

## Valor nutricional de alimentos alternativos para tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Soares, K.J.A.; Ribeiro, F.B.<sup>®</sup>; Bomfim, M.A.D. e Marchão, R.S.

Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal do Maranhão (CCAA/UFMA). Chapadinha. MA. Brasil.

### RESUMO

O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar a composição química e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), extrato etéreo (CDAEE) e da energia bruta (CDAEB) de alimentos alternativos para o tambaqui. No experimento foram utilizados 108 tambaquis com peso médio de  $165,3 \pm 15,6$  g, em seis tratamentos e três repetições, sendo seis peixes por parcela experimental. Foram confeccionadas seis rações experimentais, sendo uma ração referência, baseada de farelo de soja e milho, e, as demais contendo 70% da ração referência, e 30% dos alimentos testados (farelo de arroz integral (FAI), farinha do feno da folha da leucena (FFL), farinha do feno da folha da mandioca (FFM), raspa da raiz integral da mandioca (RRIM) e a torta de babaçu (TB)). Para avaliar a digestibilidade aparente dos nutrientes, utilizou-se o método indireto de coleta de fezes por decantação e dióxido de titânio como indicador inerte adicionado à dieta em uma concentração de 0,1 %. Entre os alimentos avaliados, a FFM, FFL e da TB contêm elevados teores de fibras, o que reduz os coeficientes de digestibilidade dos referidos alimentos. O FAI e a RRIM apresentam os maiores CDAMS, CDAPB, CDAEE e CDAEB, indicando que podem ser alimentos com potencial no uso em rações para tambaqui.

### Nutritional value of alternative food for tambaqui (*Colossoma macropomum*)

### SUMMARY

The experiment was conducted in order to determine the chemical composition and apparent digestibility coefficients (ADC) of dry matter (ADCDM), crude protein (ADCCP), ether extract (ADCEE) and gross energy (ADCGE) of alternative foods for tambaqui. In the experiment were used 108 tambaquis with average weight of  $165.3 \pm 15.6$  g, in six treatments and three replicates, being six fish per experimental plot. Six experimental rations were made, being a reference ration, based on soybean meal and corn, and the others containing 70% of the reference ration, and 30% of the foods tested (whole rice bran (WRB), hay meal of leucaena leaf (MLL), hay meal of cassava leaf (MCL), integral scrapings from cassava root (ISCR) and babassu meal (BM)). In order to evaluate the apparent digestibility of nutrients, the indirect method of collecting feces by decanting was used, using titanium dioxide as an inert indicator added to the diet in a concentration of 0.1%. Among the evaluated foods, the MLL, MCL and BM containing high levels of fiber, which reduces the food digestibility coefficients. Among the evaluated foods, WRB and ISCR showed higher ADCDM, ADCCP, ADCEE and ADCGE values, indicating that they could be used in tambaqui rations.

### PALAVRAS-CHAVE ADICIONAIS

Digestibilidade.  
Energia.  
Nutrição de peixes.  
Piscicultura.  
Proteína.

### ADDITIONAL KEYWORDS

Digestibility.  
Energy.  
Fish nutrition.  
Pisciculture.  
Protein.

### INFORMATION

Cronología del artículo.  
Recibido/Received: 27.05.2016  
Aceptado/Accepted: 07.10.2017  
On-line: 15.10.2017  
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:  
[felipebribeiro@yahoo.com](mailto:felipebribeiro@yahoo.com)

### INTRODUÇÃO

O aumento populacional mundial, a depleção nos estoques pesqueiros naturais e a busca por proteína de qualidade e saudável, acelerou o crescimento na demanda mundial por pescado. O Brasil dispõe de imenso potencial para a piscicultura em virtude de condições naturais muito favoráveis, por ser rico em recursos hídricos com muitas propriedades rurais de áreas inundáveis, ter espécies nativas com grande potencial para produção, ter clima propício, ter diversidade de espécies, além de ser grande produtor de grãos (Rocha *et al.*, 2013).

