

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

RAFAEL LUCAS DE OLIVEIRA SILVA

**DIGESTIBILIDADE DE DIFERENTES INGREDIENTES VEGETAIS E
DE ORIGEM ANIMAL PARA RÃ-TOURO (*Lithobates
catesbeianus*) PÓS-METAMÓRFICA EM QUATRO CLASSES DE
PESO**

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2021**

RAFAEL LUCAS DE OLIVEIRA SILVA

DIGESTIBILIDADE DE DIFERENTES INGREDIENTES VEGETAIS E DE ORIGEM ANIMAL PARA RÃ-TOURO (*Lithobates catesbeianus*) PÓS-METAMÓRFICA EM QUATRO CLASSES DE PESO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Oswaldo Pinto Ribeiro Filho

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

S586d
2021
Silva, Rafael Lucas de Oliveira, 1994-
Digestibilidade de diferentes ingredientes vegetais e de
origem animal para a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*)
pós-metamórfica em quatro classes de peso / Rafael Lucas de
Oliveira Silva. – Viçosa, MG, 2021.

1 dissertação eletrônica (83 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Oswaldo Pinto Ribeiro Filho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Biologia Animal, 2021.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2021.230>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Rã touro - Alimentação e rações. 2. Digestibilidade.
3. Milho como ração. 4. Farelo de soja como ração. 5. Farelo de
sorgo como ração. 6. Farelo de arroz como ração. 7. Farelo de
aveia como ração. 8. Farinha de peixe como ração. 9. Farinha de
carne e ossos como ração. I. Filho, Oswaldo Pinto Ribeiro,
1960-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Biologia Animal. Programa de Pós-Graduação em Biologia
Animal. III. Título.

CDD 22. ed. 597.892

Bibliotecário(a) responsável: Alice Regina Pinto CRB6 2523


RAFAEL LUCAS DE OLIVEIRA SILVA

DIGESTIBILIDADE DE DIFERENTES INGREDIENTES VEGETAIS E DE ORIGEM ANIMAL PARA RÃ-TOURO (*Lithobates catesbeianus*) PÓS-METAMÓRFICA EM QUATRO CLASSES DE PESO


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 22 de julho de 2021.

Assentimento:



Rafael Lucas de Oliveira Silva
Autor



Oswaldo Pinto Ribeiro Filho
Orientador

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, Daniela Freitas, meu padrasto, Gilmar Medina, e meus avós, Maria de Lourdes Freitas e José Lopes de Freitas, que sempre me motivaram e deram base para meus estudos.

A minha irmã, Bruna Silva, meu apoio emocional.

Ao meu tio, Mauricio Leite, por ter aberto a próxima porta.

Ao Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar esta importante etapa de minha formação acadêmica e vida profissional.

A CAPES. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Oswaldo Ribeiro, pela gentil carta de aceite, conselhos, orientação e por me permitir realizar todos os meus trabalhos em seu setor.

Ao professor Edenio Detmann, por me ensinar tudo o que sei sobre bromatologia e análise de alimentos. Além de me permitir realizar as análises de um número quase incontável de amostras em seu laboratório.

Aos professores Paulo Roberto Cecon e Sebastião Martins Filho, pela gentileza, orientação estatística e longo debate sobre a estatística experimental e suas armadilhas.

Aos funcionários do Ranário Experimental, Everaldo Gregório e Álvaro Ferreira, pelo espírito solícito frente a todas as adversidades. Obrigado pelo trabalho firme e conselhos que tanto salvaram meus esforços e abriram meus olhos. Elucidaram dúvidas, me fizeram companhia e economizaram meu tempo.

Ao fiel estagiário e bom amigo, Fernando Mazzioli. Me acompanhou, quase que incessantemente, durante todo o mestrado. Ele, portanto, é testemunha de uma das etapas mais produtivas de minha vida.

Aos demais estagiários que contribuíram de forma excepcional para a execução dessa dissertação.

BIOGRAFIA

Rafael Lucas de Oliveira Silva, filho de Daniela de Oliveira Freitas e José Arlindo da Silva, nasceu em 9 de agosto de 1994 em Viçosa, Minas Gerais.

Em janeiro de 2019, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Em março de 2019, iniciou o Mestrado em Biologia Animal na Universidade Federal de Viçosa, na área de Fisiologia Animal. Submetendo-se a defesa de dissertação em julho de 2021.



Igor Stravinsky, 1947

RESUMO

SILVA, Rafael Lucas de Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2021. **Digestibilidade de diferentes ingredientes vegetais e de origem animal para rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) pós-metamórfica em quatro classes de peso.** Orientador: Oswaldo Pinto Ribeiro Filho.

A ranicultura, como atividade produtiva sustentável, necessita do desenvolvimento de dietas que atendem as necessidades nutricionais da rã-touro, sendo economicamente viáveis e que permitam o máximo aproveitamento dos nutrientes contidos na dieta. Desta forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de definir as digestibilidades de ingredientes vegetais e de origem animal para rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) pós-metamórfica em quatro classes de peso. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 8x4, avaliando oito ingredientes (fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de sorgo, farelo de arroz, farelo de aveia, farinha de peixe e farinha de carne e ossos) em quatro classes de peso (40g, 80g, 160g e 220g), com seis repetições e seis animais por unidade experimental. Foram utilizadas 1440 rãs-touro, divididas em quatro classes de peso, 40 ± 10 g, 80 ± 10 g, 160 ± 10 g e 220 ± 10 g. Após jejum de 96 horas, as rãs-touro foram submetidas à alimentação induzida com 5% do peso vivo do animal, através da metodologia da indução ao consumo e utilizando um dos alimentos testados, quais sejam, fubá de milho, farelo de soja, farelo de sorgo, farelo de trigo, farelo de arroz, farelo de aveia, farinha de peixe e farinha de carne e ossos. Para cada tratamento (ingrediente x classe), os animais alimentados foram distribuídos em 6 caixas de polietileno de 12 litros de volume útil com 500mL de água. O experimento foi realizado dentro de sala climatizada com controle de temperatura ajustado para 27,0°C constante e fotoperíodo de 12 horas de luz e 12 horas de escuro. Os animais permaneceram nas unidades experimentais até a total passagem do alimento pelo trato gastrointestinal. As amostras foram coletadas, armazenadas em freezer -20,0C° e os animais descartados. Em laboratório, as amostras foram liofilizadas e analisadas quando a composição em matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e carboidratos não fibrosos, e determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos nutrientes na rã-touro nas classes de peso de 40g, 80g, 160g e 220g. Os dados foram comparados estatisticamente por análise de variância com F a 1%, e detectando-se diferença, as médias foram comparadas com teste de Tukey com nível

de significancia de 5%. A digestibilidade da matéria seca da farinha de peixe na classe de 40g é reduzida, aumenta na classe de 80g e se mantém estável nas classes de 160g e 220g. A digestibilidade da proteína bruta da farinha de peixe é reduzida na classe de 40g em comparação com a 80g, 160g e 220g. A farinha de carne e ossos apresentou coeficiente de digestibilidade da proteína bruta de 84,37% na classe de 40g, superior ao encontrado para as classes de 80g (70,15%), 160g (57,13%) e 220g (51,96%). Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta de todos os ingredientes vegetais foram reduzidos nos animais da classe de 40g e estatisticamente diferente dos coeficientes das classes de 80g, 160g e 220g. A análise de extrato etéreo identificou a tendência de menor digestibilidade em todos os ingredientes vegetais para os animais de 40g, aumento da digestibilidade nos animais da classe de 80g e mantendo-se estatisticamente semelhante nas classes de 160g e 220g. O coeficiente de digestibilidade do extrato éter da farinha de peixe na classe de 40g foi de 55,63%, em 80g, 82,01%, em 160g, 87,77%, e em 220g, 67,47%. Os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo da farinha de carne e ossos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre nenhuma das classes avaliadas, variando de 71,28% a 89,03%. O farelo de arroz e o farelo de aveia são as fontes de carboidratos não fibrosos de melhor digestibilidade para a rã-touro em qualquer das classes avaliadas. As digestibilidades da matéria mineral e dos carboidratos não fibrosos da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos, são estáveis entre as classes de peso. Conclui-se que os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos ingredientes fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de sorgo, farelo de arroz, farinha de peixe, farelo de aveia e farinha de carne e ossos, mudam, principalmente, entre a fase de 40g e as fases subsequentes de 80g, 160g e 220g. A mudança se caracteriza pelo aumento da digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral. Há estabilidade na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos entre as classes. Os ingredientes vegetais e de origem animal avaliados são boas fontes de nutrientes para a rã-touro, e a digestibilidade dos nutrientes muda conforma a classe de peso do animal.

Palavras-chave: Rã-touro. Digestibilidade. Ingredientes. Nutrição. Dieta.

ABSTRACT

SILVA, Rafael Lucas de Oliveira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2021. **Digestibility of different plant and animal ingredients for post-metamorphic bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in four weight classes.** Advisor: Oswaldo Pinto Ribeiro Filho.

Frog farming, as a sustainable productive activity, requires the development of diets that meet the nutritional needs of the bullfrog, being economically viable and allowing the maximum use of the nutrients contained in the diet. Thus, the present work was carried out with the objective of defining the digestibility's of vegetable and animal ingredients for post-metamorphic bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in four weight classes. A completely randomized design in an 8x4 factorial scheme was used, evaluating eight ingredients (corn meal, soybean meal, wheat bran, sorghum bran, rice bran, oat bran, fish meal and meat and bone meal) in four weight classes (40g, 80g, 160g and 220g), with six repetitions and six animals per experimental unit. 1440 bullfrogs were used, divided into four weight classes, $40\pm 10g$, $80\pm 10g$, $160\pm 10g$ and $220\pm 10g$. After fasting for 96 hours, the bullfrogs were submitted to induced feeding with 5% of the animal's live weight, through the methodology of induction of consumption and using one of the tested foods, namely, corn meal, soybean meal, bran of sorghum, wheat bran, rice bran, oat bran, fish meal and meat and bone meal. For each class, the fed animals were distributed in 48 polyethylene boxes of 12 liters of useful volume with 500mL of water. The experiment was carried out inside an acclimatized room with temperature control adjusted to constant 27.0°C and a photoperiod of 12 hours of light and 12 hours of darkness. The animals remained in the experimental units until the complete passage of food through the gastrointestinal tract. The samples were collected, stored in a freezer at -20.0C° and the animals were discarded. In the laboratory, the samples were lyophilized and analyzed for the composition of dry matter, crude protein, ether extract, mineral matter and non-fibrous carbohydrates, and the true digestibility coefficients of nutrients in the bullfrog were determined in the 40g, 80g weight classes, 160g and 220g. Data were statistically compared by analysis of variance with 1% F, and detecting differences, the means were compared with Tukey test with a significance level of 5%. The dry matter digestibility of fishmeal in the 40g class is reduced, increases in the 80g class and remains stable in the 160g and 220g classes. The digestibility of crude protein from

fishmeal is reduced in the 40g class compared to 80g, 160g and 220g. Meat and bone meal presented a crude protein digestibility coefficient of 84.37% in the 40g class, higher than that found for the 80g (70.15%), 160g (57.13%) and 220g (51.96%). The crude protein digestibility coefficients of all vegetable ingredients were reduced in animals of the 40g class and statistically different from the coefficients of the 80g, 160g and 220g classes. The analysis of ether extract identified a trend of lower digestibility in all plant ingredients for animals weighing 40g, increased digestibility in animals of the 80g class and remaining statistically similar in the 160g and 220g classes. The digestibility coefficient of the ether extract of fishmeal in the 40g class was 55.63%, in 80g, 82.01%, in 160g, 87.77%, and in 220g, 67.47%. The digestibility coefficients of the ether extract of meat and bone meal did not show statistically significant differences between any of the evaluated classes, ranging from 71.28% to 89.03%. Fish meal and meat and bone meal are good sources of crude protein and ether extract for bullfrogs, being reduced in the 40g class and higher in the 80g, 160g and 220g classes. Rice bran and oat bran are the sources of non-fibrous carbohydrates with better digestibility for bullfrogs in any of the evaluated classes. The digestibility of mineral matter and non-fibrous carbohydrates in fishmeal and meat-and-bone meal is stable between weight classes. It is concluded that the true digestibility coefficients of the ingredients of vegetable origin corn meal, soybean bran, wheat bran, sorghum bran, rice bran and oat bran change mainly between the 40g phase and the phases batches of 80g, 160g and 220g. The change is characterized by increased digestibility of dry matter, crude protein, ether extract and mineral matter and stability in the digestibility of non-fibrous carbohydrates. The evaluated plant and animal ingredients are good sources of nutrients for the bullfrog, and the digestibility of nutrients changes depending on the animal's weight class.

Keywords: Bullfrog. Digestibility. Ingredients. Nutrition. Diet.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	13
1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Exigências nutricionais	16
2.2 Valor nutritivo dos alimentos	17
2.3 Inclusão e suplementação	18
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
CAPÍTULO II	24
DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES VEGETAIS PARA RÃ-TOURO (<i>Lithobates catesbeianus</i>) PÓS-METAMÓRFICA EM QUATRO CLASSES DE PESO	24
1. INTRODUÇÃO	28
2. MATERIAL E MÉTODOS	29
2.1 Material biológico, instalações, manejo e manutenção dos animais .29	
2.2 Metodologia de indução ao consumo	31
2.3 Alojamento dos animais e controle das condições experimentais 31	
2.4 Coleta das fezes	32
2.5 Análises laboratoriais e cálculo da digestibilidade	33
2.6 Análises estatísticas	34
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
3.2 Proteína Bruta	37
3.3 Extrato Etéreo	40
3.4 Matéria Mineral	42
3.5 Carboidratos Não Fibrosos	44
4. CONCLUSÕES	46

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
CAPÍTULO III	54
DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES DE ORIGEM ANIMAL PARA RÃ-TOURO (<i>Lithobates catesbeianus</i>) PÓS-METAMÓRFICA EM QUATRO CLASSES DE PESO	54
1. INTRODUÇÃO.....	58
2. MATERIAL E MÉTODOS	59
2.1 Material biológico, instalações, manejo e manutenção dos animais.	59
2.2 Metodologia de indução ao consumo.....	61
2.3 Alojamento dos animais e controle das condições experimentais	62
2.4 Coleta das fezes	63
2.5 Análises laboratoriais e cálculo da digestibilidade	63
2.6 Análises estatísticas.....	64
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
3.1 Matéria Seca.....	65
3.2 Proteína Bruta.....	67
3.3 Extrato Etéreo.....	70
3.4 Matéria Mineral	72
3.5 Carboidratos Não Fibrosos.....	73
4. CONCLUSÕES	74
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
APÊNDICES.....	79
Apêndice 1: Resumo das análises de variância (ANOVA) da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e carboidratos não fibrosos, contidos nos ingredientes vegetais, para a rã-touro (<i>Lithobates catesbeianus</i>) pós-metamórfica em quatro classes de peso, e seus respectivos coeficientes de variação	80

Apêndice 2: Resumo das análises de variância (ANOVA) da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e carboidratos não fibrosos, contidos nos ingredientes de origem animal, para a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) pós-metamórfica em quatro classes de peso, e seus respectivos coeficientes de variação82

CAPÍTULO I

**INTRODUÇÃO
REVISÃO DE LITERATURA**

1. INTRODUÇÃO

A ranicultura, como atividade zootécnica sustentável, foi implantada no Brasil na década de 30. Apresentou crescimento acelerado no final do século passado, sendo impulsionada, principalmente, pelas evoluções tecnológicas e o gradativo aperfeiçoamento das instalações e das técnicas de manejo adotadas pelos ranicultores e demais empresários que ingressaram no ramo (Cunha, 2009; Cribb et al., 2013).

A FAO (2020), na publicação do *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*, estimou a produção mundial de carne de *Rana spp* em 170,3 mil toneladas. Sendo o Brasil, em 2016, o quarto maior produtor de rãs em sistema de cultivo intensivo, atrás da China, Malásia e Singapura.

A produção de rã-touro em sistema intensivo exige uma alimentação adequada aos animais. A dieta deve atender as exigências nutricionais das rãs, permitindo o correto desenvolvimento corporal e conformação da carcaça, o produto direto da ranicultura.

