al., 2010).

O trigo é um dos alimentos de origem vegetal comumente empregado nas dietas de peixe que apresenta teor de proteína de aproximadamente de 15,8%. A maioria das empresas produzem como subproduto do processamento do trigo, uma mistura de farelo e farelinho, que apresenta elevado valor energético. O digestibilidade do farelo de trigo quando testado para tilápias nilóticas, apresentou boa digestibilidade da proteína e da energia (91% e 68%, respectivamente) (Boscolo et al., 2002; Rostagno et al., 2011; Lui et al., 2012).

O arroz é encontrado no mercado devido ao processamento em diferentes subprodutos, sendo esses o farelo de arroz desengordurado, o farelo de arroz integral e o farelo de arroz integral com casca, esses subprodutos do arroz são utilizados para o processamento de ração em substituição ao milho, trigo, aveia, sorgo, etc. Ao utilizá-lo em rações para peixes, deve-se atentar ao cuidado de adicionar junto a um antioxidante, pois são sujeitos à rancificação, devido ao alto teor de gordura.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a digestibilidade de ingredientes proteicos e energéticos para kinguio (*Carassius auratus*).

3.2. Específico

Determinar:

- coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta e da energia bruta de alimentos proteicos;
- coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta e da energia bruta de alimentos energéticos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELAL, I.E.H. A review of some fish nutrition methodologies. **Bioresource Technology**, v.96, p.395-402, 2005.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; FEIDEN, A.; MEURER, F.; SIGNOR, A. A.. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da energia e nutrientes da farinha de resíduos. **Ciência Rural**, v.38, p.2579-2586, 2008.

BREMER NETO, H.; GRANER, C. A. F.; PEZZATO, L. E.; PADOVANI, C. P.; CANTELMO, O. A. Diminuição do teor de óxido de crômio (III) usado como marcador externo. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.32, p.249-255, 2003.

CHO, C.Y.; SLINGER, S.J. Apparent digestibility measurement in feedstuff for rainbow trout. In: **Finfish Nutrition and Fishfood Technology**, vol.2, p.239–247, 1979.

CHOU, B.S.; SHIAU, S.Y. Optimal dietary lipid level for growth of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*. **Aquaculture**, v.143, p.185-195, 1996.

FRACALOSSO, D.M.; RODRIGUES, A.P.O.; SILVA, T.S.C.; CYRINO, J.E.P. Técnicas experimentais em nutrição de peixe. In: FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. **Nutriaqua: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. 1ª ed. ampliada, Florianópolis: Copiart, cap.3, p.53-58, 2013.

GLENCROSS, B.; BOOTH, M.; ALLAN, G.L. A feed is only as good as its ingredients – a review of ingredient evaluation strategies for aquaculture feeds. **Aquaculture nutrition**, v.13, p.17-34, 2007.

KUNII, E.M.F.. **Frequência Alimentar e Taxa de Alimentação para Kingio Criado em Hapa: Desempenho Produtivo e Avaliação Econômica**. 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). UNESP. Botucatu, 2010.

MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K. **Animal Nutrition**, 6th ed. McGraw-Hill Book Co, New York, p.50, 1969.

MCGOOGAN, B.B.; REIGH, R.C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. **Aquaculture**, v.141, p.233-244, 1996.

MUKHOPADHYAY, N.; RAY, A.K. The apparent total and nutrient digestibility of sal seed (*Shorea robusta*) meal in rohu (*Labeo rohita*), fingerlings. **Aquaculture Research**, v.28, p.683-689, 1997.

NAGATA, M.M.; TAKAHASHI, L.S.; GIMBO, R.Y.; KOJIMA, J.T.; BILLER, J.D. 2010 Influência da densidade de estocagem no desempenho produtivo do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.36, p.9-16.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, D.C.: National Academy Press, p.360, 2011.

PEZZATO, L.E.; CASTAGNOLLI, N.; ROSSI, F. **Nutrição e alimentação de peixes**. Viçosa: Aprenda fácil. p.72, 2001.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W.M.; BARROS, M.M.; ROSA, G.J.M.; LANNA, E.A.T.. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1595-1604, 2002.

VELASCO-SANTAMARÍA, Y.; CORREDOR-SANTAMARÍA, W. Nutritional requirements of freshwater ornamental fish: a review. **Revista Medicina Veterinaria y Zootecnia**, v.16, p.2458- 2469, 2011.

VIDAL JUNIOR, M.V.V. Sistemas de produção de peixes ornamentais. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, p.62-74, 2006.

ZUANON, J.A.S.; HISANO, H.; FALCON, D.R.; SAMPAIO, F.G.; BARROS, M.M.; LUIZ PEZZATO, L.E.. Digestibilidade de alimentos protéicos e energéticos para fêmeas de beta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.987-991, 2007.