Entre as espécies aquáticas criadas no Brasil, o tambaqui destaca-se como a espécie nativa mais cultivada representando 19,87% da aquicultura Brasileira, com produção de 135,86 mil toneladas no ano de 2015 (IBGE, 2015).

O interesse crescente da produção de tambaqui é devido ao grande potencial para a criação, carne de excelente qualidade, rápido crescimento, resistência a baixos níveis de oxigênio dissolvido, hábito alimentar diversificado, rusticidade, adaptação ao confinamento e arraçoamento (Pereira Junior *et al.*, 2013).

A piscicultura tem conquistado grandes avanços na qualidade da produção, e na eficiência do manejo, visando sempre máxima produtividade, requerendo a utilização de dietas que atendam às exigências nutricionais por meio do uso adequado de rações balanceadas.

A formulação de rações para peixes é baseada principalmente em milho e farelo de soja, os quais, em função de grande variabilidade de preço, dependendo da oferta no decorrer do ano e da dificuldade de transporte para as regiões não produtoras desses alimentos, pode tornar muitas vezes a produção de peixes inviável (Santos *et al.*, 2008). Assim, a busca constante de alimentos alternativos que possam substituir os alimentos tradicionalmente utilizados no país, de forma a reduzir custos e manter, ou até mesmo melhorar o desempenho dos animais, é um grande desafio para os nutricionistas (Pascoal *et al.*, 2006a).

Para viabilizar a utilização de um alimento na formulação de rações, há a necessidade da determinação da composição química e da determinação dos coeficientes de digestibilidade da energia e de nutrientes. A determinação do coeficiente de digestibilidade é de grande importância, uma vez que expressa a quantidade de energia e/ou nutrientes digestíveis dos alimentos potencialmente disponíveis para a espécie. Como consequência, promove aumento na eficiência de utilização dos nutrientes, melhora a qualidade do pescado e minimiza a excreção de resíduos fecais e metabólicos (Pezzato *et al.*, 2002).

Ainda são escassas as pesquisas que abordam a utilização de alimentos alternativos, principalmente da região Nordeste do Brasil, para o tambaqui. Também são insuficientes as informações acerca da composição química e da digestibilidade dos resíduos originados da agroindústria, sendo que muitos desses alimentos não convencionais são desprezados quanto ao seu uso (Santos *et al.*, 2008).

O presente trabalho objetiva determinar a composição química e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta do farelo de arroz integral, farinha do feno da folha da leucena, farinha do feno da folha da mandioca, raspa da raiz integral da mandioca e torta de babaçu para tambaqui na fase de crescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi aprovado pela comissão de ética em experimentação animal com protocolo de nº: 23115.007034/2014-47 e conduzido no Laboratório de Nutrição e Alimentação de Organismos Aquáticos do Maranhão, no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha-MA, com duração de 14 dias. O método utilizado para avaliação da digestibilidade aparente foi o indireto de coletas de fezes utilizando 0,1% de dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) como indicador inerte.

A raspa da raiz integral da mandioca foi obtida das raízes, que depois de colhidas no campo, foram lavadas com água, picadas manualmente, espalhadas sobre uma lona plástica, e seca a sombra por cinco dias. Posteriormente, foi triturada em forrageira tipo martelo com peneira de 1 mm.

As farinhas do feno da folha da leucena e do feno da folha da mandioca foram obtidas após a retirada manualmente das folhas dos galhos, sendo em seguida secas em estufa de circulação forçada por 24 horas a uma temperatura de 40°C. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 1 mm.

A torta do babaçu foi obtida após a extração do óleo por meio de prensagem das amêndoas do babaçu, já o farelo de arroz integral foi obtido após a brunição e polimento do grão de arroz sem casca.

Logo após o processamento dos alimentos, foi retirada uma amostra para realização das análises químicas, em seguida foram armazenados em sacos plásticos e congelados a -18 °C em freezer.