Diversos autores se dedicaram ao estudo dos hábitos alimentares da rã-touro, relatando a ocorrência de presas relativamente incomuns para um anfíbio anuro, tais como toupeiras, roedores, morcegos, aves, serpentes, lagartos, quelônios, crocodilianos jovens, salamandras e peixes (Silva, 2016). Mas, em geral, a dieta dos indivíduos jovens pós-metamórficos, em ambiente natural, constitui-se principalmente de insetos, enquanto os adultos são conhecidos por incluírem, também, vertebrados e outros anfíbios no hábito alimentar (Korschgen et al., 1955; Camargo Filho, 2009).

No sistema produtivo, a ausência de ração específica para a rã-touro pós-metamórfica resulta no uso da ração comercial própria para peixes carnívoros (40 a 44g/100g de proteína bruta) pelo ranicultor. As formulações utilizadas na ração para peixes carnívoros, geralmente, não são ideais uma vez que consideram características nutricionais e fisiológicas de organismos muito diferentes da rã-touro.

Seixas Filho et al.(2013), ao estudarem a histopatologia de rãs-touro alimentadas com rações comerciais, demonstraram que essas são inapropriadas à fisiologia animal, contendo proteína de baixo valor biológico, causando lesões no fígado, coração, rins e intestino. Pereira et al. (2015) indicaram que a dieta comercial possui baixa eficiência proteica (36,76%) e alta eficiência lipídica (140,9%) para a rã-

touro. Junior et al. (2018), ao avaliarem diferentes dietas formuladas e comerciais para a rã-touro, obtiveram resultados inconclusivos.

A alimentação balanceada é importante para que o animal leve uma vida saudável e apresente o máximo de seu potencial produtivo. Uma dieta mal equilibrada pode ocasionar doenças devido à carência ou ao excesso de nutrientes. A exemplo, níveis elevados de gordura que acarretando no sobrepeso, excesso de sal sobrecarregando a função renal, ou de carboidratos e proteínas que comprometem a eficiência energética e a composição da carcaça.

Dietas que não atendem ao requerimento nutricional pode remodelar o comportamento, a imunidade e toda série de respostas fisiológicas (Pessier et al., 2017).

Diante desses problemas, é fato que, além do perfil bromatológico do alimento, a digestibilidade de seus componentes também é importante para definir o valor nutritivo do alimento para o animal. O conhecimento do valor nutricional dos ingredientes é indispensável para compor uma dieta balanceada, econômica e que atenda às exigências nutricionais das rãs. Entretanto, são poucas as informações relacionadas à digestibilidade, sendo este um fator determinante para a eficácia da dieta no desenvolvimento do animal.

As rações comerciais utilizadas na alimentação de animais de produção são compostas, principalmente, por farelos de grãos e farinhas coprodutos da indústria de processamento da carne. A exemplo, o milho, soja, trigo, sorgo, peixe e carne, são os ingredientes mais comuns nas dietas formuladas para aves, suínos e peixes, e serão a base de dietas formuladas especificamente para a rã-touro.

Assim, a avaliação da digestibilidade dos nutrientes contidos nos principais ingredientes utilizados em rações, como o fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de sorgo, farelo de arroz, farelo de aveia, farinha de peixe e a farinha de carne e ossos, é indispensável para o bom desempenho zootécnico e para a redução de custos na ranicultura, sendo este o objetivo com que deste trabalho foi realizado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Exigências nutricionais

A energia é um fator nutricional de destaque na nutrição de animais monogástricos, uma vez que, é o principal regulador do consumo. Alguns estudos buscaram definir os níveis ótimos de energia para a rã-touro pós-metamórfica, e Castro et al. (2008) trabalhando com animais de até 100g de peso, concluíram que, de 2600 a 2700Kcal/Kg de energia metabolizável, satisfazem-se as exigências de energia da rã-touro.

Como o principal produto da ranicultura é a carne de rã, atender as exigências de proteína na dieta é de vital importância para o adequado desenvolvimento da carcaça do animal e, portanto, obter um produto final de qualidade. Sabendo que a rã-touro é carnívora na fase adulta, e que animais carnívoros exigem maiores teores de proteína na alimentação, diversos estudos buscaram definir a exigência de proteína e chegaram a resultados que indicam exigência entre 400 e 450g/Kg de proteína na dieta. Olvera-Novoa et al. (2007) encontraram um nível ótimo de 392,1g/Kg de proteína bruta para juvenis. Rodrigues et al. (2007) concluíram que, até 112 dias de vida, um bom desempenho zootécnico é alcançado com 2850kcal/kg e 480g/Kg de proteína bruta e, de 126 a 294 dias, o indicado é de 3050 kcal/kg e 440g/Kg de proteína bruta na dieta. O trabalho realizado por Huang et al. (2014) concluiu que dieta contendo 400g/kg de proteína bruta, 70g/kg de lipídios e relação proteína/energia de 27.7mg proteína/kJ é o ponto ótimo para a rã-touro.

Zhang et al. (2016 a), buscando definir o requerimento de metionina da rã-touro, relataram valores de 15,3g/Kg de metionina; 2,6g/Kg de cistina e 17,9g/Kg de aminoácidos sulfurosos na dieta.

Mansano et al. (2020), ao determinar a lisina digestível e a estimativa das exigências em aminoácidos essenciais para as juvenis de rã-touro a partir de 51g, concluíram que as exigências são de 27,1g/Kg para lisina; 21,6g/Kg para arginina; 9,4g/Kg para histidina; 13,4g/Kg para isoleucina; 23,9g/Kg para leucina; 7,9g/Kg para metionina; 13,1g/Kg para a fenilalanina; 13,4g/Kg para treonina; 2,3g/Kg de triptofano; 15,8g/Kg para valina; 3,6g/Kg para cistina e de 10,7g/Kg para a tirosina.

2.2 Valor nutritivo dos alimentos

Os trabalhos de Castro (1996), Mouriño et al. (2006) e de Stéfani et al. (2015) deram importante contribuição para a determinação do valor nutritivos de alimentos para a rã-touro, avaliando metodologias de indução ao consumo e para a coleta das fezes.

Um dos primeiros trabalhos a avaliarem o valor nutritivo de alimentos para a rã-touro, Braga et al. (1998), determinaram que, para juvenis de até 25g, a energia digestível do fubá de milho é 2462Kcal/Kg; amido de milho, 2346Kcal/Kg e, para a farinha de larvas de *Musca domestica*, é de 3098Kcal/Kg de energia digestível. Enquanto que, para os animais adultos com 134g de peso, os valores tornam-se: fubá de milho, 2686Kcal/Kg; amido de milho, 2246Kcal/Kg; farinha de peixe, 2352Kcal/Kg; farinha de larvas de *Musca domestica*, 3498 Kcal/Kg e óleo soja, 7468Kcal/Kg de energia digestível.

Rodrigues et al. (2004) determinaram que a energia metabolizável da farinha de vísceras para a rã-touro é de 4516Kcal/Kg; farinha de sangue, 4564Kcal/Kg; farinha de carne e ossos, 2706Kcal/Kg; amido de mandioca, 3436Kcal/Kg; farinha de cefalotórax de camarão, 3247Kcal/Kg e farinha de aparas de couro bovino, 2552Kcal/Kg de energia metabolizável.

Castro et al. (2001) determinaram a digestibilidade da matéria seca e a energia metabolizável aparente em imagos do fubá de milho como sendo, respectivamente, 59,82% e 2462Kcal/Kg; amido de milho, 61,01% e 2346Kcal/Kg e a larva de mosca, 53,83% e 3098Kcal/Kg de energia metabolizável aparente. O mesmo autor determinou para adultos a digestibilidade da matéria seca e a energia metabolizável verdadeira como sendo, nessa ordem, para o fubá de milho, 62,97% e 2686Kcal/Kg; amido de milho, 60,06% e 2246Kcal/Kg; farinha de peixe, 34,97% e 2352Kcal/Kg; larva de mosca, 56,99% e 3498Kcal/Kg e o óleo de soja, 7468Kcal/Kg de energia metabolizável verdadeira.

Mansano et al. (2020) demonstraram que, nas fases inicial, crescimento e terminação, os aminoácidos de ingredientes proteicos vegetais, como concentrado proteico de soja, glúten de milho e farelo soja, são bem digeridos pela rã-touro. E os ingredientes energéticos de origem vegetal, como o fubá de milho e o farelo de trigo, apresentam baixa digestibilidade para a maioria dos aminoácidos essenciais. Além

disso, a farinha de sangue “*spray dried*”, a farinha de penas, a farinha de vísceras de frango, a farinha de resíduos de tilápia, a farinha de resíduos de sardinha, a farinha de resíduos de salmão, a farinha de carne e ossos e o concentrado de hemácias são bem digeridos pelas rãs-touro.

Zhang et al. (2015) mostraram que farinha de carne e ossos suína, farinha de penas, farelo de soja e farelo de amendoim são excelentes fontes de nutrientes para a rã-touro.

Mansano et al. (2017)concluíram que a fases de desenvolvimento das rãs-touro influenciaram a digestibilidade dos nutrientes e energia, corroborando com os achados de Braga et al. (2004),Braga et al. (2005) e Braga et al. (2006), que indicaram que a atividade das enzimas lipase, tripsina e amilase, no intestino da rã-touro pós-metamórfica, muda de acordo com a fase do animal, alterando a capacidade de digerir determinados nutrientes. Importante mencionar que estas enzimas são mais ativas em animais mais jovens e estabilizam-se com a idade mais avançada.

Zhang et al. (2016 b), buscando estudar os efeitos de diferentes fontes lipídicas na dieta, chegaram à conclusão de que a substituição do óleo de peixe pelo óleo de soja ou óleo de palma não causa danos ao animal ou altera a composição de carcaça. Nesse caso, o perfil lipídico do corpo gorduroso é que se altera de acordo com a dieta.

2.3 Inclusão e suplementação

A inclusão de probióticos na dieta também já foi estudada e apresentou resultados positivos. Freitas et al. (2018) mostraram que a inclusão de betaglucana de *Agaricus blazei* reduz danos hepáticos causados pela alta densidade. Dias et al. (2010) concluíram que *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Enterococcus faecium* *Bacillus subtilis* possuem efeito imunoestimulante para a rã-touro. Zeng et al. (2018) encontraram que a suplementação com 0,4g/Kg de ácido guanidinoacético, na dieta, aumenta o ganho de peso, a capacidade antioxidante e o metabolismo energético muscular.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, L. G. T.; DE ALMEIDA OLIVEIRA, M. G.; LIMA, W. C. e EUCLYDES, R. F. Atividade enzimática da lipase em rã-touro na fase pós-metamórfica. *Scientia Agrícola* 63(5): 439-443, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162006000500004>.

BRAGA, L. G. T.; LIMA, S. L.; DONZELE, J. L. e CASTRO, J. C. Valor nutritivo de alguns alimentos para rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) na fase de recria. *Revista Brasileira de Zootecnia* 27(2): 203-209, 1998.

BRAGA, L. G. T.; OLIVEIRA, M. G. D. A.; LIMA, W. C. e EUCLYDES, R. F. Atividade da amilase em rã-touro durante a fase pós-metamórfica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40(10): 947-951, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005001000001>.

BRAGA, L. G. T.; OLIVEIRA, M. G. D. A.; LIMA, W. C. e EUCLYDES, R. F. Atividade da tripsina em rã-touro na fase pós-metamórfica. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33(4): 821-827, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000400001>.

CAMARGO FILHO, C. B. Características alimentares e potencial impactante da rã-touro *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802). Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal de Viçosa, 2009.

CASTRO, J. C. Estrutura funcional do tubo digestivo e adaptação de uma metodologia para determinar os valores de energia metabolizável de alimentos para rã touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, 1996.

CASTRO, J. C.; BARBOZA, W. A.; SILVA, K. K. P. e PIRES, S. C. Níveis de energia metabolizável para rações de rã-touro. *Boletim do Instituto de Pesca* 34(4): 519-525, 2008.

CASTRO, J. C.; SILVA, D. A. V. D.; SANTOS, R. B.; MODENESI, V. F. e ALMEIDA, E. F. D. Valor nutritivo de alguns alimentos para rãs. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30(3): 605-610, 2001.

CRIBB, A. Y.; AFONSO, A. M. e MOSTÉRIO, C. M. F. Manual técnico de ranicultura. EMBRAPA, 73pg, 2013.

CUNHA, E. R. D. R. L. INTRODUÇÃO DA RÃ-TOURO, *Lithobates catesbeianus* (SHAW, 1802): UMA REVISÃO. *SaBios: Revisão Saúde e Biologia* 4(2): 34-46, 2009.

DIAS, D. D. C.; DE STÉFANI, M. V.; FERREIRA, C. M.; FRANÇA, F. M.; RANZANI-PAIVA, M. J. T. e SANTOS, A. A. Haematologic and immunologic parameters of bullfrogs, *Lithobates catesbeianus*, fed probiotics. *Aquaculture Research* 41(7): 1064-1071, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02390.x>.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action. Food and Aquaculture Organization of United Nations (FAO-ONU), 2020. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>

FREITAS, J. J. G.; BACH, E. E.; DA COSTA BORDON, I. C. A.; HIPOLITO, M. e FERREIRA, C. M. Resposta hepática à suplementação alimentar em rãs-touro sob condição de estresse. *Boletim do Instituto de Pesca* 40(2): 261-269, 2018.

HUANG, K.; ZHANG, C.; WANG, L.; SONG, K. e HUANG, F. Effects of dietary protein and lipid levels on growth of bullfrog (*Rana catesbeiana*). *Journal of Fisheries of China* 38(6): 877-887, 2014.

JUNIOR, J. F.; DE STÉFANI, M. V. e MARTINS, M. L. Parâmetros hematológicos de rã-touro, *Rana catesbeiana*, alimentada com diferentes rações comerciais. *Boletim do Instituto de Pesca* 32(2): 173-181, 2018. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v27i3.1214>.

KORSCHGEN, L. J. e MOYLE, D. L. Food habits of the bullfrog in central Missouri farm ponds. *American Midland Naturalist*: 332-341, 1955. <https://doi.org/10.2307/2422571>.

MANSANO, C. F. M.; MACENTE, B. I.; DO NASCIMENTO, T. M. T.; PEREIRA, M. M.; KHAN, K. U.; DA SILVA, E. P.; TAKAHASHI, L. S. e DE STÉFANI, M. V. Amino acid digestibility of protein and energy ingredients of plant origin in bullfrog (*Lithobates catesbeianus*). *Aquaculture Reports* 18: 100413, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.10.0413>.

MANSANO, C. F. M.; MACENTE, B. I.; NASCIMENTO, T. M. T.; PINTO, D. F. H.; PEREIRA, M. M. e DE STÉFANI, M. V. Digestibility of nutrients and energy in ingredients for bullfrogs during different phases of development. *Aquaculture Nutrition* 23(6): 1368-1378, 2017. <https://doi.org/10.1111/anu.12512>.

MOURIÑO, J. L. P. e STÉFANI, M. V. D. Métodos de coleta de fezes para determinação da digestibilidade proteica em rã-touro (*Rana catesbeiana*). *Ciência Rural* 36(3): 954-958, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000300035>.

OLVERA-NOVOA, M. A.; ONTIVEROS-ESCUZIA, V. M. e FLORES-NAVA, A. Optimum protein level for growth in juvenile bullfrog (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). *Aquaculture* 266(1-4): 191-199, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.02.013>.

PEREIRA, M. M.; MANSANO, C. F. M.; PERUZZI, N. J. e DE STEFANI, M. V. Nutrient deposition in bullfrogs during the fattening phase. *Boletim do Instituto de Pesca* 41(2): 305-318, 2015.

PESSIER, A. P. e MENDELSON, J. R. A Manual for Control of Infectious Diseases in Amphibian Survival Assurance Colonies and Reintroduction Programs. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, 284pg, 2017.

RODRIGUES, M.; MOURA, O. e LIMA, S. Determination of the metabolizable energy of some feed for bullfrog (*Rana catesbeiana*). Boletim do Instituto de Pesca 30: 147-154, 2004.