5. ARTIGO

Digestibilidade de alimentos proteicos e energéticos para kinguio (*Carassius auratus*)

Digestibilidade de alimentos proteicos e energéticos para kinguio (*Carassius auratus*)

Resumo: Este trabalho teve como objetivo determinar a digestibilidade de ingredientes proteicos e energéticos para kinguio (*Carassius auratus*). Foram utilizados 150 animais ($5,0 \pm 1,0$ g, em média), distribuídos em seis aquários (20 L cada), sendo a cada dois aquários uma repetição. O experimento foi realizado com sete tratamentos e três repetições. Os tratamentos aplicados foram: ref: dieta referência; sor: dieta base com sorgo; tri: dieta base com trigo; arr: dieta base com arroz; ami: dieta base com amido; soj: dieta base com farelo de soja; fpn: dieta base com farinha de peixe nacional. As fezes coletadas foram secas em estufa para análise de MS, PB, EB e óxido de cromo. Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%). Os CDAs da MS dos animais alimentados com sorgo, trigo, arroz e amido (60,83; 64,72; 65,15; 63,87%, respectivamente) foram semelhantes ($p > 0,05$); os animais alimentados com a dieta contendo trigo apresentaram melhores resultados para os CDAs da PB (80,75%) ($p < 0,05$); os valores dos CDAs da EB foram semelhantes para os kinguios alimentados com arroz (77,46%) e amido (77,01%) ($p > 0,05$). O CDAi da MS não sofreu influência das fontes energéticas trigo, arroz e amido (79,70; 81,14; 76,88%, respectivamente) ($p > 0,05$); o CDAi da PB dos peixes que receberam dieta com trigo (98,83%) foi superior aos demais, e os alimentados com arroz e amido mostraram CDAi da EB melhores (100; 99,37%, respectivamente) ($p < 0,05$). Os ingredientes proteicos testados não influenciaram os CDAs da MS dos kinguios ($p > 0,05$). As dietas formuladas com farelo de soja e farinha de peixe nacional proporcionaram aos animais CDAs da PB superiores (79,69; 76,86%, respectivamente), quando comparados aos da dieta referência (74,44%) ($p < 0,05$). As dietas com farelo de soja e farinha de peixe nacional determinaram CDAs semelhantes para EB (77,48; 77,18%, respectivamente) ($p > 0,05$); entretanto, os peixes alimentados com farelo de soja mostraram CDAi da MS melhores (71,91%) ($p < 0,05$). O CDAi da PB dos kinguios que receberam farelo de soja na dieta foi superior aos demais ingredientes proteicos (91,92%) ($p < 0,05$) e para os CDAs da EB desses alimentos não foi constatada diferença significativa ($p > 0,05$). Conclui-se que nas condições experimentais propostas, os kinguios apresentaram melhor aproveitamento da energia em dietas formuladas com arroz e amido de milho. Dietas com inclusão de até 30% de farelo de soja são assimiladas mais eficientemente por kinguios, em comparação aquelas formuladas com farinha de peixe importada como fonte proteica.

Palavras-chave: aproveitamento de nutrientes, energia, peixes ornamentais, proteína

INTRODUÇÃO

Dentre essas espécies de peixes comercializadas com a finalidade de ornamentação, uma mais amplamente difundida e apreciada é o kinguio (*Carassius auratus*), uma espécie que se destaca por seu temperamento pacífico, de fácil manutenção nos aquários domésticos e coloração exuberante. Apesar de sua grande popularidade no mercado de peixes ornamentais, pouco se sabe sobre a nutrição dessa espécie o que implica na falta de conhecimento dos efeitos causados pelos diferentes ingredientes fornecidos na forma de ração.

O valor nutritivo de um alimento depende de seu balanceamento nutricional e da capacidade de digestão e absorção pelo animal que varia em função da espécie, das condições ambientais, quantidade e qualidade do ingrediente. Assim, a digestibilidade descreve a fração do nutriente ou da energia do alimento que não é excretada nas fezes (NRC, 2011).

Os estudos de digestibilidade são importantes, pois proporcionam a formulação de dietas mais equilibradas, resultando em maior aproveitamento dos nutrientes da ração, contribuindo para uma melhor qualidade da água do meio de cultivo (Boscolo, 2008).

Cada espécie tem o aproveitamento dos alimentos de forma diferente e a digestibilidade de uma ração é definida como a habilidade com que o animal digere e absorve os nutrientes e a energia contidos no mesmo. Na escolha dos ingredientes para elaboração da ração deve se atentar para a digestibilidade dos nutrientes nos mesmos, no intuito de melhorar o aproveitamento pelo animal.

Tendo em vista a importância dos estudos nutricionais e do conhecimento da digestibilidade dos alimentos para formulação de dietas adequadas à espécie, realizou-se o presente trabalho que teve como objetivo determinar a digestibilidade de ingredientes proteicos e energéticos para kinguio (*Carassius auratus*).

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado de acordo com as normas do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), protocolo 77/2015 – CEUA/UFMG.