As seis rações experimentais foram confeccionadas a base de farelo de soja e milho (**tabela I**), sendo uma referência e as demais contendo 70% da ração referência e 30% dos alimentos testados (farelo de arroz integral, farinha do feno da folha da leucena, farinha do feno da folha da mandioca, raspa da raiz integral da mandioca e a torta de babaçu). Posteriormente as rações experimentais foram peletizadas.

Os 108 tambaquis com peso médio de 165,3 ± 15,6 g foram distribuídos em 18 gaiolas em formato cilíndrico (seis tratamentos com três repetições e seis peixes por parcela experimental). Cada gaiola ficava dentro de caixa de polietileno com volume de 1000 L, dotadas de sistemas individuais de aeração, abastecimento e escoamento de água. A temperatura da água foi monitorada duas vezes ao dia (08:00 h e 16:00 h). Os controles do pH e do teor de oxigênio dissolvido e da amônia na água foram aferidos a cada 3 dias, respectivamente, por intermédio de um potenciômetro, oxímetro e kit comercial para teste de amônia tóxica.

Durante o dia, os peixes receberam nas gaiolas as dietas testes fornecidas duas vezes pela manhã e duas vezes a tarde, até a saciedade aparente.

Para a coleta de fezes, as gaiolas com os peixes foram transferidas às 18:00 h para os aquários de coleta (incubadoras em formato cônico confeccionados em fibra de vidro) com volume de 250 L. Utilizou-se para a coleta de fezes um tubo (mamadeiras) acoplado no fundo dos aquários de coleta, onde se sedimentavam as excretas por decantação (método de Guelph modificado), de acordo com Abimorad e Carneiro (2004). Para evitar fermentação das fezes, as mamadeiras foram colocadas em caixas térmicas com gelo durante todo o período de coleta que ocorria em intervalos de duas horas, iniciando as 20:00 h e tendo como último horário de coleta as 06:00 h. Antes das gaiolas com os peixes serem devolvidos para as caixas de polietileno de 1000 L, os tanques foram limpos, retirando restos de ração e fezes. Após cada coleta, as fezes foram colocadas em placa de petri, em seguida levada para estufa de circulação fechada, para secagem a 55 °C durante 72 horas para fins de análises laboratoriais.

As análises químicas de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácido (FDA) e energia bruta (EB) dos alimentos testados e das fezes, foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Maranhão.

**Tabela I.** Composição percentual e química da ração referência a base de farelo de soja e milho (Percentage composition chemistry of basal diet the basis of soybean meal and corn).

Alimentos	Ração referência
Soja farelo 45%	54,55
Milho grão	34,87
Óleo de soja	5,21
Fosfato bicalcio	4,04
Sal comum	0,43
Premix mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,50
DL-metionina	0,14
L – treonina	0,11
Dióxido de titânio	0,10
BHT	0,02
Total	100,00
Composição calculada	
Proteína bruta	28,00%
Energia digestível	3,2 Mcal/Kg
Fósforo disponível	0,88%
Cálcio	1,88%
Sódio	0,22%
Lisina total	1,60%
Metionina + Cistina total	0,96%
Metionina total	0,55%
Treonina total	1,20%
Triptofano total	0,37%

<sup>1</sup>Composição do premix mineral e vitamínico: Vit. A, 1 200 000 UI; Vit. D3, 200 000 UI; Vit. E, 1200 mg; Vit. K3, 2400 mg; Vit. B1, 4800 mg; Vit. B2, 4800 mg; Vit. B6, 4800 mg; Vit. B12, 4800 mg; Vit. C, 48 g; ác. Fólico, 1200 mg; pantotenato de Ca, 12 000 mg; Vit. C, 48 000 mg; Biotina, 48 mg; Cloreto de colina, 108 g; Niacina, 24 000 mg; Fe, 50 000 mg; Cu, 3000 mg; Mn, 20 000 mg; Zn, 30 000 mg; I, 100 mg; Co, 10 mg; Se, 100 mg.