RODRIGUES, M. L.; LIMA, S. L.; DE MOURA, O. M.; AGOSTINHO, C. A.; DA SILVA, J. H. V.; DA CRUZ, G. R. B.; CAMPOS, V. M.; CASALI, A. P.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A. e MENDES, R. R. B. Efeito dos níveis de proteína e relação energia/proteína sobre o desempenho da rã-touro. Archivos de Zootecnia 56(216): 939-942, 2007.

SEIXAS FILHO, J. T. D.; HIPÓLITO, M.; PEREIRA, M. M.; RODRIGUES, E. e MELLO, S. C. R. P. Liver histopathological changes in breeding bullfrogs. Acta Scientiarum, Biological Sciences 35(4): 461-465, 2013. <http://doi.org/10.4025/actascibiols.v35i4.15981>

SILVA, E. T. A Rã-Touro Norte-Americana (*Lithobates catesbeianus*), uma espécie invasora no Brasil. Revista de Ciências 7(1), 2016.

STÉFANI, M. V. D.; PEREIRA, M. M.; RECHE, M. R. e MANSANO, C. F. M. Fecal collection methods for the determination of protein digestibility in bullfrogs. Ciência Rural 45: 1492-1495, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141369>.

ZENG, Q. H.; RAHIMNEJAD, S.; WANG, L.; SONG, K.; LU, K. e ZHANG, C. X. Effects of guanidinoacetic acid supplementation in all-plant protein diets on growth, antioxidant capacity and muscle energy metabolism of bullfrog *Rana (Lithobates) catesbeiana*. Aquaculture Research 49(2): 748-756, 2018. <https://doi.org/10.1111/are.13505>.

ZHANG, C.-X.; FENG, W.; WANG, L.; SONG, K. e LI, P. Optimal dietary methionine requirement of bullfrog *Rana (Lithobates) catesbeiana*. Aquaculture 464: 576-581, 2016 a. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.08.011>.

ZHANG, C.-X.; HUANG, K.-K.; LE LU, K.; WANG, L.; SONG, K.; ZHANG, L. e LI, P. Effects of different lipid sources on growth performance, body composition and lipid

metabolism of bullfrog *Lithobates catesbeiana*. *Aquaculture* 457: 104-108, 2016 b. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.02.023>.

ZHANG, C.-X.; HUANG, K.-K.; WANG, L.; SONG, K.; ZHANG, L. e LI, P. Apparent digestibility coefficients and amino acid availability of common protein ingredients in the diets of bullfrog, *Rana (Lithobates) catesbeiana*. *Aquaculture* 437: 38-45, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.11.015>.

CAPÍTULO II

DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES VEGETAIS PARA RÃ-TOURO (*Lithobates catesbeianus*) PÓS-METAMÓRFICA EM QUATRO CLASSES DE PESO

*Este capítulo foi escrito seguindo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia,
vigentes em julho de 2021 e disponíveis em: [https://www.rbz.org.br/instructions-
authors/](https://www.rbz.org.br/instructions-authors/)*

DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES VEGETAIS PARA RÃ-TOURO (*Lithobates catesbeianus*) PÓS-METAMÓRFICA EM QUATRO CLASSES DE PESO

Resumo: Ingredientes de origem vegetal são parte comum na formulação de dietas, mesmo que para animais carnívoros estritos como a rã-touro. Estes ingredientes, geralmente utilizados como fonte de carboidratos, no caso da soja como fonte de proteína, também contribuem com lipídios e minerais a formulação. Este trabalho foi realizado com o objetivo de definir a digestibilidade de diferentes ingredientes vegetais para a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) pós-metamórfica em quatro classes de peso. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x4, avaliando seis ingredientes (fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de sorgo, farelo de arroz e farelo de aveia) em quatro classes de peso (40g, 80g, 160g e 220g), com seis repetições por tratamento e seis animais por unidade experimental. Foram utilizadas 1008 rãs-touro, divididas em quatro classes de peso, 40±10g, 80±10g, 160±10g e 220±10g de peso médio. Após jejum de 96 horas, os animais foram individualmente pesados e submetidos à alimentação induzida com um ingrediente a este designado na proporção de 5% do peso vivo do animal. Para cada tratamento, os animais foram distribuídos em 6 caixas plásticas de 12 litros de volume útil com 500mL de água, em sala climatizada com 27°C e fotoperíodo de 12 horas de luz. O farelo de arroz é o ingrediente com menor digestibilidade da matéria seca. As médias dos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta dos ingredientes fubá de milho, farelo de soja, farelo de sorgo, farelo de trigo, farelo de arroz e farelo de aveia, foram, respectivamente, 49,90%, 94,34%, 65,00%, 53,36%, 52,06% e 68,98%. Todos os ingredientes apresentaram médias dos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo variando de 73,15% a 88,83%. O ingrediente de maior média dos coeficientes de digestibilidade da matéria mineral foram o farelo de soja (65,19%) e o menor, o farelo de sorgo (33,79%). O farelo de soja é fonte de proteína bruta de alta digestibilidade para a rã-touro. O farelo de sorgo, farelo de arroz e farelo de aveia são fontes de carboidratos não fibrosos de melhor digestibilidade para a rã-touro em comparação com o fubá de milho. Todos os ingredientes apresentaram diferença de digestibilidade dos nutrientes entre a classe de peso de 40g e as demais. Os

ingredientes de origem vegetal avaliados são boas fontes de nutrientes para a rã-touro com digestibilidades variáveis entre as classes de peso.

Palavras-chave: Rã-touro. Digestibilidade. Ingredientes vegetais. Nutrição.

DIGESTIBILITY OF VEGETABLE INGREDIENTS FOR POST METAMORPHIC BULL FROG (*Lithobates catesbeianus*) IN FOUR WEIGHT CLASSES

Abstract: Vegetable-based ingredients are a common part of diet formulation, even for strict carnivorous animals such as the bullfrog. These ingredients, generally used as an energy source, and in the case of soy as a protein source, also contribute vitamins and minerals to the formulation. This work was carried out to define the digestibility of different plant ingredients for post-metamorphic bullfrogs (*Lithobates catesbeianus*) in four weight classes. A completely randomized design in a 6x4 factorial scheme was used, evaluating six ingredients (corn meal, soybean bran, wheat bran, sorghum bran, rice bran and oat bran) in four weight classes (40g, 80g, 160g and 220g), with six replications and six animals per experimental unit. 1008 bullfrogs were used, divided into four weight classes, 40 ± 10 g, 80 ± 10 g, 160 ± 10 g and 220 ± 10 g of average weight. After fasting for 96 hours, the animals were individually weighed and submitted to induced feeding with a designated ingredient at the rate of 5% of the animal's live weight. For each class, the animals were distributed in 36 plastic boxes of 12 liters of useful volume with 500mL of water, in an air-conditioned room with 27°C and a photoperiod of 12 hours of light. Rice bran is the ingredient with the lowest dry matter digestibility. The averages of the crude protein digestibility coefficients of the ingredients corn meal, soybean meal, sorghum bran, wheat bran, rice bran and oat bran were, respectively, 49.90%, 94.34%, 65.00%, 53.36%, 52.06% and 68.98%. All ingredients had average digestibility coefficients of the ether extract ranging from 73.15% to 88.83%. The ingredient with the highest average of the mineral matter digestibility coefficients was soybean meal (65.19%) and the lowest, sorghum meal (33.79%). Soybean meal is a highly digestible source of crude protein for bullfrogs. Sorghum bran, rice bran and oat bran are sources of non-fibrous carbohydrates with better digestibility for bullfrog compared to corn meal. All ingredients showed differences in nutrient digestibility between the 40g weight class and the others. The ingredients of vegetable origin evaluated are good sources of nutrients for the bullfrog with variable digestibility's between nutrients and weight classes.

Key-words: Bullfrog. Digestibility. Vegetal Feedstuffs. Nutrition.

1. INTRODUÇÃO

A rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) assim como a maioria dos anfíbios anuros, é carnívora quando adulta (Silva, 2016; Bovo et al., 2018; Monicce et al., 2020). Diversos estudos ao examinar o conteúdo estomacal de rãs-touro coletadas em campo, encontram crustáceos, insetos, ratos, rãs, girinos, serpentes, tartarugas, peixes e aranhas, evidenciando que este animal é generalista, possuindo amplo espectro de presas.

Animais carnívoros geralmente exigem maiores teores de proteína na alimentação (Wirz et al., 2018) e apresentam maior suscetibilidade aos efeitos danosos de fatores antinutricionais, como taninos, fitatos e altos teores de fibras na dieta.

Na alimentação da rã-touro pós-metamórfica em sistema de cultivo intensivo, utiliza-se a ração para peixes carnívoros de 440g Kg⁻¹ de Proteína Bruta. A ração utilizada tem as vantagens de ser comercialmente acessível e proporcionar boa conversão alimentar (Cribb et al., 2013; Seixas Filho, 2017). Porém, estas dietas são formuladas utilizando ingredientes de origem vegetal como farelo de trigo, fubá de milho, farelo de soja, farelo de sorgo, farelo de arroz e farelo de aveia (Pires et al., 2017; Valente, 2018), e levando em consideração as digestibilidades destes ingredientes para peixes, não para a rã-touro, o que seria o ideal.

Diversos fatores antinutricionais, naturais em farelos de origem vegetal, como os inibidores de proteases, podem estar presentes na dieta comercial reduzindo ainda mais digestibilidade dos nutrientes e o valor nutricional (Gemedede et al., 2014; de Souza et al., 2019; Abdallah et al., 2020).

Outras pesquisas foram realizadas buscando determinar a digestibilidade de diversos ingredientes de natureza vegetal para a rã-touro (Castro et al., 2001; Braga et al., 2010; Mansano et al., 2017; Mansano et al., 2020)). No entanto, a falta de informações referentes as digestibilidades de ingredientes para a rã-touro pós-metamórfica, nas diferentes fases de desenvolvimento, são fatores que ainda limitam o crescimento da ranicultura.

Autores como Braga et al. (2004), Braga et al. (2005) e Braga et al. (2006) deram importante contribuição aos estudos de nutrição da rã-touro ao comprovar haver diferença na capacidade de digestão de nutrientes por este animal entre as diferentes fases de desenvolvimento.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de definir a digestibilidade de ingredientes vegetais para a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) pós-metamórfica em quatro classes de peso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Ranário Experimental do Departamento de Biologia Animal e no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, ambos da Universidade Federal de Viçosa, no período de janeiro de 2020 a abril de 2021.

Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Viçosa - protocolo de número 40/2021 - e realizados conforme a “Diretriz brasileira para o cuidado e a utilização de animais para fins científicos e didáticos - DBCA” do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA, 2013).

2.1 Material biológico, instalações, manejo e manutenção dos animais

Foram utilizadas 1008 rãs-touro (*Lithobates catesbeianus*) pós-metamórficas, oriundas da mesma desova, e obtidas no setor de reprodução do Ranário Experimental.

Os animais foram criados com ração comercial para peixes carnívoros (tabela 1) com adição de larva de *Musca domestica*, e alojados em 10 baias de manutenção com área total de 1,54 m², área seca de 0,95 m², dois comedouros (cochos) e uma canaleta com água (piscina).

As baias estavam em sala climatizada de fotoperíodo controlado para 12 horas de luz e 12 horas de escuro com a auxílio de lâmpadas fluorescentes (20 Watts, 1248 lúmens). A temperatura das salas era mantida constante em 27°C com o auxílio de aquecedores embutidos nas paredes e termostato. Quatro vezes o dia, removiam-se as sobras de ração dos cochos, ração seca era servida e a água da canaleta era totalmente trocada.

À medida que os animais atingiam as classes de peso médio (40±10g, 80±10g, 160±10g e 220±10g) para a avaliação das digestibilidades dos ingredientes, um grupo

de 252 rãs eram transferidas para um tanque retangular de alvenaria, com dimensões de 1,25 cm x 1,62 cm X 1,55 cm, com água corrente para manter os animais hidratados. Os animais permaneceram nos tanques, em jejum, por 96 horas para o total esvaziamento do trato gastrointestinal visando a evitar que houvesse contaminação da digesta e do bolo fecal a ser coletado no experimento com o resíduo de ração consumida anterior à execução experimental.

Tabela 1: Composição da ração comercial para peixes carnívoros utilizada na criação dos animais para a realização do experimento.

Nutriente	g/Kg
Proteína Bruta	440
Umidade	120
Extrato Etéreo	80
Matéria Mineral	150
Matéria Fibrosa	40
Cálcio (máx.)	45
Cálcio (mín.)	30
Fósforo	20
Vitamina C	450 (mg/Kg)

Após o jejum, cada animal foi pesado em balança analítica e induzido a consumir o ingrediente a ser avaliado na proporção de 5% de seu peso vivo, mediante técnica derivada do proposto por Castro (1996) e aprimorada no próprio Ranário Experimental. Foram utilizados os ingredientes: Fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de sorgo, farelo de arroz e farelo de aveia. Para facilitar a deglutição, foi adicionada água ao ingrediente na proporção de aproximadamente 10% do peso da porção a ser utilizada.

Um grupo de animais foi utilizado para o cálculo das perdas endógenas, sendo exposto ao mesmo processo, objetos e manejo que os animais que foram induzidos a deglutirem os ingredientes. A diferença é que os animais do grupo para cálculo das

perdas endógenas não foram induzidos a deglutir nenhum ingrediente, servindo apenas para determinar perdas como pele, urina, muco e outros meios de contaminação das amostras durante o processo.

2.2 Metodologia de indução ao consumo

A técnica de indução utilizada consiste em colocar a porção de ingrediente na boca da rã e posicioná-la sob água corrente até que o degluta voluntariamente. Esta técnica faz uso do reflexo natural da rã-touro de não abrir a boca quando estiver embaixo da água, mas, de deglutir o conteúdo, impulsionando com o globo ocular, que ao entrar na cavidade ocular, propulsiona o ingrediente em direção ao esfíncter esofágico.

Este método de indução do animal a consumir o ingrediente apresenta as vantagens de permitir controlar a quantidade de alimento consumido pelo animal com precisão, o que não é possível na alimentação *ad libidum*, sem a necessidade de utilização marcadores. A metodologia também permite ser realizada sem causar danos ao epitélio do esôfago e estômago, como ocorre na alimentação forçada proposta por Castro (1996).

Na metodologia da indução da rã ao consumo, não ocorre o abate do animal como na coleta de fezes direto do intestino grosso, utilizada por Mansano et al. (2017).

2.3 Alojamento dos animais e controle das condições experimentais

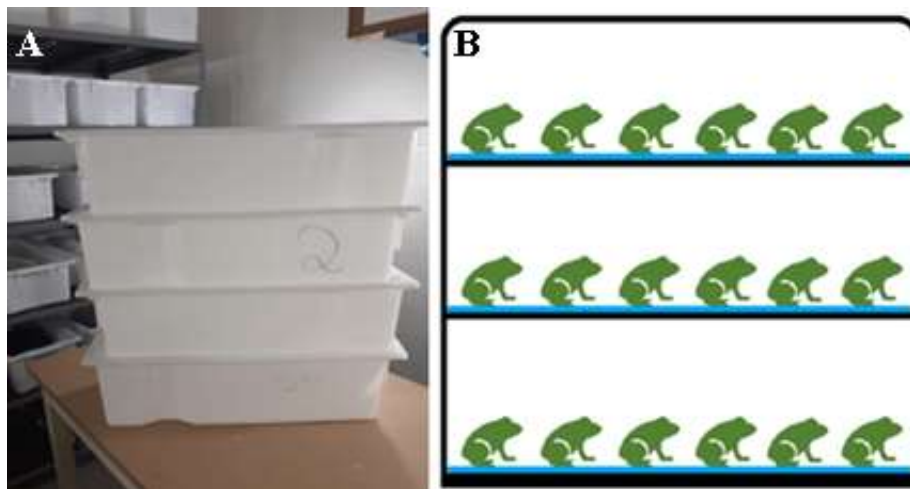
Para cada tratamento (ingrediente x classe) os animais foram distribuídos em 6 caixas de polietileno de cor branca. As caixas tinham as dimensões de 25cm x 25cm x 60cm, 12 litros de volume útil, e acrescidas de 500mL de água para manter as rãs hidratadas e facilitar a coleta das fezes (Figura 1).

As caixas foram mantidas em bancada com inclinação de 10°, permitindo área seca interna e lâmina d'água, simulando o sistema semisseco de criação de rãs (Cribb et al., 2013).