Animais e condições experimentais

Foram utilizados 150 juvenis de kinguio (*Carassius auratus*) oriundos da região de Muriaé (Minas Gerais, Brasil), com peso médio de $5,0 \pm 1,0$ g, distribuídos em seis aquários de 20L cada (25 animais por aquário), sendo a cada dois aquários uma repetição, adaptados para coleta de fezes (Guelph modificado, modelo proposto por Cho e Slinger, 1979). Os aquários foram mantidos em sistema de recirculação de água, com filtro mecânico e biológico, aeração e aquecimento constantes. O fotoperíodo foi de 12 horas de luz e 12 horas de escuro. Foi avaliado um ingrediente de cada vez, mantendo-se as mesmas condições experimentais para todos. Antes de cada teste, os peixes passaram por um período de adaptação de quatro dias.

Delineamento experimental

O experimento foi realizado com sete tratamentos e três repetições, sendo realizados cada tratamento e suas respectivas repetições em diferentes tempos (repeated measures anova). Os tratamentos consistiram de dietas base, formuladas com os ingredientes teste (proteicos e energéticos), além da dieta referência, conforme especificado abaixo:

ref: Dieta referência;

sor: Dieta base formulada com sorgo;

tri: Dieta base formulada com trigo;

arr: Dieta base formulada com arroz;

ami: Dieta base formulada com amido de milho;

soj: Dieta base formulada com farelo de soja;

fpn: Dieta base formulada com farinha de peixe nacional.

Dietas experimentais

A dieta referência foi formulada de acordo com o NRC (2011) utilizando as exigências da carpa comum (*Cyprinos carpio*), por apresentar grau taxonômico mais próximo do kinguio. As dietas teste foram elaboradas com os mesmos ingredientes da dieta referência, no entanto

tiveram substituição de 30% do ingrediente proteico (farinha de peixe importada) ou energético (milho), conforme apresentado na Tabela 1.

TABELA 1 Dietas experimentais.

INGREDIENTES	Dietas (%)						
	ref	sor	tri	Arr	ami	soj	fpn
Farinha de peixe importada	50,12	50,12	50,12	50,12	50,12	35,08	35,08
Milho	40,25	28,18	28,18	28,18	28,18	40,25	40,25
Óleo de soja	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51
Sorgo	0	12,07	-	-	-	-	-
Trigo	0	-	12,07	-	-	-	-
Arroz	0	-	-	12,07	-	-	-
Amido de milho	0	-	-	-	12,07	-	-
Farelo de soja	0	-	-	-	-	15,04	-
Farinha de peixe nacional	0	-	-	-	-	-	15,04
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Óxido de cromo (Cr ₂ O ₃)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante ²	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Celulose	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Inerte ³	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100
Composição analisada							
Matéria seca (%)	93,70	94,80	93,10	94,00	94,00	94,70	95,80
Proteína bruta/MS (%)	32,60	32,60	33,70	32,20	31,20	30,20	30,30
Energia bruta (Kcal/Kg)	4480,00	4380,00	4230,00	4360,00	4330,00	4221,00	4175,00
Matéria mineral (%)	11,82	12,94	12,78	11,98	12,75	15,92	12,61

¹Composição do suplemento mineral e vitamínico (por kg de produto): selênio: 75 mg, ferro: 15 g, cobre: 1.250 mg, manganês: 3750 mg, zinco: 17,5 g, cobalto: 50 mg, iodo: 100 mg, niacina: 8750 mg, ácido fólico: 625 mg, ácido pantotênico: 7500 mg, biotina: 50 mg, vitamina C 37,5 g, colina: 100 g, Inositol: 12,5 g vitamina A: 1.750.000 UI, vitamina D3, 375.000 UI, vitamina E 20.000 UI, vitamina K3, 500 mg, vitamina B1 2.000 mg, vitamina B2: 2.500 mg, vitamina B6: 2.500 mg, vitamina B12: 5.000 mcg;

² Butil-Hidroxi-Tolueno (BHT); ³ Betonita.

Para a confecção das rações, os ingredientes foram moídos, peneirados e misturados manualmente até a completa homogeneização. Em seguida, foi adicionado 1 litro de água para auxiliar o processo de peletização simples sem pré-acondicionamento. As rações foram secas em estufa de circulação de ar forçada, à 55°C, por 24 horas, quebradas em grânulos de 2 a 3 mm de diâmetro, e armazenadas em freezer (-18°C) até sua utilização.

Aferição dos parâmetros de qualidade de água

Foram aferidos, semanalmente, temperatura e pH, com auxílio de equipamento digital portátil (Hanna instruments HI98130), amônia total, por meio de kit comercial (Alfakit®) e oxigênio dissolvido mensurado com auxílio de um oxímetro digital portátil (Hanna instruments HI9146).