O experimento foi realizado dentro de sala climatizada com dimensões de 4m x 4m x 5m com controle de temperatura e fotoperíodo ajustados para manter 12 horas de luz e 12 horas de escuro utilizando 6 lâmpadas fluorescentes (20 Watts, 1248

lúmens), e 27,0°C constantes com o auxílio de dois aquecedores elétricos (2000 Watts de potência) e um termostato.

Figura 1: Caixas de polietileno (A) e croqui (B) da montagem experimental para determinação dos coeficientes de digestibilidade de diferentes ingredientes vegetais para rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) pós-metamórficas em quatro classes de peso.



2.4 Coleta das fezes

Foi adotada a metodologia de coleta total descrita por Mouriño et al. (2006) e recomendado por Stéfani et al. (2015). Diariamente o conteúdo líquido das caixas (água e fezes excretadas no período) eram coletadas e a água limpa reposta.

O procedimento de coleta foi repetido até se completar o tempo mínimo para total passagem do alimento pelo trato gastrointestinal da rã-touro, definido por Camargo-Filho (2009) e indicado na tabela 2. As amostras coletadas em recipientes de 500mL foram armazenadas em freezer -20°C (figura 2).

Tabela 2: Tempo mínimo (horas) para completa passagem do fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de sorgo, farelo de arroz e farelo de aveia pelo trato gastrointestinal da rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) em diferentes classes de peso (Camargo-Filho, 2009).

Classes de peso	Ingredientes / Horas					
	Fubá de milho	Farelo de soja	Farelo de trigo	Farelo de sorgo	Farelo de arroz	Farelo de aveia
10 -40g	66	78	66	72	58	72
40-70g	66	78	68	78	58	68
150-240g	60	78	68	78	58	68

Figura 2: Amostras de fezes de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) submetidas a alimentação induzida.



2.5 Análises laboratoriais e cálculo da digestibilidade

As amostras foram liofilizadas e sua composição determinada conforme metodologia recomendada por Detmann et al. (2012) e aprovada pela AOAC (2016).

Estimou-se o conteúdo de Matéria Seca (MS) em 105°C por 16 horas (INCT-CA G-003/1), Proteína Bruta (PB) através do método de Kjeldahl (INCT-CA N-001/1), Extrato Etéreo (EE) através do método de Randall (INCT-CA G-005/1), Fibra Insolúvel em Detergente Neutro (FDN) como definido pelo método de Van Soest (INCT-CA F-002/1), Matéria Mineral (MM) por queima há 550°C durante 3 horas (INCT-CA M-001/1), e Carboidratos Não Fibrosos (CNF) pela equação matemática descrita por Detmann et al. (2012).

A partir dos resultados foram calculados os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e carboidratos não fibrosos para o fubá de milho, farelo de soja, farelo de sorgo, farelo de trigo, farelo de arroz e farelo de aveia, nas classes de peso de 40±10g, 80±10g, 160±10g e 220±10g, conforme a equação 1 (Sakomura et al., 2016).

$$Dig(\%) = \frac{[Nut\ Consumido(g) - (Nut\ Excretado(g) - Nut\ Endogéno(g))]}{Nut\ Consumido(g)} * 100$$

Equação 1: Equação matemática do cálculo da digestibilidade do nutriente.

Dig – Coeficiente de digestibilidade, *Nut* – Nutriente (Sakomura et al., 2016).

2.6 Análises estatísticas

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado, utilizando o esquema fatorial 6x4, em que cada tratamento (ingrediente x classe) possuía seis repetições e seis animais por unidade experimental.

Os dados coletados foram estatisticamente comparados através da análise de variância (ANOVA) realizada pelo software SAEG (Sistema para Análises Estatísticas) Versão 9.1 (Euclides, 2007). Quando a diferença estatística era significativa, aplicou-se o teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) para comparação entre as médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3 encontram-se os resultados das análises de composição bromatológica dos ingredientes fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de sorgo, farelo de arroz e farelo de aveia.

Tabela 3: Composição bromatológica do fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de sorgo, farelo de arroz e farelo de aveia. MS - Matéria Seca, PB – Proteína Bruta, EE – Extrato Etéreo, FDN – Fibra Insolúvel em Detergente Neutro, MM - Matéria Mineral, CNF – Carboidratos Não Fibrosos, %_{MS} – Porcentagem da matéria seca.

Ingredientes	Nutrientes					
	MS (%)	PB (% _{MS})	EE(% _{MS})	FDN(% _{MS})	MM(% _{MS})	CNF (% _{MS})
Fubá de milho	87,61	9,12	3,89	11,85	1,21	73,93
Farelo de soja	90,81	50,74	0,17	13,4	6,62	29,08
Farelo de trigo	87,69	9,16	3,24	33,67	4,67	49,25
Farelo de sorgo	87,12	8,75	3,05	15,71	1,43	68,34
Farelo de arroz	91,44	7,92	19,67	24,32	11,05	34,31
Farelo de aveia	88,40	10,74	8,97	14,79	2,79	59,83

3.1 Matéria Seca

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira da matéria seca dos ingredientes fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de sorgo, farelo de aveia e farelo de arroz, para a rã-touro em quatro classes de peso, estão indicados na tabela 4.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca dos ingredientes fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de aveia e farelo de arroz, na classe de 40g, foram, respectivamente, 74,75%, 90,32%, 72,19%, 78,02%, e 45,61%. Para os mesmo ingredientes, os coeficientes de digestibilidade para as classes de 80g, 160g e 220g, foram superiores aos de 40g. Diante do observado, podemos concluir que a eficiência com que a rã-touro digere a matéria seca do fubá de milho, farelo de soja,

farelo de trigo, farelo de aveia e farelo de arroz, aumenta entre as classes de 40g e 80g.

Sendo o farelo de arroz o ingrediente que apresentou os menores coeficientes de digestibilidade em todas as classes (46,61%, 65,84%, 66,05% e 66,32%) e média de 60,70%, podemos afirmar que este ingrediente tem baixo aproveitamento da matéria seca pela a rã-touro.

Tabela 4: Coeficientes de digestibilidade (%) da matéria seca de diferentes ingredientes vegetais para rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) pós-metamórficas em quatro classes de peso.

Ingredientes	Classes de peso				Médias
	40g	80g	160g	220g	
Fubá de milho	74,75 ab B	89,41 ab A	80,94 ab AB	93,04 a A	84,53 b
Farelo de soja	90,30 a A	90,75 a A	96,28 a A	90,33 a A	91,91 a
Farelo de trigo	72,19 b B	88,75 ab A	85,81 a AB	83,38 a AB	82,53 b
Farelo de sorgo	77,47 ab A	74,10 bc A	87,29 a A	82,64 a A	80,37 c
Farelo de arroz	45,61 c B	65,84 c A	66,05 b A	65,31 b A	60,70 f
Farelo de aveia	78,02 ab B	89,86 ab AB	93,31 a A	86,11 a AB	86,82 a
Médias	78,02 A	89,86 B	93,31 B	86,11 B	
Valor P	Ingredientes	Classes		Interação	
	<0,0001	<0,0002		0,0521	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente para teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Para o farelo de soja foi possível concluir de que não há diferença na digestibilidade da matéria seca entre as quatro classes de peso, uma vez que, os coeficientes não apresentaram diferenças estatisticamente significativas e foram muito aproximados (90,32%, 90,75%, 96,28% e 90,36%).

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca do farelo de soja na classe de 40g (90,32%) e de 160g (96,28%), são maiores que os dados determinados para rã-touro nas mesmas classes por Braga et al. (1998), sendo, respectivamente, 59,82% e 62,97%. Possivelmente, resultado das diferenças nas metodologias aplicadas e no

controle das condições ambientais em que os animais foram mantidos. Diferente do autor citado, foi utilizado ambiente com temperatura controlada neste trabalho, 27,0°C, o que aumenta o metabolismo da rã-touro, a atividade motora do trato gastrintestinal e a secreção enzimática, favorecendo a maior eficiência do processo digestivo e a obtenção de coeficientes de digestibilidade maiores.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do farelo de soja para a classe de 160g (96,28% e 97,31%) foram superiores aos determinados para o mesmo ingrediente em rãs de 153±3g por Zhang et al. (2015), sendo, respectivamente, 64,8% e 83,3%. O autor citado utilizou metodologia diferente, com as rãs alojadas em gaiolas de fundo telado, coletando a água com as fezes por 30 dias,, e temperatura ambiente de 25°C. As diferenças podem ser a explicação para os coeficientes de digestibilidade menores. A menor temperatura ambiente influenciando sobre a atividade digestiva, e o longo período de coleta que pode ter compreendido, dentro do período de execução experimental, uma mudança de fase de desenvolvimento do animal, são as possíveis explicações para as diferenças de coeficientes de digestibilidades determinados.

A baixa digestibilidade da matéria seca na classe de 40g em todos os ingredientes avaliados, é reflexo direto da baixa digestibilidade dos demais nutrientes presentes nos ingredientes para esta classe.

3.2 Proteína Bruta

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira da proteína bruta dos ingredientes fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de sorgo, farelo de aveia e farelo de arroz, na rã-touro em quatro classes de peso, estão indicados na tabela 5.

De forma geral, os ingredientes com as maiores médias dos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta para a rã-touro, foram o farelo de soja (94,34%) e o farelo de aveia (68,98%). Entretanto, o teor de proteína bruta do farelo de arroz é baixo, 7,92% (tabela 3), em comparação com o farelo soja, 50,74%. Portanto, o farelo de soja há de contribuir com maior teor de proteína bruta de alta digestibilidade para a rã-touro nas quatro classes de peso.

Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta dos ingredientes fubá de milho, farelo de trigo, farelo de arroz, farelo de aveia e farelo de sorgo, foram menores

nos animais da classe de 40g em comparação com as demais classes. Permitindo, novamente, a conclusão de que os coeficientes de digestibilidade são diferentes, principalmente entre as classes de 40g e as de 80g, 160g e 220g.

Tabela 5: Coeficientes de digestibilidade (%) da proteína bruta de diferentes ingredientes vegetais para rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) pós-metamórficas em quatro classes de peso.

Ingredientes	Classes de peso				Médias
	40g	80g	160g	220g	
Fubá de milho	12,21 d C	58,19 c B	56,09 b B	74,22 c A	49,90 b
Farelo de soja	91,60 a A	94,73 a A	97,31 a A	92,41 ab A	94,34 a
Farelo de trigo	42,48 b C	81,55 b A	68,47 b B	67,53 cd B	65,00 c
Farelo de sorgo	29,42 bc C	72,22 b A	74,25 b B	55,24 d B	53,36 d
Farelo de arroz	17,14 cd C	70,21 bc A	41,35 c B	79,55 bc A	52,06 e
Farelo de aveia	25,38 cd C	70,88 bc B	86,53 a A	93,13 a A	68,98 b
Médias	36,37 A	74,63 B	70,67 B	77,01 B	
Valor P	Ingredientes		Classes		Interação
	<0,0001		<0,0001		<0,0001

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente para teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

O farelo de soja não apresentou grande disparidade nos coeficientes de digestibilidade entre as classes de 40g, 91,60%, e 80g, 94,73%, como ocorreu nos demais ingredientes; respectivamente, fubá de milho, 12,53% e 58,19%, farelo de trigo, 42,48% e 81,55%, farelo de arroz, 17,14% e 70,21%, farelo de aveia, 25,38% e 70,88%, e farelo de sorgo, 29,42% e 72,22%. Com base no observado, podemos concluir que o farelo de soja é fonte de proteína bruta de alta digestibilidade para a rã-touro, igualmente, em todas as classes de peso.

O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta do farelo de soja nos animais de 40g (91,60%) foi semelhante ao definido por Mansano et al. (2017) para animais de 30 a 50g (91,8%). Porém, para animais de 80 a 110g (63,4%) e de 160 a 200g (66,0%), os coeficientes foram menores do que o determinado por este trabalho para as classes de 80g e 160g (94,73% e 97,31%). Mansano et al. (2017) realizaram seu

trabalho utilizando a metodologia da alimentação forçada com coleta das fezes direto no cólon distal da rã-touro, necessitando que o animal seja sacrificado para fazer a coleta. As semelhanças encontradas entre os coeficientes determinados por este trabalho, utilizando a metodologia da alimentação induzida com coleta total das fezes excretadas, e a metodologia utilizada pelo autor citado, indicam que ambas são eficientes para a determinação de coeficientes de digestibilidade de ingredientes vegetais para a rã-touro. Porém, é importante ressaltar que a alimentação induzida com coleta total das fezes excretadas, não demanda o sacrifício do animal para a coleta, respeitando padrões éticos de experimentação animal exigidos pelo CONCEA (2013) e de diversos órgãos internacionais de regulação e fomento de pesquisas com animais.

O farelo de soja é um dos ingredientes de origem vegetal mais comuns na formulação de dietas para animais monogástricos devido ao seu alto teor de proteína (um dos nutrientes mais caros da formulação), possuir boa composição de aminoácidos e ter preço competitivo. No entanto, apresenta desvantagens quando presente em alta porcentagem em dietas para monogástricos, principalmente carnívoros, tais como os fatores antinutricionais e interferência na palatabilidade da dieta (Logato, 2011). Apesar disso, para a rã-touro esses fatores negativos não foram tão evidentes, uma vez que, o farelo de soja apresentou média dos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta de 94,34% nas classes de peso avaliadas, sendo, portanto, uma excelente fonte de proteínas para a rã-touro.

A menor digestibilidade da proteína bruta de todos os ingredientes na classe de 40g tem como possível explicação a menor atividade da tripsina no duodeno - fato definido por Braga et al. (2004) - aumentando até alcançar estabilidade nas classes de 80g e 160g. Esta enzima é produzida pelas células acinares do pâncreas na forma inativa denominada tripsinogênio, que secretado no duodeno se transforma em tripsina ativa, clivando proteínas em peptídeos e aminoácidos. O aumento na atividade enzimática na classe de 80g permite a melhor clivagem das proteínas contidas nos ingredientes vegetais em peptídeos e aminoácidos. Os aminoácidos são absorvidos com maior facilidade pelos enterócitos presentes nas vilosidades do intestino delgado, resultando na maior digestibilidade da proteína bruta nesta classe em comparação com a de 40g. A estabilidade alcançada nas classes mais pesadas incorreu em que os coeficientes nas classes de 160g e 220g não sejam estatisticamente diferentes de

80g. Assim, entendemos que as diferenças na atividade da tripsina é a explicação para as diferenças de digestibilidade da proteína bruta dos ingredientes vegetais entre as classes de peso da rã-touro.

3.3 Extrato Etéreo

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira do extrato etéreo dos ingredientes fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de sorgo, farelo de aveia e farelo de arroz, na rã-touro em quatro classes de peso, estão indicados na tabela 6.

Com exceção do farelo de arroz na classe de 40g, todos os ingredientes apresentaram médias dos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo variando de 73,15% a 88,83%. Comprovando que a rã-touro é eficiente em aproveitar o extrato etéreo presente nos ingredientes vegetais avaliados.

Tabela 6: Coeficientes de digestibilidade (%) do extrato etéreo de diferentes ingredientes vegetais para a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) em quatro classes de peso.

Ingredientes	Classes de peso				Médias
	40g	80g	160g	220g	
Fubá de milho	75,93 a B	93,19 a A	89,14 ab A	93,55 a A	88,41 a
Farelo de soja	76,66 a B	96,99 a A	97,82 a A	84,74 ab B	88,83 a
Farelo de trigo	77,39 a B	90,46 ab A	85,09 bc AB	82,07 b B	83,75 b
Farelo de sorgo	71,65 a B	70,43 b A	92,54 bc A	86,15 ab A	82,32 b
Farelo de arroz	43,50 b C	92,77 ab A	78,58 c B	77,77 b B	73,15 d
Farelo de aveia	73,73 a B	83,74 b A	89,76 ab A	84,58 ab A	82,95 b
Médias	69,81 A	87,93 B	88,82 B	84,81 B	
Valor P	Ingredientes	Classes		Interação	
	<0,0001	<0,0001		<0,0001	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente para teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Os coeficientes de digestibilidade de todos os ingredientes foram menores para os animais da classe de 40g, maiores para os animais da classe de 80g e estatisticamente semelhantes para as classes de 160g e 220g. Sendo, respectivamente, para 40g e 80g, as digestibilidades do fubá de milho, 75,24% e 99,98%, farelo de soja, 76,14% e 99,99%, farelo de trigo, 77,39% e 99,96%, farelo de arroz, 43,50% e 92,77%, e farelo de aveia, 73,73% e 83,74%. Somente para o farelo de sorgo se obteve digestibilidade menor na classe de 80g (70,43%) em comparação com as classes de 40g (71,65%), 160g (92,54%) e 220g (86,15%). Conclui-se que os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo presente nos ingredientes vegetais avaliados, são diferentes entre as classes de peso da rã-touro, sendo, estatisticamente significativas.

A explicação para os menores coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo nos animais de 40g, com diferença estatisticamente significativa para as médias dos coeficientes, é a observação de Braga et al. (2006) de que a atividade da lipase no intestino da rã-touro nesta fase é reduzida, aumentando na classe de 80g e estabilizando nas classes de 160g e 220g. A lipase é uma enzima digestiva produzida principalmente pelo pâncreas, tendo por função clivar a gordura (triacilgliceróis) em moléculas menores, os ácidos graxos, facilitando a absorção pelos enterócitos. Concluímos que a maior atividade da lipase nas classes de 80g, 160g e 220g, incorreu na melhor digestão do extrato etéreo pela rã-touro em relação a classe de 40g, na qual a atividade da enzima lipase é menor, comprometendo a eficiência digestiva e refletindo no menor coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo contido nos ingredientes vegetais avaliados.

Os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo do farelo de soja, fubá de milho e farelo de trigo na classe de 40g (76,14%, 75,24% e 77,39%) foram menores do que os encontrados por Mansano et al. (2017) para animais de 30 a 40g, sendo, respectivamente, 89,2%, 92,9% e 93,3%. Enquanto que os coeficientes para as classes de 80g e 160g (farelo de soja, 99,99% e 97,82%; fubá de milho, 99,98% e 89,14%; e farelo de trigo, 99,96% e 85,09%) e os coeficientes determinados por Mansano et al. (2017) (farelo de soja, 82,2% e 75,7%; fubá de milho, 93,6% e 78,7%; e farelo de trigo, 96,8% e 86,0%), foram numericamente próximos. Portanto, concluímos que os dois trabalhos determinaram valores de coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo do farelo de soja, fubá de milho, e do farelo de trigo,

razoavelmente próximos nos animais de 80g a 160g. As semelhanças encontradas indicam, novamente, que a metodologia da alimentação induzida com coleta total das fezes excretadas, e a metodologia da alimentação forçada com coleta das fezes direto do cólon distal, são, ambas, eficientes para a determinação de coeficientes de digestibilidade de ingredientes vegetais para a rã-touro.

Conforme Rostagno et al. (2017), o fubá de milho possui 1,78% de ácido linoléico, o farelo de arroz, 3,15%, e o farelo de aveia, 1,61%; sendo estes valores considerados como níveis razoáveis por Logato (2011). Embora não se conheça as exigências da rã-touro por ácidos graxos essenciais, o ácido linoléico e o ácido linolênico, é importante que haja boas fontes desses ácidos entre os ingredientes, afinal, os lipídios são precursores de hormônios, tem função estrutural, de isolamento térmico e reserva energética (Espíndola, 2016).

Na formulação da dieta, a exigência de lipídios é atendida, quando necessário, através da adição de óleos de origem vegetal, como o óleo de soja, girassol ou canola (Sakomura et al., 2014). Devido à menor digestibilidade dos lipídios na rã-touro de 40g, variando de 71% a 77% para os ingredientes fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de aveia e farelo de sorgo, pode ocorrer a deficiência de lipídios na classe de 40g, fazendo-se necessário a inclusão de óleos vegetais na dieta. Zhang et al. (2016 b), determinou que o perfil lipídico do corpo gorduroso se altera conforme o perfil lipídico ofertado ao animal pela alimentação. Sendo este um importante ponto a ser estudado: a obtenção de corpos gordurosos de rã-touro, que sob o efeito do perfil lipídico da dieta, possuam composição que o valorize como produto na indústria.

3.4 Matéria Mineral

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira da matéria mineral dos ingredientes fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de sorgo, farelo de aveia e farelo de arroz, na rã-touro em quatro classes de peso, estão indicados na tabela 7.

O ingrediente de maior média dos coeficientes de digestibilidade da matéria mineral foi o farelo de soja (65,19%), e o que apresentou menor média de coeficientes foi o farelo de sorgo (33,79%), os mesmo únicos ingredientes que não apresentaram

diferenças estatisticamente significativas entre as classes de 40g, e as demais, de 80g, 160g e 220g.

Tabela 7: Coeficientes de digestibilidade (%) da matéria mineral de diferentes ingredientes vegetais para a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) em quatro classes de peso.

Ingredientes	Classes de peso				Médias
	40g	80g	160g	220g	
Fubá de milho	30,45 b B	33,64 d B	59,02 bc A	63,84 b A	47,40 c
Farelo de soja	61,64 a B	63,31 b B	80,79 a A	55,37 b B	65,19 a
Farelo de trigo	42,07 b B	61,78 a A	65,41 b A	58,82 b A	57,02 b
Farelo de sorgo	34,78 b B	54,50 bc A	53,76 e C	23,83 d BC	33,79 d
Farelo de arroz	33,38 b C	83,94 a A	50,10 cd B	89,40 a A	64,21 a
Farelo de aveia	12,91 c B	46,57 cd A	43,33 d A	38,78 c A	35,39 d
Médias	35,87 A	57,29 B	58,74 B	55,01 B	
Valor P	Ingredientes		Classes		Interação
	<0,0001		<0,0001		<0,0001

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente para teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

O ingrediente com maior teor de matéria mineral é o farelo de arroz (11,05%), apresentando média de coeficientes de digestibilidade de 64,21%, sendo este, portanto, o ingrediente de maior teor de matéria mineral digestível para a rã-touro. Enquanto que o ingrediente de maior média dos coeficientes de digestibilidade, o farelo de soja (65,19%), tem apenas 6,62% de matéria mineral em sua composição, logo, baixo teor de matéria mineral digestível para a rã-touro.

O farelo de aveia foi o ingrediente que apresentou o menor coeficiente de digestibilidade da matéria mineral para a classe de 40g (12,91%) e de 160g (43,33%). Para as classes de 80g e 220g, os menores coeficientes foram os do fubá de milho (33,64%) e farelo de sorgo (23,83%).

3.5 Carboidratos Não Fibrosos

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos carboidratos não fibrosos dos ingredientes fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farelo de sorgo, farelo de aveia e farelo de arroz, na rã-touro em quatro classes de peso, estão indicados na tabela 8.

As médias dos coeficientes de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos entre as classes de peso, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas e todos os ingredientes apresentaram coeficientes muito próximos para entre as classes. Permitindo concluir que a rã-touro tem coeficientes de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos contidos nos ingredientes vegetais avaliados, semelhantes em todas as classes de peso da rã-touro.

Tabela 8: Coeficientes de digestibilidade (%) dos carboidratos não fibrosos de diferentes ingredientes vegetais para a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) em quatro classes de peso.

Ingredientes	Classes de peso				Médias
	40g	80g	160g	220g	
Fubá de milho	22,07 e A	15,86 d BC	18,79 e AB	14,11 f C	17,72 e
Farelo de soja	19,91 e A	16,37 d B	15,86 e B	19,35 e AB	17,87 e
Farelo de trigo	42,38 d A	35,83 c C	38,66 d BC	39,76 d AB	39,15 d
Farelo de sorgo	87,05 b B	75,42 b C	96,29 b A	89,06 b B	88,19 e
Farelo de arroz	73,42 c B	65,26 b A	80,87 c A	83,92 c A	77,05 c
Farelo de aveia	96,30 a A	96,12 a A	98,37 a A	98,80 a A	97,40 a
Médias	56,86 B	50,81 B	58,14 B	57,50 B	
Valor P	Ingredientes	Classes	Interação		
	<0,0001	<0,0001	<0,0001		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente para teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Embora o fubá de milho seja o ingrediente de maior teor de carboidratos não fibrosos (73,93%), as médias dos coeficientes de digestibilidade desse nutriente para o fubá de milho (17,72%) foram muito inferiores ao determinado para o farelo de sorgo

(88,19%), farelo de arroz (77,05%) e farelo de aveia (97,40%). Portanto, concluímos que o farelo de sorgo, farelo de arroz e o farelo de aveia, são as fontes de carboidratos não fibrosos de melhor digestibilidade para a rã-touro em comparação com o fubá de milho.

Braga et al. (2005) demonstraram que a rã-touro com 20g já apresenta atividade da amilase no duodeno, permanecendo estável nas fases seguintes de desenvolvimento do animal. A amilase é uma enzima produzida pelo pâncreas que atua na digestão do amido e do glicogênio, clivando-os em monossacarídeos como glicose, frutose e galactose, permitindo assim sua absorção pelos enterócitos. O amido é o carboidrato de maior parcela do grupo dos carboidratos não fibrosos, sendo os demais, principalmente, polissacarídeos não amiláceos como as pectinas, gomas e galactanas (Detmann et al., 2012). Aproximadamente 85,24% dos carboidratos não fibrosos presentes no fubá de milho, 94,20% dos presentes no farelo de soja, 70,18% dos presentes no farelo de aveia, e 36,89% dos presentes no farelo de arroz, estão na forma de amido (Rostagno et al., 2017). Portanto, na classe de 40g, a amilase mais ativa permitiu a melhor clivagem dos carboidratos não fibrosos em monossacarídeos no intestino delgado da rã-touro, aumentando a absorção dos carboidratos pelos enterócitos e resultando em coeficientes de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos presentes no fubá de milho, farelo de soja, farelo de arroz, farelo de aveia e no farelo de sorgo, semelhantes ou superiores aos coeficientes encontrados para as classes de 80g, 160g e 220g.

4. CONCLUSÕES

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral, dos ingredientes vegetais avaliados, mudam entre as classes de peso da rã-touro, enquanto que, para os carboidratos não fibrosos, os coeficientes de digestibilidade são relativamente estáveis entre as classes de peso. Todos os ingredientes vegetais avaliados são fonte de extrato etéreo de alta digestibilidade. O farelo de soja é uma excelente fonte de proteína bruta de alta digestibilidade. O farelo de arroz e o farelo de aveia são fontes de carboidratos não fibrosos de melhor digestibilidade para a rã-touro quando comparados com o fubá de milho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLAH, A.; ELEMBA, E.; ZHONG, Q. e SUN, Z. Gastrointestinal Interaction between Dietary Amino Acids and Gut Microbiota: with Special Emphasis on Host Nutrition. *Current Protein & Peptide Science* feb 2020, 2020. <https://doi.org/10.2174/1389203721666200212095503>.

AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. Rockville, MD, USA., Association of Official Analytical Chemists 2016.

BOVO, R. P.; NAVAS, C. A.; TEJEDO, M.; VALENÇA, S. E. e GOUVEIA, S. F. Ecophysiology of Amphibians: Information for best mechanistic models. *Diversity* 10(4): 118, 2018. <https://doi.org/10.3390/d10040118>.

BRAGA, L. G. T.; DE ALMEIDA OLIVEIRA, M. G.; LIMA, W. C. e EUCLYDES, R. F. Atividade enzimática da lipase em rã-touro na fase pós-metamórfica. *Scientia Agrícola* 63(5): 439-443, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162006000500004>.

BRAGA, L. G. T.; LIMA, S. L.; DONZELE, J. L. e CASTRO, J. Valor nutritivo de alguns alimentos para rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) na fase de recria. *Revista Brasileira de Zootecnia* 27(2): 203-209, 1998.

BRAGA, L. G. T.; OLIVEIRA, M. G. D. A.; LIMA, W. C. e EUCLYDES, R. F. Atividade da amilase em rã-touro durante a fase pós-metamórfica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40(10): 947-951, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005001000001>.

BRAGA, L. G. T.; OLIVEIRA, M. G. D. A.; LIMA, W. C. e EUCLYDES, R. F. Atividade da tripsina em rã-touro na fase pós-metamórfica. *Revista Brasileira de Zootecnia* 33(4): 821-827, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000400001>.

BRAGA, L. G. T.; RODRIGUES, F. L.; DE AZEVEDO, R. V.; CARVALHO, J. S. O. e RAMOS, A. P. S. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de coprodutos

agroindustriais para tilápia do Nilo. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal 11(4), 2010.

CAMARGO-FILHO, C. B. Características alimentares e potencial impactante da rã-touro *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802). Dissertação (Mestrado em Biologia e Manejo animal), Universidade Federal de Viçosa, 2009.

CASTRO, J. C. Estrutura funcional do tubo digestivo e adaptação de uma metodologia para determinar os valores de energia metabolizável de alimentos para rã touro (*Rana catesbeina* Shaw, 1802). Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, 1996.

CASTRO, J. C.; BARBOZA, W. A.; SILVA, K. K. P. e PIRES, S. C. Níveis de energia metabolizável para rações de rã-touro. Boletim do Instituto de Pesca 34(4): 519-525, 2008.

CASTRO, J. C.; SILVA, D. A. V. D.; SANTOS, R. B.; MODENESI, V. F. e ALMEIDA, E. F. D. Valor nutritivo de alguns alimentos para rãs. Revista Brasileira de Zootecnia 30(3): 605-610, 2001.

CONCEA. Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. Diretriz brasileira para o cuidado e a utilização de animais para fins científicos e didáticos - DBCA. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2013.

CRIBB, A. Y.; AFONSO, A. M. e MOSTÉRIO, C. M. F. Manual técnico de ranicultura. Embrapa Agroindústria de Alimentos. EMBRAPA: 73, 2013.

CUNHA, E. R. D. R. L. INTRODUÇÃO DA RÃ-TOURO, *Lithobates catesbeianus* (SHAW, 1802): UMA REVISÃO. SaBios: Revisão Saúde e Biologia 4(2): 34-46, 2009.

DE SOUZA, C. G.; DE MOURA, A. K. B.; DA SILVA, J. N. P.; SOARES, K. O.; DA SILVA, J. V. C. e VASCONCELOS, P. C. Fatores anti-nutricionais de importância na nutrição animal: Estratégias de diminuição dos efeitos anti-nutricionais. PUBVET 13(5): 166, 2019. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n5a328.20-28>.

DETMANN, E.; SOUZA, M. D.; VALADARES FILHO, S. D. C.; QUEIROZ, A. D.; BERCHIELLI, T.; SALIBA, E. D. O.; CABRAL, L. D. S.; PINA, D. D. S.; LADEIRA, M. e AZEVEDO, J. Métodos para análise de alimentos. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal 214: 214, 2012.

DIAS, D. D. C.; DE STÉFANI, M. V.; FERREIRA, C. M.; FRANÇA, F. M.; RANZANI-PAIVA, M. J. T. e SANTOS, A. A. Haematologic and immunologic parameters of bullfrogs, *Lithobates catesbeianus*, fed probiotics. Aquaculture Research 41(7): 1064-1071, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02390.x>.

ESPÍNDOLA, G. B. Nutrição de animais monogástricos de produção. Expressão gráfica editora: 204, 2016.

EUCLYDES, R. F. SAEG: Sistema para Análises Estatísticas (versão 9.1). Fundação Arthur Bernardes, 2007.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action. Rome, Italy, Food and Aquaculture Organization of United Nations (FAO-ONU), 2020. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.

FREITAS, J. J. G.; BACH, E. E.; DA COSTA BORDON, I. C. A.; HIPOLITO, M. e FERREIRA, C. M. Resposta hepática à suplementação alimentar em rãs-touro sob condição de estresse. Boletim do Instituto de Pesca 40(2): 261-269, 2018.

GEMEDE, H. F. e RATTA, N. Antinutritional factors in plant foods: Potential health benefits and adverse effects. International Journal of Nutrition and Food Sciences 3(4): 284-289, 2014. <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20140304.18>.

HUANG, K.; ZHANG, C.; WANG, L.; SONG, K. e HUANG, F. Effects of dietary protein and lipid levels on growth of bullfrog (*Rana catesbeiana*). Journal of Fisheries of China 38(6): 877-887, 2014.