A água dos aquários foi mantida a uma temperatura média de $28,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$; pH $7,0 \pm 0,5$; oxigênio dissolvido $6,3 \pm 0,6\text{mg/L}$ e amônia $0,04 \pm 0,01\text{mg/L}$. O fluxo de água nos aquários foi regulado e constante à 2,0 L/minuto/aquário, com carreamento e deposição das fezes nos coletores de forma adequada. Esses parâmetros de qualidade da água estão de acordo com Soares et al. (2002).

Coleta de fezes

Os animais passaram por um período de adaptação das dietas por quatro dias, recebendo suas respectivas dietas experimentais, a fim de proporcionar a adaptação às mesmas. Em seguida, passaram a ser alimentados três vezes ao dia, até a saciedade aparente e as sobras foram sifonadas e foi drenado 50% da água dos aquários, com a finalidade de não ter contaminação das rações. As fezes foram coletadas durante o intervalo entre as refeições, não ultrapassando um período de duas horas para a coleta total de fezes. Este procedimento em média 40 dias, tempo necessário para atingir cerca de 8 g de fezes secas, volume este suficiente para as análises laboratoriais. Em seguida, as amostras de fezes foram desidratadas em estufa a 55°C, moídas e armazenadas a -18°C, para posterior análises bromatológicas, energia bruta (EB) em bomba calorimétrica e óxido de cromo (Cr_2O_3) segundo metodologia de Bremer Neto et al. (2005).

Cálculo de digestibilidade e análises bromatológicas

O coeficiente de digestibilidade foi determinado pelo método indireto, utilizando óxido de cromo (Cr_2O_3) como marcador inerte, adicionado às dietas referência e teste (0,1%). A concentração final de cromo foi determinada pelo método da α -difenilcarbazida, com determinação espectrofotométrica, segundo metodologia proposta por Bremer Neto (2005).

A composição bromatológica das dietas e fezes foi analisada conforme metodologia descrita pela *Association of Official Analytical Chemists - AOAC* (2012). Todas as análises bromatológicas (matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e energia bruta (EB) foram realizadas no Laboratório de Nutrição da Escola de Veterinária da UFMG e as análises de óxido de cromo foram realizadas no Laboratório de Aquacultura da Escola de Veterinária da UFMG (LAQUA).

O cálculo do coeficiente de digestibilidade aparente das dietas (testes e referência) foi feito com base na fórmula proposta por Cho e Slinger (1979):

$$\text{CDA (\%)} = 100 - \left[100 \times \left(\frac{\% \text{ Id}}{\% \text{ If}} \times \frac{\% \text{ Nf}}{\% \text{ Nd}} \right) \right], \text{ em que:}$$

CDA = coeficiente de digestibilidade aparente;

Id = concentração de cromo na dieta;

If = concentração de cromo nas fezes;

Nd = nutriente na dieta;

Nf = nutriente nas fezes.

Os valores do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes nos ingredientes teste foram determinados seguindo a metodologia descrita por Zuanon et al. (2007), segundo a fórmula:

$$\text{CDA}_{(\text{ing})} = \frac{\text{CDA}_{(\text{rt})} - b \cdot \text{CDA}_{(\text{rr})}}{a}, \text{ em que:}$$

CDA_{ing} = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente no ingrediente;

CDA (rt) = resultado da digestibilidade do nutriente na sua dieta teste;

CDA (rr) = valor da digestibilidade do nutriente na dieta referência;

a = porcentagem do ingrediente na dieta teste;

b = porcentagem do ingrediente na dieta referência.

Análises estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey (5% de significância). Todas as análises foram realizadas com auxílio do software Assistat, versão 7.7 pt.

RESULTADOS

Ingredientes energéticos

Os valores médios (%) dos coeficientes de digestibilidade aparente das dietas (CDA) e dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes dos ingredientes energéticos (CDAi) encontram-se na Tabela 2.

TABELA 2 Coeficientes de digestibilidade aparente das dietas (CDA, em %) e coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes dos ingredientes (CDAi, em %) para kinguios alimentados com ingredientes energéticos na ração. (Valores expressos em 100% da matéria seca).

Variáveis	Dietas					CV
	Ref	sor	tri	arr	ami	
Matéria seca (MS)						
CDA	58,30 ^b	60,83 ^{ab}	64,72 ^a	65,15 ^a	63,87 ^a	3,03
CDAi		66,79 ^b	79,70 ^a	81,14 ^a	76,88 ^a	4,40
Proteína Bruta (PB)						
CDA	74,44 ^b	76,43 ^{ab}	80,75 ^a	78,24 ^{ab}	78,14 ^{ab}	3,01
CDAi		84,92 ^b	98,83 ^a	89,40 ^b	83,14 ^b	2,81
Energia Bruta (EB)						
CDA	67,43 ^b	71,19 ^b	71,18 ^b	77,46 ^a	77,01 ^a	2,93
CDAi		79,97 ^b	79,92 ^b	100,00 ^a	99,37 ^a	4,10

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

CV = Coeficiente de Variação

Os animais alimentados com dietas contendo trigo, arroz e amido de milho apresentaram CDA semelhantes para a MS (60,83; 64,72; 65,15; 63,87%, respectivamente) apresentando melhores CDA. Os animais alimentados com a dieta referência apresentaram CDA da MS menor, com valor médio de 58,30% ($p < 0,05$).