JUNIOR, J. F.; DE STÉFANI, M. V. e MARTINS, M. L. Parâmetros hematológicos de rã-touro, *Rana catesbeiana*, alimentada com diferentes rações comerciais. Boletim do Instituto de Pesca 32(2): 173-181, 2018. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v27i3.1214>.

KORSCHGEN, L. J. e MOYLE, D. L. Food habits of the bullfrog in central Missouri farm ponds. American Midland Naturalist: 332-341, 1955. <https://doi.org/10.2307/2422571>.

LOFTS, B. Physiology of the Amphibia, Elsevier, 623pg, 2012.

LOGATO, P. V. R. Nutrição e alimentação de peixes de água doce. Aprenda Fácil, 130pg, 2011.

MANSANO, C. F. M. Digestibilidade e exigência de aminoácidos para rã-touro. Tese (Doutorado em Aquicultura), Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 128pg, 2007.

MANSANO, C.; MACENTE, B.; NASCIMENTO, T.; PINTO, D.; PEREIRA, M. e DE STÉFANI, M. Digestibility of nutrients and energy in ingredients for bullfrogs during different phases of development. Aquaculture Nutrition 23(6): 1368-1378, 2017. <https://doi.org/10.1111/anu.12512>.

MANSANO, C. F. M.; MACENTE, B. I.; DO NASCIMENTO, T. M. T.; PEREIRA, M. M.; KHAN, K. U.; DA SILVA, E. P.; TAKAHASHI, L. S. e DE STÉFANI, M. V. Amino acid digestibility of protein and energy ingredients of plant origin in bullfrog (*Lithobates catesbeianus*). Aquaculture Reports 18: 100413, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100413>.

MONICCE, G. G.; ROCHA, P. R. D. A. e LIMA, A. B. C. R. Capacidade de forrageio e preferência alimentar da espécie invasora *Lithobates catesbeianus* (SHAW, 1802) *ex situ*. Biodiversidade 19(2): 177-186, 2020.

MOURIÑO, J. L. P. e STÉFANI, M. V. D. Métodos de coleta de fezes para determinação da digestibilidade proteica em rã-touro (*Rana catesbeiana*). Ciência Rural 36(3): 954-958, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000300035>.

OLVERA-NOVOA, M. A.; ONTIVEROS-ESCUZIA, V. M. e FLORES-NAVA, A. Optimum protein level for growth in juvenile bullfrog (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). Aquaculture 266(1-4): 191-199, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.02.013>.

PEREIRA, M. M.; MANSANO, C. F. M.; PERUZZI, N. J. e DE STEFANI, M. V. Nutrient deposition in bullfrogs during the fattening phase. Boletim do Instituto de Pesca 41(2): 305-318, 2015.

PESSIER, A. P. e MENDELSON, J. R. A Manual for Control of Infectious Diseases in Amphibian Survival Assurance Colonies and Reintroduction Programs. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, 284. 2017.

PIRES, B. D. S.; DE ARAÚJO PEDRON, F. e DE CARVALHO, P. T. Formulação e preparo de rações para organismos aquáticos. 2017.

RODRIGUES, M.; MOURA, O. e LIMA, S. Determination of the metabolizable energy of some feed for bullfrog (*Rana catesbeiana*). Boletim do Instituto de Pesca 30: 147-154, 2004.

RODRIGUES, M. L.; LIMA, S. L.; DE MOURA, O. M.; AGOSTINHO, C. A.; DA SILVA, J. H. V.; DA CRUZ, G. R. B.; CAMPOS, V. M.; CASALI, A. P.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A. e MENDES, R. R. B. Efeito dos níveis de proteína e relação energia/proteína sobre o desempenho da rã touro. Archivos de Zootecnia 56(216): 939-942, 2007.

ROSSETTO, J. F. e SIGNOR, A. Inovações tecnológicas empregadas em coprodutos gerados pelo processamento do pescado. PUBVET 15: 134, 2020. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n 0 4a796.1-11>.

ROSTAGNO, H.; ALBINO, L.; HANNAS, M.; DONZELE, J.; SAKOMURA, N.; PERAZZO, F.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M.; RODRIGUES, P. e OLIVEIRA, R. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2017.

SAKOMURA, N. e ROSTAGNO, H. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos Jaboticabal, SP FUNESP, 262. 2016.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. D.; COSTA, F.; FERNANDES, J. e HAUSCHILD, L. Nutrição de não ruminantes. Editora FUNEP, 678pg, 2014.

SEIXAS FILHO, J. T. D. Alimentação e nutrição aplicada a aquicultura. Publit, 242pg, 2009.

SEIXAS FILHO, J. T. D.; HIPÓLITO, M.; PEREIRA, M. M.; RODRIGUES, E. e MELLO, S. C. R. P. Liver histopathological changes in breeding bullfrogs. Acta Scientiarum. Biological Sciences 35(4): 461-465, 2013. <http://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v35i4.15981>.

SEIXAS FILHO, J. T. P., M. M.; MELLO, S. C. R. P. Manual de ranicultura para o produtor, FIPERJ, RJ. 2017.

SILVA, E. T. A Rã-Touro Norte-Americana (*Lithobates catesbeianus*), uma espécie invasora no Brasil. Revista de Ciências 7(1), 2016.

STÉFANI, M. V. D.; PEREIRA, M. M.; RECHE, M. R. e MANSANO, C. F. M. Fecal collection methods for the determination of protein digestibility in bullfrogs. Ciência Rural 45: 1492-1495, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141369>.

VALENTE, L. M. Nutrição e alimentação de Peixes. Revista Ciência Elementar 6(4): 73, 2018. <https://doi.org/doi.org/10.24927/rce2018.073>.

WIRZ, R. R.; FONTANELLO, D.; SOARES, H. A.; DE FREITAS, E. A. N. e TEIXEIRA FILHO, A. R. Gain in weight of bullfrog (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802), reared in cages with a diet of rations with different protein levels consort with fly larvae (*Musca domestica*). Boletim do Instituto de Pesca 19(único): 83-88, 2018.

ZENG, Q. H.; RAHIMNEJAD, S.; WANG, L.; SONG, K.; LU, K. e ZHANG, C. X. Effects of guanidinoacetic acid supplementation in all-plant protein diets on growth, antioxidant capacity and muscle energy metabolism of bullfrog *Rana (Lithobates) catesbeiana*. Aquaculture Research 49(2): 748-756, 2018. <https://doi.org/10.1111/are.13505>.

ZHANG, C.-X.; FENG, W.; WANG, L.; SONG, K. e LI, P. Optimal dietary methionine requirement of bullfrog *Rana (Lithobates) catesbeiana*. Aquaculture 464: 576-581, 2016a. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.08.011>.

ZHANG, C.-X.; HUANG, K.-K.; LE LU, K.; WANG, L.; SONG, K.; ZHANG, L. e LI, P. Effects of different lipid sources on growth performance, body composition and lipid metabolism of bullfrog *Lithobates catesbeiana*. Aquaculture 457: 104-108, 2016 b. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.02.023>.

ZHANG, C.-X.; HUANG, K.-K.; WANG, L.; SONG, K.; ZHANG, L. e LI, P. Apparent digestibility coefficients and amino acid availability of common protein ingredients in the diets of bullfrog, *Rana (Lithobates) catesbeiana*. Aquaculture 437: 38-45, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.11.015>.

CAPÍTULO III

DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES DE ORIGEM ANIMAL PARA RÃ-TOURO (*Lithobates catesbeianus*) PÓS-METAMÓRFICA EM QUATRO CLASSES DE PESO

Este capítulo foi escrito seguindo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia, vigentes em julho de 2021 e disponíveis em: <https://www.rbz.org.br/instructions-authors/>

DIGESTIBILIDADE DE INGREDIENTES DE ORIGEM ANIMAL PARA RÃ-TOURO (*Lithobates catesbeianus*) PÓS-METAMÓRFICA EM QUATRO CLASSES DE PESO

Resumo: Os ingredientes proteicos são os mais caros na formulação de dietas. Conhecer a digestibilidade de fontes de proteína de origem animal como as farinhas de peixe e farinhas e carne e ossos, permitem o melhor uso desses ingredientes, reduzindo custos e permitindo dietas que melhor atendam às exigências nutricionais dos animais. Atento a isto, este trabalho foi realizado com o objetivo de definir a digestibilidade de ingredientes de origem animal para rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) pós-metamórfica em quatro classes de peso. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4, avaliando dois ingredientes de origem animal (farinha de peixe e farinha de carne e ossos) em quatro classes de peso da rã-touro (40g, 80g, 160g e 220g), com seis repetições por tratamento e seis animais por unidade experimental. Foram utilizadas 432 rãs-touro, divididas em quatro classes de peso, 40±10g, 80±10g, 160±10g e 220±10g. Após o jejum de 96 horas, os animais foram submetidos à alimentação induzida com os ingredientes na proporção de 5% do peso vivo do animal. Para cada tratamento, os animais foram distribuídos em 6 caixas de polietileno de 12 litros de volume útil com 500 ml de água, em sala climatizada com 27°C e fotoperíodo de 12 horas de luz. Os coeficiente de digestibilidades da matéria seca para a farinha de peixe e farinha de carne e ossos apresentaram médias de, respectivamente, 70,02% e 64,74%. Para a proteína bruta os mesmos ingredientes apresentaram médias de 78,20% e 66,14%. Para o extrato etéreo as médias dos coeficientes de digestibilidades foram de 73,21% e 80,74%. As médias para a digestibilidade da matéria mineral foram 46,29% e 47,71%. Os coeficientes de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos apresentaram médias de 59,43% e 30,06%. A farinha de peixe e a farinha de carne e ossos são boas fontes de nutrientes para a rã-touro. Os ingredientes tem proteína bruta e extrato etéreo de alta digestibilidade em todas as classes de peso. A digestibilidade da matéria mineral dos ingredientes é bastante variável. A digestibilidade dos carboidratos não fibrosos da farinha de peixe é semelhante em todas as classes enquanto a farinha de carne e ossos tem alta variação, porém, os níveis desse nutriente nos ingredientes avaliados são muito baixos ou insignificantes.

Palavras-chave: rã-touro, digestibilidade, proteína animal, nutrição.

DIGESTIBILITY OF INGREDIENTS OF ANIMAL ORIGIN FOR POST-METAMORPHIC BULL FROG (*Lithobates catesbeianus*) IN FOUR WEIGHT CLASSES

Abstract: Protein ingredients are the most expensive in formulating diets. Knowing the digestibility of animal protein sources such as fish and meat and bone meal allows the best use of these ingredients, reducing costs and allowing diets that better meet the nutritional requirements of animals. Aware of this, this work was carried out with the objective of defining the digestibility of fish meal and meat and bone meal for post-metamorphic bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in four weight classes. A total of 432 bullfrogs were used, divided into four weight classes, 40±10g, 80±10g, 160±10g and 220±10g. For each stage, the animals were distributed in 36 polyethylene boxes of 12 liters of useful volume, with 500 ml of water. After fasting for 96 hours, the animals were subjected to induced feeding with the test ingredients in the proportion of 5g/100g of the animal's live weight, using one of the tested ingredients, namely, fish meal and meat and bone meal, and a group to determine endogenous losses. Therefore, a completely randomized design with two treatments (ingredients), six replications and six animals per experimental unit was used. The dry matter digestibility of fishmeal in the 40g class is reduced, increases in the 80g class and remains stable in the 160g and 220g classes. The digestibility of crude protein from fishmeal is reduced in the 40g class compared to 80g, 160g and 220g. Meat and bone meal presented a crude protein digestibility coefficient of 84.37% in the 40g class, higher than that found for the 80g (70.15%), 160g (57.13%) and 220g (51.96%). The digestibility coefficient of the fishmeal ether extract, in the 40g class, was 55.63%, 80g, 82.01%, 160g, 87.77%, and 220g, 67.47%. The digestibility coefficients of the ether extract of meat and bone meal did not show statistically significant differences between any of the evaluated classes, with coefficients ranging from 71.28% to 89.03%. Fish meal and meat and bone meal are good sources of crude protein and ether extract for bullfrogs, being reduced in the 40g class and higher in the 80g, 160g and 220g classes. The digestibility of mineral matter and non-fibrous carbohydrates in fishmeal and meat-and-bone meal is stable between weight classes.

Key-words: bullfrog, digestibility, animal protein, nutrition.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as diversas barreiras ao sucesso da ranicultura como atividade produtiva sustentável, a falta de dieta adequadamente formulada para a rã-touro é o fator de impacto mais dramático sobre o ramo. Por não haver disponível no mercado, ainda, uma ração especificamente formulada para a rã-touro, utiliza-se na ranicultura a ração para peixes carnívoros (40 a 44% de Proteína Bruta). As rações para peixes carnívoros apresentam as vantagens de serem comercialmente acessíveis e proporcionarem boa conversão alimentar na rã-touro (Cribb et al., 2013; Seixas Filho, 2017), ainda que não tenham sido formuladas levando em consideração a disponibilidade real dos nutrientes contidos nessas rações para a este animal.

A dieta ideal deve atender às necessidades nutricionais do animal, permitindo desenvolvimento adequado e sustentável em todas as fases do sistema produtivo.

Nutricionalmente, uma das maiores diferenças entre a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) pós-metamórfica e os girinos, é a exigência de maior teor de proteína na dieta. As principais fontes de proteínas são ingredientes de origem animal como a farinha de peixe e a farinha de carne e ossos.

O aproveitamento das farinhas de proteína animal coproduto do abate de aves, suínos e bovinos, ou filetagem do pescado, reduz o potencial impactante do descarte dos resíduos do processamento da carcaça e permite maior valorização da cadeia da carne (Rossetto et al., 2020). Fontes de proteína de origem animal apresentam boa digestibilidade para animais carnívoros, níveis consideráveis de lipídios e boa relação aminoácídica.

Diferentes autores buscaram determinar a digestibilidade de ingredientes de proteína animal, tanto para a rã-touro como para outros organismos aquáticos (Braga et al., 1998; Castro et al., 2001; Rodrigues et al., 2004; Braga et al., 2010; Zhang et al., 2015; Mansano et al., 2017; Mansano et al., 2020). No entanto, muitos desses trabalhos ainda estão incompletos e com ausência de informações relacionadas à digestibilidade de vários nutrientes ou em diferentes fases de desenvolvimento da rã-touro.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de definir a digestibilidade dos ingredientes de origem animal farinha de peixe e da farinha carne e ossos, para rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) pós-metamórfica em quatro classes de peso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Ranário Experimental do Departamento de Biologia Animal e no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, ambos da Universidade Federal de Viçosa, no período de janeiro de 2020 a abril de 2021.

Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Viçosa - protocolo de número 40/2021 - e realizados conforme a “Diretriz brasileira para o cuidado e a utilização de animais para fins científicos e didáticos - DBCA” do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA, 2013).

2.1 Material biológico, instalações, manejo e manutenção dos animais

Foram utilizadas 432 rãs-touro (*Lithobates catesbeianus*) pós-metamórficas, oriundas da mesma desova e obtidas no setor de reprodução do Ranário Experimental.

Os animais foram criados com ração comercial para peixes carnívoros (tabela 1) com adição de larva de *Musca domestica*, e alojados em 10 baias de manutenção com área total de 1,54 m², área seca de 0,95 m², dois comedouros (cochos) e uma canaleta com água (piscina).

As baias estavam em sala climatizada de fotoperíodo controlado para 12 horas de luz e 12 horas de escuro com a auxílio de lâmpadas fluorescentes (20 Watts, 1248 lúmens). A temperatura das salas era mantida constante em 27°C com o auxílio de aquecedores embutidos nas paredes e termostato. Quatro vezes o dia, removiam-se as sobras de ração dos cochos, ração seca era servida e a água da canaleta era totalmente trocada.

À medida que os animais atingiam as classes de peso médio (40±10g, 80±10g, 160±10g e 220±10g) para a avaliação das digestibilidades dos ingredientes, um grupo de 108 rãs eram transferidas para um tanque retangular de alvenaria, com dimensões de 1,25 cm x 1,62 cm X 1,55 cm, com água corrente para manter os animais hidratados. Os animais permaneceram nos tanques, em jejum, por 96 horas para o total esvaziamento do trato gastrointestinal visando a evitar que houvesse

contaminação da digesta e do bolo fecal a ser coletado no experimento com o resíduo de ração consumida anterior à execução experimental.

Tabela 1: Composição da ração comercial para peixes carnívoros utilizada na criação dos animais antes da realização do experimento.

Nutrientes	g/Kg
Proteína Bruta	440
Umidade	120
Extrato Etéreo	80
Matéria Mineral	150
Matéria Fibrosa	40
Cálcio (máx.)	45
Cálcio (mín.)	30
Fósforo	20
Vitamina C	450 (mg/Kg)

Após o jejum, cada animal foi pesado em balança analítica e induzido a consumir o ingrediente a ser avaliado na proporção de 5% de seu peso vivo (figura 1), mediante técnica derivada do proposto por Castro (1996) e aprimorada no próprio Ranário Experimental. Os ingredientes utilizados foram a farinha de peixe, coproduto da filetagem da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), e a farinha de carne e ossos, coproduto do abate e processamento da carcaça bovina. Para facilitar a deglutição foi adicionada água ao ingrediente na proporção de aproximadamente 10% do peso da porção a ser utilizada.

Figura 1: Amostras de 2g de farinha de carne e ossos utilizada na alimentação induzida da rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) de 40g de peso médio.



Um grupo de animais foi utilizado para o cálculo das perdas endógenas, sendo exposto ao mesmo processo, objetos e manejo que os animais que foram induzidos a deglutirem os ingredientes. A diferença é que os animais do grupo para cálculo das perdas endógenas não foram induzidos a deglutir nenhum ingrediente, servindo apenas para determinar perdas como pele, urina, muco e outros meios de contaminação das amostras durante o processo.

2.2 Metodologia de indução ao consumo

A técnica de indução utilizada consiste em colocar a porção de ingrediente na boca da rã e posicioná-la sob água corrente até que o degluta voluntariamente. Esta técnica faz uso deste reflexo natural da rã-touro de não abrir a boca quando estiver embaixo da água, mas, de deglutir o conteúdo, impulsionando-o com o globo ocular, que ao entrar na cavidade ocular, propulsiona o ingrediente em direção ao esfíncter esofágico.

Este método de indução do animal a consumir o ingrediente apresenta as vantagens de permitir controlar a quantidade de alimento consumido pelo animal com precisão, o que não é possível na alimentação *ad libidum*, sem a necessidade de utilização marcadores. A metodologia também permite ser realizada sem causar danos

ao epitélio do esôfago e estômago, como ocorre na alimentação forçada proposta por Castro (1996).

Na metodologia da indução da rã ao consumo, não ocorre o abate do animal como na coleta de fezes direto do intestino grosso utilizada por Mansano et al. (2017).

2.3 Alojamento dos animais e controle das condições experimentais

Os animais foram distribuídos em 18 caixas de polietileno de cor branca. As caixas tinham as dimensões de 25cm x 25cm x 60cm, 12 litros de volume útil, e acrescidas de 500mL de água para manter as rãs hidratadas e facilitar a coleta das fezes (figura 2).

As caixas foram mantidas em bancada com inclinação de 10°, permitindo área seca interna e lâmina d'água, simulando o sistema semisseco de criação de rãs (Cribb et al., 2013).

O experimento foi realizado dentro de sala climatizada com dimensões de 4m x 4m x 5m com controle de temperatura e fotoperíodo ajustados para manter 12 horas de luz e 12 horas de escuro utilizando 6 lâmpadas fluorescentes (20 Watts, 1248 lúmens), e 27,0°C constantes com o auxílio de dois aquecedores elétricos (2000 Watts de potência) e um termostato.

Figura 2: Rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) de 40g de peso médio, prestes a ser induzida a deglutir uma amostra de 2g de farinha de carne e ossos.



2.4 Coleta das fezes

Foi adotada a metodologia de coleta total descrita por Mouriño et al. (2006) e recomendado por Stéfani et al. (2015). Diariamente o conteúdo líquido das caixas (água e fezes excretadas no período) eram coletadas, armazenadas em freezer -20°C e a água limpa repostas.

O procedimento de coleta foi repetido até se completar o tempo mínimo para total passagem do alimento pelo trato gastrointestinal da rã-touro, definido por Camargo-Filho (2009) e indicado na tabela 2.

Tabela 1: Tempo mínimo (horas) para completa passagem da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos pelo trato gastrointestinal da rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) em diferentes faixas de peso conforme definido por Camargo-Filho (2009).

Classes de peso	Ingredientes / Horas	
	Farinha de peixe	Farinha de carne e ossos
10 -40g	72	72
40-70g	68	68
150-240g	68	68

2.5 Análises laboratoriais e cálculo da digestibilidade

As amostras foram liofilizadas e sua composição determinada conforme metodologia recomendada por Detmann et al. (2012) e aprovada pela AOAC (2016).

Estimou-se o conteúdo de Matéria Seca (MS) em 105°C por 16 horas (INCT-CA G-003/1), Proteína Bruta (PB) através do método de Kjeldahl (INCT-CA N-001/1), Extrato Etéreo (EE) através do método de Randall (INCT-CA G-005/1), Fibra Insolúvel em Detergente Neutro (FDN) como definido pelo método de Van Soest (INCT-CA F-002/1), Matéria Mineral (MM) por queima há 550°C durante 3 horas (INCT-CA M-

001/1), e Carboidratos Não Fibrosos (CNF) pela equação matemática descrita por Detmann et al. (2012).

A partir dos resultados foram calculados os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e carboidratos não fibrosos para a farinha de peixe e a farinha de carne e ossos, nas classes de peso de $40\pm 10\text{g}$, $80\pm 10\text{g}$, $160\pm 10\text{g}$ e $220\pm 10\text{g}$, conforme a equação 1 (Sakomura et al., 2016).

$$Dig(\%) = \frac{[Nut\ Consumido(g) - (Nut\ Excretado(g) - Nut\ Endógeno(g))]}{Nut\ Consumido(g)} * 100$$

Equação 1: Equação matemática do cálculo da digestibilidade do nutriente.

Dig – Coeficiente de digestibilidade, *Nut* – Nutriente (Sakomura et al., 2016).

2.6 Análises estatísticas

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado, utilizando o esquema fatorial 2×4 , em que cada tratamento (ingrediente x classe) possuía seis repetições e seis animais por unidade experimental.

Os dados coletados foram estatisticamente comparados através da análise de variância (ANOVA) realizada pelo software SAEG (Sistema para Análises Estatísticas) Versão 9.1 (Euclides, 2007). Quando a diferença estatística era significativa, aplicou-se o teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) para comparação entre as médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e carboidratos não fibrosos, da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos, estão indicados na tabela 3.

Tabela 3: Composição bromatológica da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos. MS - Matéria Seca, PB - Proteína Bruta, EE – Extrato Etéreo, MM - Matéria Mineral, CNF - Carboidratos Não fibrosos, %_{MS} – Porcentagem da matéria seca

Ingredientes	Nutrientes				
	MS (%)	PB (% _{MS})	EE (% _{MS})	MM (% _{MS})	CNF (% _{MS})
Farinha de peixe	91,64	51,89	9,18	21,73	17,02
Farinha de carne e ossos	93,04	46,00	13,94	39,26	0,00

De forma geral, a farinha de peixe e a farinha de carne e ossos apresentaram coeficientes de digestibilidade altos para todos os nutrientes avaliados. Os ingredientes são utilizados, principalmente, como fonte de proteína bruta em substituição ou complemento ao farelo de soja, por este apresentar fatores antinutricionais que reduzem a digestibilidade e a palatabilidade da dieta. Com coeficientes de digestibilidade da proteína bruta de 50% a 90%, e livres de fatores antinutricionais, a farinha de peixe e a farinha de carne e ossos são bons ingredientes para a nutrição da rã-touro.

3.1 Matéria Seca

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos para a rã-touro em quatro classes de peso, estão indicados na tabela 4.

A farinha de peixe apresentou coeficientes de digestibilidade nas classes de 80g (70,92%), 160g (81,39%) e 220g (75,02%), superiores aos determinados nas mesmas classes para a farinha de carne e ossos, sendo, respectivamente, 66,05%,

52,28% e 71,29%. Portanto, a farinha de peixe apresenta matéria seca de maior digestibilidade para a rã-touro nas classes de 80g, 160g e 220g.

As médias dos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes, farinha de peixe, 70,02%, e farinha de carne e ossos, 64,74%, apresentaram diferenças estatisticamente significativas, enquanto que para a comparação entre classes, as médias foram estatisticamente não significativas. Permitindo concluir que há diferença nos coeficientes de digestibilidade entre os dois ingredientes, mas, não entre as quatro classes de peso.

Tabela 4: Coeficientes de digestibilidade (%) da matéria seca da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos para a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) em quatro classes de peso.

Ingredientes	Classes de peso				Médias
	40g	80g	160g	220g	
Farinha de peixe	52,60 b C	70,90 a B	81,39 a A	75,02 a AB	70,02 a
Farinha de carne e ossos	69,69 a A	66,05 a A	52,28 b B	71,29 a A	64,74 b
Médias	60,98 B	68,48 A	66,84 A	73,16 A	
Valor P	Ingredientes		Classes		Interação
	0,0046		0,0002		<0,0001

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente para teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

O coeficiente de digestibilidade da matéria seca da farinha de peixe na classe de 40g, 52,02%, apresentou diferenças estatisticamente significativas em comparação com as classes de 80g, 70,90%, 160g, 81,39%, e 220g, 75,20%. Portanto, o coeficiente de digestibilidade da matéria seca da farinha de peixe é menor na classe de 40g, aumentando nas classe seguintes, de 80g, 160g e 220g.

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca da farinha de carne e ossos, sendo, em 40g, 70,39%, 80g, 66,05%, 160g, 52,28%, e em 220g, 71,29%. Corroborando com o indicado pela média entre classes de que não há diferença estatística significativa, permitindo

concluir que os coeficientes de digestibilidade deste ingrediente em qualquer das classes de peso da rã-touro, são semelhantes.

O coeficiente de digestibilidade da matéria seca da farinha de peixe na classe de 160g, 81,39%, foi semelhante ao determinado por Zhang et al. (2015) para a rã-touro de $153\pm 3g$, 82,9%, utilizando metodologia na qual os animais eram alojados em gaiolas de fundo telado, as fezes eram coletadas por 30 dias, e temperatura ambiente de 25°C. Apesar da metodologia ser diferente os coeficientes aproximados indicam que ambas as metodologias são eficientes para se determinar o coeficiente de digestibilidade da farinha de peixe para a rã-touro.

Braga et al. (1998), utilizando metodologia semelhante a da alimentação induzida, determinaram para rãs de 30g, o coeficiente de digestibilidade da farinha de peixe como sendo de 59,82%, e, para animais de 132g, coeficiente de 61,97%. Coeficientes aproximados a, em classes equivalentes, de 40g, 52,02%, e inferior a classe de 160g, 81,39%.

Castro et al. (2001) determinaram os coeficientes de digestibilidade da matéria seca da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos, para animais na fase de desenvolvimento de 27,3g, de 55,16% e 29,63%, e para animais de 128,5g, de 60,24% e 59,01%. As fases de desenvolvimento utilizadas não equivalem diretamente a nenhuma classe de peso, porém, nota-se proximidade com os coeficientes determinados para os animais nas classes de 40g, 52,60% e 69,69%, e de 160g, 81,39% e 52,28%.

3.2 Proteína Bruta

Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos para a rã-touro em quatro classes de peso, estão indicados na tabela 5.

Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta da farinha de peixe apresentaram diferença estatisticamente significativa entre as quatro classes de peso avaliadas. Porém, na classe de 40g, a digestibilidade da proteína bruta é de 61,77%, aumentando para 83,43% em 80g, em 160g, 91,01%, e em 220g, 76,58%. Portanto, a digestibilidade da proteína bruta da farinha de peixe, é menor na classe de 40g em comparação com a 80g, 160g e 220g. A rã-touro da classe de 40g está em estágio

juvenil de desenvolvimento, apresentando intenso crescimento muscular e desenvolvimento corporal (Lofts, 2012). A reduzida digestibilidade da proteína bruta nesta classe pode comprometer o desenvolvimento e o desempenho zootécnico do animal.

Tabela 5: Coeficientes de digestibilidade (%) da proteína bruta da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos, para a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) em quatro classes de peso.

Ingredientes	Classes de peso								
	40g		80g		160g		220g		Médias
Farinha de peixe	61,77	b C	83,43	a B	91,01	a A	76,58	a B	78,20 a
Farinha de carne e ossos	84,37	a A	70,15	b B	57,13	b C	52,96	b C	66,14 b
Médias	73,07	A	76,79	A	74,07	A	64,77	B	
Valor P	Ingredientes				Classes		Interação		
	<0,0001				<0,0001		<0,0001		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente para teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

As diferenças nos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta da farinha de peixe, para a rã-touro, entre as classes de peso, tem como possível explicação a menor atividade da tripsina no duodeno - fato definido por Braga et al. (2004) - aumentando até alcançar estabilidade nas classes de 80g e 160g. Esta enzima é produzida pelas células acinares do pâncreas na forma inativa denominada tripsinogênio, que secretado no duodeno se transforma em tripsina ativa, clivando proteínas em aminoácidos. O aumento na atividade enzimática da tripsina permite a maior clivagem das proteínas presentes na farinha de peixe em peptídeos e aminoácidos. Assim, uma parcela maior de aminoácidos é absorvida pelos enterócitos presentes nas vilosidades do intestino delgado, resultando na maior digestibilidade da proteína bruta nas classes mais pesadas.

O uso da farinha de peixe na formulação de dietas para a rã-touro resultará em grandes benefícios, já que além dos coeficientes de digestibilidade encontrados de 61,77% a 91,01%, a farinha de peixe é, conforme Seixas Filho (2009), uma excelente

fonte de proteínas, em função, principalmente, das quantidades adequadas dos aminoácidos lisina e metionina, possuindo também lipídios de alto valor biológico.

O coeficientes de digestibilidade da proteína bruta da farinha de peixe na classe de 40g (55,63%) é semelhante ao determinado por Castro et al. (2001) para o mesmo ingrediente (55,16%) e menor que os determinados por Mansano et al. (2017) para a farinha de salmão (87,3%), farinha de resíduos de tilápia (77,9%) e a farinha de sardinha (64,8%), em rã-touro de mesma classe de peso. Ainda comparando com os dados coletados por Mansano et al. (2017), para a classe de peso de 80g, o coeficiente de digestibilidade, 83,43%, foi maior que os determinados para farinha de salmão (73,3%), farinha de resíduos de tilápia (76,9%) e a farinha de sardinha (57,8%). Na classe de 160g, o coeficiente de digestibilidade, 91,01%, é maior que os coeficientes da farinha de salmão, 71,8%, farinha de resíduos de tilápia, 65,2%, e farinha de sardinha, 40,4%. As diferença encontradas podem ser resultado de inúmeros fatores, como diferenças metodológicas, ingredientes de composição muito discrepantes ao utilizados neste trabalho, fatores intra-laboratoriais, ou até mesmo fatores ambientais como o controle de temperatura na execução experimental.

A farinha de carne e ossos apresentou coeficiente de digestibilidade da proteína bruta de 84,37% na classe de 40g, superior ao encontrado para as classes de 80g (70,15%), 160g (57,13%) e 220g (51,96%). Portanto, concluímos que é uma fonte de proteína bruta de boa digestibilidade para a rã-touro na classe de 40g, podendo ser utilizada em conjunto com a farinha de peixe para se obter proteína bruta da dieta de melhor disponibilidade para o animal conforme as classes de peso.

Mansano et al. (2017) encontrou coeficientes de digestibilidade da proteína bruta da farinha de carne e ossos para animais de 30 a 50g, de 87,3%, para animais de 80 a 110g, de 44,5%, e, de 150 a 200g, de 33,5%. Portanto, semelhantes aos definidos por este trabalho para, nas classes equivalentes e subsequentes, 40g (84,37%), e menores para as classes de 80g (70,15%) e 160g (57,13%).