Os CDA da PB dos peixes alimentados com a dieta contendo trigo (80,75%) foram melhores que os dos peixes alimentados com a dieta referência (74,44%) ($p < 0,05$).

Os valores dos CDA da EB, pôde se constatar que o arroz e amido de milho apresentaram resultados semelhantes entre si (77,46; 77,01%, respectivamente) e melhores que os demais tratamentos ($p < 0,05$), referência, sorgo e trigo com menores valores de CDA (67,43; 71,19; 71,18%, respectivamente).

Os kinguios alimentados com trigo, arroz e amido de milho apresentaram CDAi semelhantes para a MS (79,70; 81,14; 76,88%, respectivamente) e melhores que os peixes submetidos ao demais tratamentos ($p < 0,05$). A dieta contendo sorgo apresentou CDAi de 66,79% pelos peixes.

Os kinguios alimentados com trigo refletiu CDAi da PB de 98,83%. Este valor foi melhor quando comparados aos animais que receberam as dietas contendo sorgo, arroz e amido de milho (84,92; 89,04; 83,14%, respectivamente) ($p < 0,05$).

Os peixes alimentados com arroz e amido de milho mostraram CDAi da EB melhores (100,00; 99,37%, respectivamente), quando comparados aos animais dos tratamentos a base de sorgo, trigo (79,97; 79,92%, respectivamente).

Ingredientes proteicos

Os valores médios (%) dos coeficientes de digestibilidade aparente das dietas (CDA) e dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes dos ingredientes energéticos (CDAi) encontram-se na Tabela 3.

TABELA 3 Coeficientes de digestibilidade aparente das dietas (CDA, em %) e coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes dos ingredientes (CDAi, em %) para kinguios alimentados com ingrediente protéicos na ração. (Valores expressos em 100% da matéria seca).

Variável	Ingrediente (ração)			CV
	T1	T6	T7	
Matéria seca (MS)				
CDA (%)	58,30 ^a	62,38 ^a	60,14 ^a	3,78
CDAi (%)		71,91 ^a	64,42 ^b	4,43
Proteína Bruta (PB)				
CDA (%)	74,44 ^b	79,69 ^a	76,86 ^{ab}	2,69
CDAi (%)		91,92 ^a	82,45 ^b	2,87
Energia Bruta (EB)				
CDA (%)	67,43 ^b	77,48 ^a	77,18 ^a	3,48
CDAi (%)		100,00 ^a	99,93 ^a	3,51

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

CV = Coeficiente de Variação

Os valores dos CDA da MS obtidos para os animais alimentados com a dieta referência, farelo de soja e farinha de peixe nacional não apresentaram diferença ($p < 0,05$).

Os animais que receberam a ração a base de farelo de soja, obtiveram valores de CDA da PB melhores (79,69%) quando comparados aos animais alimentados com ração referência (74,44%) ($p < 0,05$).

As dietas contendo farelo de soja e farinha de peixe nacional proporcionaram aos peixes CDA semelhantes para EB (77,48; 77,18%, respectivamente), porém, melhores quando comparados aos dos animais alimentados com a dieta referência (67,43%).

Os animais que receberam a ração a base de farelo de soja obtiveram valores de CDAi da MS melhores (71,91%) quando comparados aos animais alimentados com ração contendo farinha de peixe nacional (64,42%) ($p < 0,05$).

Para CDAi da PB dos ingredientes protéicos a ração de soja (91,92%) apresentou melhor resultado que a farinha de peixe (82,45%).

E para os valores dos CDAis da EB desses alimentos, não apresentaram diferença ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

Ingredientes energéticos

O kinguio (*Carassius auratus*) é um peixe de hábito alimentar onívoro com tendências para herbívoro, assim como constatado para outras espécies como a tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) (Richardson et al. 1995, Elsheikh et al., 2012), portanto deveria utilizar com relativa facilidade ingredientes de origem vegetal.

As diferenças na anatomia do trato digestivo, no complexo enzimático e na atividade das enzimas podem explicar as variações na digestibilidade aparente dos peixes. As enzimas da digestão do amido são predominantemente a α -amilase, dissacaridase e α -glucosidase, que hidrolisam ligações α -glicosídicas de amido para a liberação da glicose livre (Stone, 2003).

De acordo com González-Félix et al. (2010), trabalhando com *Trachinotus carolinus*, observou que o carboidrato presente nos ingredientes vegetais é a fonte mais barata de energia e sua inclusão nas rações é importante, pois proporciona melhor estabilidade e flutuação dos pellets. Estes autores, trabalhando com sorgo e milho, observaram CDAs da energia baixos. Dietas com elevados teores de carboidratos, principalmente polissacarídeos não amiláceos (Sinha et al., 2011) podem dificultar a absorção e assimilação dos nutrientes pelos peixes, prejudicando, assim, a digestibilidade dos ingredientes. Este fato pode ocorrer em função de fatores como a fonte ou o tipo de amido, bem como o processamento da dieta.

González-Félix et al. (2010) relataram que a digestibilidade dos nutrientes pelos *Trachinotus carolinus* alimentados com sorgo, é influenciada pelo tipo de processamento utilizado, que requer temperaturas relativamente mais elevadas, quando comparado ao milho, por exemplo, para a gelatinização do amido, melhorando assim a digestibilidade. No presente estudo, as dietas não foram processadas utilizando alta temperatura e umidade e, portanto, não houve gelatinização do amido, o que pode ter proporcionado menores CDA para o milho e sorgo.

De acordo com Hertrampf e Piedad-Pascual (2000), os ingredientes vegetais têm sua composição química e nutricional alteradas, de acordo com sua variedade, forma de cultivo (adubação, irrigação, tipo de solo, temperatura), por esse fato a digestibilidade pode ser diferenciada de cada lote utilizado para a fabricação de ração.

Pezzato et al. (2002), trabalhando com tilápia nilótica, obtiveram coeficiente de digestibilidade aparente da MS de 66,05% para o farelo de trigo, valor que se aproximou ao encontrado no presente estudo (64,72%); para o CDA da PB, o farelo de arroz apresentou melhor digestibilidade e, no presente estudo, o arroz mostrou ser um dos alimentos com os melhores CDA. O CDA da energia para os animais alimentados com a ração contendo arroz e amido de milho foram melhores, quando comparados aos demais tratamentos.

Gominho-Rosa et al. (2015) obtiveram CDA da MS e energia para tilápia nilótica alimentadas com trigo de 40,13 e 40,33% respectivamente, valores bem abaixo dos encontrados no presente estudo. Entretanto, tais autores trabalharam com dietas purificadas, enquanto neste estudo os animais receberam dietas convencionais, com a inclusão do ingrediente teste em substituição ao milho (30%), o que pode ter estimulado a atividade de enzimas da digestão de carboidratos.

Sallum et al. (2002) trabalhando com digestibilidade aparente para *Brycon cephalus*, obtiveram valores de CDA da MS e PB, dos animais alimentados com milho e trigo, de 48,37; 49,08 e 70,82; 83,85%, respectivamente. Valores para CDA da MS, desses alimentos mostraram-se abaixo dos encontrados no presente estudo e para a CDA da PB, esses valores foram próximos aos encontrados.

Couto et al. (2016), trabalhando com digestibilidade de cereais para *Sparus aurata*, relataram que os animais alimentados com a ração contendo farelo de trigo apresentaram melhores CDA da MS e PB (58,9 e 80,0%, respectivamente), quando comparados aos animais alimentados com milho (53,3 e 70,4%, respectivamente). Um resultado semelhante foi encontrado no presente estudo, onde os animais que receberam ração a base de trigo apresentaram melhores CDA, quando comparados aos peixes alimentados com a dieta referência, elaborada com milho como principal fonte de ingrediente energético.

Lewandowski et al. (2017), avaliando a digestibilidade aparente de ingredientes vegetais energéticos, com suplementação de fitase para *Rhamdia voulezi*, encontraram resultados semelhantes de CDA da MS para os animais alimentados com o arroz e farelo de trigo, suplementados ou não com fitase (84,71 e 96,58, para os animais suplementados com fitase, respectivamente; e 82,82 e 87,27%, para animais sem suplementação de fitase, respectivamente); para CDAs da PB, os animais alimentados com farelo de trigo se apresentaram melhores (93,62 e 95,02%, respectivamente); e para os CDA da energia, esses animais mostraram diferença quando da inclusão de fitase na dieta, sobretudo os alimentados com arroz, cuja digestibilidade foi superior (93,77%). Os autores explicam que este fato pode ser resultado do efeito da suplementação com fitase, que de forma indireta contribuiu para

melhor assimilação dos nutrientes. No presente estudo, os resultados para os animais alimentados com trigo e arroz apresentaram CDA da MS, PB e energia abaixo, quando comparados aos obtidos por Lewandowski et al. (2017), com as dietas sem a inclusão da fitase.

O milho é a principal fonte de energia em dietas para peixes, sendo que sua granulometria influencia o consumo e utilização pelos animais. A extrusão e/ou peletização asseguram a expansão do amido, melhorando seu aproveitamento pelos peixes (Logato, 2012; Fracalossi e Cyrino, 2016). Os menores CDA encontrados neste estudo, referentes aos animais alimentados com dieta contendo exclusivamente milho como fonte de energia, podem ser explicados pela ausência de processamento térmico das dietas experimentais.