Mansano et al. (2007) determinando os coeficientes de digestibilidade de diferentes ingredientes de origem animal para a rã-touro, utilizou metodologia da alimentação forçada com coleta das fezes direto do cólon distal, necessitando que o animal seja sacrificado. As semelhanças encontradas entre os coeficientes determinados por este trabalho, utilizando a metodologia da alimentação induzida com coleta total das fezes, e a metodologia de coleta das fezes direto do cólon distal,

indicam que as duas metodologias tem eficiência também semelhantes. Porém, a alimentação induzida com coleta total, não demanda o sacrifício do animal, respeitando os padrões éticos de experimentação animal exigidos pelo CONCEA (2013) e de diversos órgãos internacionais de regulação da experimentação com animais.

3.3 Extrato Etéreo

Os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos para a rã-touro em quatro classes de peso, estão indicados na tabela 6.

As médias dos coeficientes de digestibilidade indicaram haver diferenças estatisticamente significativas entre os ingredientes, e na comparação entre classes de peso, a estatística indicou diferenças também significativas entre 40g e as demais classes de peso. Permitindo concluir que farinha de peixe e a farinha de carne e ossos apresentam coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo, diferentes, e cada ingrediente tem coeficiente de digestibilidade na classes de 40g também diferente dos coeficientes nas demais classes, 80g, 160g e 220g.

O coeficiente de digestibilidade do extrato étero da farinha de peixe na classe de 40g foi de 55,63%, menor e estatisticamente diferente quando comparado as classes de 80g (82,01%), 160g (87,77%) e 220g (67,47%). A menor digestibilidade do extrato etéreo na classe de 40g pode ser explicado pelo fato de que a atividade da enzima lipase, na rã-touro, é reduzida na classe de 40g e aumenta nas classes subsequentes, como determinado por Braga et al. (2006). A lipase é uma enzima digestiva produzida no pâncreas e tem por função clivar as moléculas de gordura em ácidos graxos, facilitando a absorção pelos enterócitos. Afirmamos que, as diferenças na atividade enzimática da lipase no duodeno da rã-touro, entre as classes de peso, influenciou nos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos.

Tabela 6: Coeficientes de digestibilidade (%) do extrato etéreo da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos, para a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) em quatro classes de peso.

Ingredientes	Classes de peso				
	40g	80g	160g	220g	Médias
Farinha de peixe	55,63 b B	82,01 a A	87,77 a A	67,47 b B	73,21 a
Farinha de carne e ossos	77,12 a AB	87,82 a A	71,28 b B	89,03 a A	80,74 b
Médias	66,38 B	84,92 A	79,53 A	78,25 A	
Valor P	Ingredientes		Classes		Interação
	0,0074		0,0002		<0,0001

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente para teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo da farinha de carne e ossos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre nenhuma das classes avaliadas, com coeficientes variando de 71,28% a 89,03% de digestibilidade e média de 80,74%. Podemos explicar o observado como resultado do alto teor de matéria mineral presente na farinha de carne e ossos (39,26%), oriundo, principalmente, da matriz ossea, que atua dificultando a atividade das lipases digestivas sobre os lipídios, reduzindo a digestibilidade do extrato etéreo.

Mansano et al. (2017) determinaram coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo da farinha de carne e ossos para animais de 30 a 50g, de 70,3%, para animais de 80 a 110g, de 83,6%, e para animais de 150 a 200g, de 83,7%. Estes dados foram aproximados aos definidos para, nas classes equivalentes e subsequentes, 40g (77,12%), 80g (87,82%) e 160g (71,28%). Os coeficientes semelhantes permitem concluir, novamente, que a metodologia da alimentação induzida com coleta total das fezes, e a metodologia de coleta das fezes direto do cólon distal, ambas são eficientes e permitem encontrar valores aproximados de digestibilidade para os ingredientes utilizados.

3.4 Matéria Mineral

Os coeficientes de digestibilidade da matéria mineral da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos para a rã-touro em quatro classes de peso, estão indicados na tabela 7.

Os coeficientes de digestibilidade foram bastante variáveis, de 29,91% a 56,77% para a farinha de peixe e de 28,55% a 60,06% para a farinha de carne e ossos.

Para os coeficientes de digestibilidade da matéria mineral presentes na farinha de peixe e na farinha de carne e ossos, as médias não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os ingredientes ou entre as classes de peso de 40g, 80, e 160g. Permitindo concluir que os coeficientes de digestibilidade deste nutriente para a rã-touro, são semelhantes em ambos os ingredientes e independentes da classe de peso.

Tabela 7: Coeficientes de digestibilidade (%) da matéria mineral da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos, para a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) em quatro classes de peso.

Ingredientes	Classes de peso								
	40g		80g		160g		220g		Médias
Farinha de peixe	54,23	a A	44,29	b B	54,77	a A	29,91	a C	46,29 a
Farinha de carne e ossos	56,74	a A	60,06	a A	45,52	b B	28,55	a C	47,71 a
Médias	55,49	A	52,18	A	50,15	A	29,23	B	
Valor P	Ingredientes		Classes		Interação				
	0,2266		<0,0001		<0,0001				

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente para teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

Neste estudo foi possível identificar que os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta e do extrato etéreo dos ingredientes de origem animal, farinha de peixe e farinha de carne e ossos, são bastante variáveis entre as classes de peso da rã-touro, tendo como possível explicação para o fenômeno observado, a interferência

dos altos níveis de matéria mineral encontrados nesses ingredientes, como indicado na tabela 3, sobre a digestibilidade dos demais nutrientes.

3.5 Carboidratos Não Fibrosos

Os coeficientes de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos na rã-touro em quatro classes de peso, estão indicados na tabela 8.

Os coeficientes de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos foram estaticamente semelhantes e bem próximos na farinha de peixe, sendo, para 40g, 80g, 160g e 220g, respectivamente, 55,72%, 54,91%, 76,37% e 50,71%. Enquanto que para a farinha de carne e ossos os coeficientes apresentaram alta variação, de 8,06% a 46,35%. Porém, como Rostagno et al. (2017) coloca, os níveis de carboidratos não fibrosos presentes na farinha de peixe são muito baixos, e, no caso da farinha de carne e ossos são insignificantes.

Tabela 8: Coeficientes de digestibilidade (%) dos carboidratos não fibrosos da farinha de peixe e da farinha de carne e ossos, para a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) em quatro classes de peso.

Ingredientes	Classes de peso				Médias
	40g	80g	160g	220g	
Farinha de peixe	55,72 a AB	54,91 a AB	76,37 a A	50,71 a B	59,43 a
Farinha de carne e ossos	46,35 a A	40,92 a A	19,08 a AB	10,3 b B	30,06 a
Médias	51,04 A	47,92 A	47,73 A	30,51 B	
Valor P	Ingredientes		Classes		Interação
	<0,0001		0,0076		0,0026

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente para teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

4. CONCLUSÕES

A farinha de peixe e a farinha de carne e ossos tem proteína bruta e extrato etéreo de alta digestibilidade para a rã-touro em todas as classes de peso. A digestibilidade da matéria mineral dos ingredientes é bastante variável. A digestibilidade dos carboidratos não fibrosos da farinha de peixe é semelhante em todas as classes, enquanto a farinha de carne e ossos tem alta variação dos coeficientes de digestibilidade deste nutriente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. Association of Official Analytical Chemists, 2016.

BRAGA, L. G. T.; LIMA, S. L.; DONZELE, J. L. e CASTRO, J. Valor nutritivo de alguns alimentos para rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) na fase de recria. Revista Brasileira de Zootecnia 27(2): 203-209, 1998.

BRAGA, L. G. T.; OLIVEIRA, M. G. D. A.; LIMA, W. C. e EUCLYDES, R. F. Atividade da tripsina em rã-touro na fase pós-metamórfica. Revista Brasileira de Zootecnia 33(4): 821-827, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000400001>.

BRAGA, L. G. T.; OLIVEIRA, M. G. D. A.; LIMA, W. C. e EUCLYDES, R. F. Enzymatic activity of lipase in post-metamorphic phase bullfrogs. Scientia Agricola 63(5): 439-443, 2006.

BRAGA, L. G. T.; RODRIGUES, F. L.; DE AZEVEDO, R. V.; CARVALHO, J. S. O. e RAMOS, A. P. S. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de coprodutos agroindustriais para tilápia do Nilo. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal 11(4), 2010.

CAMARGO-FILHO, C. B. Características alimentares e potencial impactante da rã-touro *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802). Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal de Viçosa, 2009.

CASTRO, J. C. Estrutura funcional do tubo digestivo e adaptação de uma metodologia para determinar os valores de energia metabolizável de alimentos para rã touro (*Rana catesbeina* Shaw, 1802). Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, 1996.

CASTRO, J. C.; SILVA, D. A. V. D.; SANTOS, R. B.; MODENESI, V. F. e ALMEIDA, E. F. D. Valor nutritivo de alguns alimentos para rãs. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30(3): 605-610, 2001.

CONCEA. Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. Diretriz brasileira para o cuidado e a utilização de animais para fins científicos e didáticos - DBCA. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2013.

CRIBB, A. Y.; AFONSO, A. M. e MOSTÉRIO, C. M. F. Manual técnico de ranicultura. *Embrapa Agroindústria de Alimentos* 73: 73, 2013.

DETMANN, E.; SOUZA, M. D.; VALADARES FILHO, S. D. C.; QUEIROZ, A. D.; BERCHIELLI, T.; SALIBA, E. D. O.; CABRAL, L. D. S.; PINA, D. D. S.; LADEIRA, M. e AZEVEDO, J. Métodos para análise de alimentos. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal, 214pg, 2012.

EUCLYDES, R. F. SAEG: Sistema para Análises Estatísticas (versão 9.1). Fundação Arthur Bernardes, 2007.

LOFTS, B. *Physiology of the Amphibia*, Elsevier, 623 pg, 2012.

MANSANO, C. F. M. Digestibilidade e exigência de aminoácidos para rã-touro. Tese (Doutorado em Aquicultura), Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2007.

MANSANO, C. F. M.; MACENTE, B. I.; DO NASCIMENTO, T. M. T.; PEREIRA, M. M.; KHAN, K. U.; DA SILVA, E. P.; TAKAHASHI, L. S. e DE STÉFANI, M. V. Amino acid digestibility of protein and energy ingredients of plant origin in bullfrog (*Lithobates catesbeianus*). *Aquaculture Reports* 18: 100413, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100413>.

MANSANO, C. F. M.; MACENTE, B. I.; NASCIMENTO, T. M. T.; PINTO, D. F. H.; PEREIRA, M. M. e DE STÉFANI, M. V. Digestibility of nutrients and energy in

ingredients for bullfrogs during different phases of development. *Aquaculture Nutrition* 23(6): 1368-1378, 2017. <https://doi.org/10.1111/anu.12512>.

MOURIÑO, J. L. P. e STÉFANI, M. V. D. Métodos de coleta de fezes para determinação da digestibilidade proteica em rã-touro (*Rana catesbeiana*). *Ciência Rural* 36(3): 954-958, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000300035>.

RODRIGUES, M.; MOURA, O. e LIMA, S. Determination of the metabolizable energy of some feed for bullfrog (*Rana catesbeiana*). *Boletim do Instituto de Pesca* 30: 147-154, 2004.

ROSSETTO, J. F. e SIGNOR, A. Inovações tecnológicas empregadas em coprodutos gerados pelo processamento do pescado. *PUBVET* 15: 134, 2020. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n 04a796.1-11>.

ROSTAGNO, H.; ALBINO, L.; HANNAS, M.; DONZELE, J.; SAKOMURA, N.; PERAZZO, F.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M.; RODRIGUES, P. e OLIVEIRA, R. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2017.

SAKOMURA, N. e ROSTAGNO, H. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. FUNESP, 262pg, 2016.

SEIXAS FILHO, J. T. D. Alimentação e nutrição aplicada a aquicultura. Rio de Janeiro, Publit, 242pg, 2009.

SEIXAS FILHO, J. T. P., M. M.; MELLO, S. C. R. P. Manual de ranicultura para o produtor, FIPERJ, 2017.

STÉFANI, M. V. D.; PEREIRA, M. M.; RECHE, M. R. e MANSANO, C. F. M. Fecal collection methods for the determination of protein digestibility in bullfrogs. *Ciência Rural* 45: 1492-1495, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141369>.

ZHANG, C.-X.; HUANG, K.-K.; WANG, L.; SONG, K.; ZHANG, L. e LI, P. Apparent digestibility coefficients and amino acid availability of common protein ingredients in the diets of bullfrog, *Rana (Lithobates) catesbeiana*. *Aquaculture* 437: 38-45, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.11.015>.

APÊNDICES

Apêndice 1: Resumo das análises de variância (ANOVA) da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e carboidratos não fibrosos, contidos nos ingredientes vegetais, para a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) pós-metamórfica em quatro classes de peso, e seus respectivos coeficientes de variação. Realizada com o auxílio do software SAEG (Sistema para Análises Estatísticas) Versão 9.1.

Matéria Seca

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ingredientes	5	13922.8	2784.56	31.3113	0.000000
Classes	3	3209.4	1069.79	12.0294	0.000001
Interação	15	2319.4	154.63	1.7387	0.049510
Resíduo	120	10671.8	88.93		
Total	143	30123.4			

CV = 11.62 %

Proteína Bruta

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ingredientes	5	33628	6725.6	109.135	0.0000e+00
Classes	3	37430	12476.6	202.456	0.0000e+00
Interação	15	16651	1110.1	18.013	5.1668e-24
Resíduo	120	7395	61.6		
Total	143	95104			

CV = 12.28 %

Extrato Etéreo

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ingredientes	5	3863.0	772.59	26.387	7.0000e-18
Classes	3	9188.4	3062.81	104.608	0.0000e+00
Interação	15	4122.3	274.82	9.386	3.3826e-14
Residuo	120	3513.5	29.28		
Total	143	20687.2			

CV = 6.5 %

Matéria Mineral

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ingredientes	5	23117	4623.3	67.763	0.0000e+00
Classes	3	10486	3495.4	51.231	2.1708e-21
Interação	15	20573	1371.5	20.102	6.0000e-26
Resíduo	120	8187	68.2		
Total	143	62363			
CV = 16.36 %					

Carboidratos Não Fibrosos

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ingredientes	5	158840	31768	5808.8	0.0000e+00
Classes	3	205	68	12.5	3.7519e-07
Interação	15	1284	86	15.7	0.0000e+00
Resíduo	120	656	5		
Total	143	160985			
CV = 4.13 %					

Apêndice 2: Resumo das análises de variância (ANOVA) da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e carboidratos não fibrosos, contidos nos ingredientes de origem animal, para a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) pós-metamórfica em quatro classes de peso, e seus respectivos coeficientes de variação (CV). Realizada com o auxílio do software SAEG (Sistema para Análises Estatísticas) Versão 9.1.

Matéria Seca

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ingredientes	1	333.7	333.75	9.0355	0.0045575
Classes	3	921.4	307.15	8.3154	0.0002037
Interação	3	3169.1	1056.37	28.5989	0.0000000
Resíduo	40	1477.5	36.94		
Total	47	5901.8			

CV = 9.02 %

Proteína Bruta

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ingredientes	1	1742.6	1742.55	86.143	2.0000e-11
Classes	3	966.8	322.26	15.931	5.7466e-07
Interação	3	5436.8	1812.26	89.589	0.0000e+00
Resíduo	40	809.1	20.23		
Total	47	8955.3			

CV = 6.23 %

Extrato Etéreo

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ingredientes	1	679.0	678.98	7.9674	0.0073851
Classes	3	2182.2	727.41	8.5357	0.0001676
Interação	3	2736.9	912.29	10.7052	0.0000268
Resíduo	40	3408.8	85.22		
Total	47	9006.9			

CV = 11.99 %

Matéria Mineral

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ingredientes	1	24.3	24.32	1.508	0.22663
Classes	3	5178.1	1726.05	107.002	0.00000
Interação	3	1125.4	375.13	23.255	0.00000
Resíduo	40	645.2	16.13		
Total	47	6973.1			

CV = 8.54 %**Carboidratos Não Fibrosos**

Fonte de variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Ingredientes	1	10351.8	10351.8	43.020	0.0000001
Classes	3	3302.9	1101.0	4.575	0.0075807
Interação	3	4046.6	1348.9	5.606	0.0026369
Resíduo	40	9625.1	240.6		
Total	47	27326.3			

CV = 34.67 %