As variedades utilizadas do sorgo são providas de tanino, fator anti-nutricional, do qual esses compostos podem se ligar as proteínas do alimento, diminuindo as ações das enzimas, influenciando diretamente na palatabilidade, levando a redução do consumo das rações (Logato, 2012). Esses fatores anti-nutricionais do sorgo, podem ter conferido baixa digestibilidade no presente estudo, devido a ausência de processamentos térmicos na elaboração das rações.

Ingredientes proteicos

Romero et al. (1994), comparando 27 amostras de farinha de peixe, encontraram variação de 84,5 a 97,0% na digestibilidade da proteína para truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). A qualidade das farinhas de peixe comercializadas apresenta grande variação em sua composição química, sendo levados em consideração alguns fatores, como as condições do processamento, armazenamento e abate dos animais utilizados para a fabricação da farinha de peixe (Aksnes et al., 1997).

Sampaio et al. (2001), trabalhando com digestibilidade de ingredientes protéicos para tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), obtiveram CDA da MS de 50,19 e 52,10%, para animais alimentados com farinha de peixe importada e nacional, respectivamente. Esses autores encontraram valores inferiores, comparados ao do presente estudo, ao analisarem os CDAs da PB os autores encontraram valores de 71,44% dos animais alimentados com a farinha de peixe nacional, e no presente estudo valor de CDA da PB de 76,86%, sendo valores aproximados.

As variações encontradas nos trabalhos dos autores citados a cima e do presente estudo, se devem ao fato das farinhas de peixe terem variações de acordo com o processamento dos peixes para a fabricação da farinha, época de fabricação da farinha de peixe, e até mesmo em relação das espécies utilizadas em cada trabalho.

Pezzato et al. (2002), trabalhando com diferentes ingredientes para tilápia nilótica, obtiveram índices para os CDAs da MS e da PB superiores, para os animais alimentados com farelo de soja, quando comparados aos animais alimentados com farinha de peixe. No presente estudo, os CDAs da MS e da PB não se mostraram diferentes entre farelo de soja e farinha de peixe nacional.

Koprucu e Ozdemir (2005) encontraram valores de digestibilidade da MS, PB e energia, do farelo de soja, de 90,7; 87,4 e 83,7%, respectivamente, valores maiores que os encontrados no presente trabalho.

Para os trabalhos discutidos acima, os CDAs do farelo de soja apresentaram melhores resultados quando comparados às farinhas de peixe, isso pode ter sido ao fato dos animais estudados serem onívoros, com tendências à herbivoria. As farinhas de peixe nacional apresentaram melhores resultados em relação à farinha de peixe importada. Contudo, Tran-Ngoc et al. (2016), estudando CDAs mediante a inclusão de dois níveis de farelo de soja para tilápia, constataram que níveis de farelo de soja acima de 50% na ração podem causar alterações significativas na morfologia intestinal e aumento na espessura das vilosidades, podendo culminar com uma inflamação no epitélio intestinal de peixes. Isso se dá em função da presença de fatores anti-nutricionais, como as saponinas, oligossacarídeos e anti-nutrientes solúveis em álcool.

CONCLUSÕES

Nas condições experimentais propostas, os kinguios apresentaram melhor aproveitamento da energia em dietas formuladas com arroz e amido. Dietas com inclusão de até 30% de farelo de soja são assimiladas mais eficientemente por kinguios, em comparação àquelas formuladas com farinha de peixe importada como fonte proteica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKSNES, A.; IZQUIERDO, M.S.; ROBAINA, L.. Influence of fish meal quality and feed pellet on growth, feed efficiency and muscle composition in gilthead seabream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, v.153, p.251-261, 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington, D.C.: p.1094, 1995.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; FEIDEN, A.; MEURER, F.; SIGNOR, A. A.. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da energia e nutrientes da farinha de resíduos. **Ciência Rural**, v.38, n.9, p.2579-2586, 2008.

BREMER NETO, H.; GRANER, C.A.F.; PEZZATO, L.E.; PADOVANI, C.R.. Determinação de rotina do crômio em fezes, como marcador biológico, pelo método espectrofotométrico ajustado da 1,5-difenilcarbazida. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.691-697, 2005.

CHO, C.Y.; SLINGER, S.J. Apparent digestibility measurement in feedstuff for rainbow trout. In: **Finfish Nutrition and Fishfood Technology**, vol.2, p.239–247, 1979.

COUTO, A.; PERES, H.; OLIVA-TELES, A.; ENES, P.. Screening of nutrient digestibility, glycaemic response and gut morphology alterations in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed whole cereal meals. **Aquaculture**, v.450, p.31–37, 2016.

ELSHEIKH, E.H.; NASR, E.S.; GAMAL, A.M.. Ultrastructure and distribution of the taste buds in the buccal cavity in relation to the food and feeding habit of a herbivorous fish: *Oreochromis niloticus*. **Tissue and Cell**, v.44, p.164–169, 2012.

FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.. NUTRIAQUA: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática/SC, 2013. 375p.

GOMINHO-ROSA, M.C.; RODRIGUES, A.P.O.; MATTIONI, B.; FRANCISCO, A.; MORAES, G.; FRACALOSSO, D.M.. Comparison between the omnivorous jundiá catfish (*Rhamdia quelen*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on the utilization of dietary starch sources: Digestibility, enzyme activity and starch microstructure. **Aquaculture**, v.435, p.92–99, 2015.

GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L.; DAVIS, D.A.; ROSSI JR, W.; PEREZ-VELAZQUEZ, M.. Evaluation of apparent digestibility coefficient of energy of various vegetable feed ingredients in Florida pompano, *Trachinotus carolinus*. **Aquaculture**, v.310, p.240–243, 2010.

HERTRAMPF, J.W.; PIEDAD-PASCUAL, F.. Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds. **Kluwer Academic Publishers**, p.573, 2000.

KOPRUCU, K. E OZDEMIR, Y.. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.250, p.308–316, 2005.

LEWANDOWSKI, V.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.; BITTENCOURT, F.; MORO, E.B.; PESSINI, J.E.; BOSCOLO, W.R.. Digestibility of vegetal energetic ingredients supplemented with phytase for silver catfish (*Rhamdia voulezi*). **Aquaculture**, v.467, p.71–75, 2017.

LOGATO, P.V.R.. Nutrição e alimentação de peixes de água doce. Viçosa: Aprenda fácil/MG, p.130, 2011.

MATTERSON, L.B.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W.; SINGSEN, E.P.. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report**, V.7, p.3-11, 1965.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington, D.C.: National Academy Press, p.360, 2011.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; PINTO, L.G.Q.; FURUYA, W.M.; BARROS, M.M.; ROSA, G.J.M.; LANNA, E.A.T.. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.

RICHARDSON M. J.; WHORISKEY F.G.; ROY L.H.. Turbidity generation and biological impacts of an exotic fish *Carassius auratus*, introduced into shallow seasonally anoxic ponds. **Journal of Fish Biology**, v.47, p.576-585, 1995.

ROMERO, J.J.; CASTRO, E.; DÍAZ, A.M.. Evaluation of methods to certify the “premium” quality of Chilean Fish Meals. **Aquaculture**, v.124, n.1-4, p.351-358, 1994.

SALLUM, W.B.; BERTECHINI, A.G.; CANTELMO, O.A.; PEZZATO, L.E.; LOGATO, P.R.V.. Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Matéria Seca, Proteína Bruta E Extrato Etéreo de Ingredientes de Ração para o Matrinchã (*Brycon Cephalus*, GÜNTHER 1869) (Teleostei, Characidae). **Ciência e agrotecnologia**, v.26, n.1, p.174-181, 2002.

SAMPAIO F.G.; HAMILTON HISANO, H.; YAMAKI, R.A.; KLEEMANN, G. K.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.. Digestibilidade aparente das farinhas de peixe nacional e importada e das farinhas de sangue tostada e *spray-dried*, pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.). **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.891-896, 2001.

SINHA, A.S.; KUMAR, V.; MAKKAR, H.P.S.; BOECK, G.; BECKER, K.. Non-starch polysaccharides and their role in fish nutrition – A review. **Food Chemistry**, v.127, p.1409-1426, 2011.

STONE, D.A.J. Dietary carbohydrate utilization by fish. **Reviews in Fisheries Sciences**, v.11, p.337-369, 2003.

TRAN-NGOC, K.T.; DINH, N.T.; NGUYEN, T.H.; ROEM, A.J.; SCHRAMA, J.W.; VERRETH, J.A.J.. Interaction between dissolved oxygen concentration and diet composition on growth, digestibility and intestinal health of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.462, p.101–108, 2016.

ZUANON, J.A.S.; HISANO, H.; FALCON, D.R.; SAMPAIO, F.G.; BARROS, M.M.; LUIZ PEZZATO, L.E.. Digestibilidade de alimentos protéicos e energéticos para fêmeas de beta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.987-991, 2007.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha do farelo de soja como ingrediente proteico em dietas para kinguios pode ser uma alternativa, em função dos resultados obtidos neste estudo e levando-se em consideração a maior padronização deste ingrediente, bem como seu menor valor de mercado, em relação à farinha de peixe. Entretanto, esta inclusão pode estar limitada a 50% da dieta, uma vez que carece de mais estudos sobre os efeitos desse ingrediente sobre a morfologia intestinal dos animais, no que diz respeito a processos inflamatórios.

A escolha de ingredientes e formulação de dietas para kinguio requer ainda estudos complementares para investigar a influência dos mesmos sobre o desempenho, absorção, alterações histológicas e hematológicas, a fim de otimizar a produção desta espécie em cativeiro.