UFMA, de acordo com metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica modelo Cal2K. A digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, energia bruta e extrato etéreo da ração referência e das cinco rações contendo 30% dos alimentos estudados foram calculados por meio da equação proposta por Nose (1960).

$$CDA (\%) = 100 - \left\{ 100 \frac{(\% \text{ indicador da dieta} \times \% \text{ nutriente nas fezes})}{\% \text{ indicador nas fezes} \times \% \text{ nutriente na dieta}} \right\}$$

As digestibilidades aparentes da MS, PB, EB e EE exclusivamente dos alimentos testados foram calculados de acordo com a metodologia de Pezzato *et al.* (2004).

$$CDa (\text{alim}) = \frac{CD (rt) - b.CD (rb)}{a}$$

Em que: CDa (alim)= coeficiente de digestibilidade aparente do alimento; CD (rt)= coeficiente de digestibilidade aparente da ração com o alimento teste; CD (rb)= coeficiente de digestibilidade aparente da ração basal; b=

percentagem da ração basal; a= percentagem do alimento teste.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores observados durante o período de temperatura foram de  $27,6 \pm 0,5$  °C pela manhã e  $28,1 \pm 0,3$  °C a tarde, pH de  $6,96 \pm 0,56$ , oxigênio dissolvido de  $8,87 \pm 0,5$  mg/L e a amônia tóxica variou na faixa de 0,1 a 0,3 mg/L. Souza (2004) relata que os níveis recomendados de amônia tóxica são de até 1,0 mg/L.

A proteína bruta do farelo de arroz integral de 15,12% (tabela II), está entre os valores encontrados na literatura de 8,5% (Pezzato *et al.*, 2002) a 15,66% (Novoa, 2009), assim como o valor da matéria mineral de 6,75%, com valores em estudos variando de 1,14% (Pezzato *et al.*, 2002) a 8,5% (Gonçalves e Carneiro, 2003).

A energia bruta de 4867,78 kcal/kg observada é semelhante ao descrito por Rostagno *et al.* (2011) de 4852,24 kcal/kg e superior aos resultados expostos por Pezzato *et al.* (2002) de 3940,0 kcal/kg com extrato etéreo de 1,1% inferior ao encontrada no presente estudo de 12,37%. A composição química do FAI depende de fatores associados à variedade genética do arroz, condições ambientais de cultivo, a constituição do grão ou processo de beneficiamento, como brunição e polimento, que afetam o conteúdo de carboidratos e fibra alimentar (Santos, 2006).

O FAI pode ser contaminado por falta de condições sanitárias de recolhimento ou contaminação desse farelo no processamento pelo endosperma que altera o teor de amido, ou com resíduos de casca que afeta o valor de fibras (Lacerda *et al.*, 2010). Estes mesmos autores estudando diferentes variedades de FAI concluíram que a fibra alimentar presente no FAI é constituída basicamente por hemicelulose, com alta capacidade de retenção de água e por lignina, que é indigestível. Devido a ausência de padronização no processamento, a composição química do farelo de arroz integral pode apresentar grande variabilidade de resultados (Vieira *et al.*, 2007).

O valor de 25,48% de proteína bruta do FFL, corresponde aos resultados médios obtidos na literatura, entre 19,53% (Campeche *et al.*, 2011) a 32,6% (Pezzato *et al.*, 2004). O teor de extrato etéreo, 3,86%, foi semelhante ao encontrado por Pereira Junior *et al.* (2013) de 3,5%. O teor de energia bruta de 5348,24 kcal/kg da FFL apresentou um valor elevado comparado a outros trabalhos como o de Campeche *et al.* (2011) com 3340,0 kcal/kg e Araújo *et al.* (2012), que descreveram 4856,89 kcal/kg, com extrato etéreo de 3,2%, inferior ao encontrado no presente estudo.

O valor nutritivo da folha da leucena tende a ser influenciado pela adequada frequência da desfolha, propiciando uma preponderância de folhas mais jovens com maior valor nutritivo em comparação às folhagens mais maduras. A amplitude das variações de proteína e fibra é determinada pelas condições edafoclimáticas que a planta está sujeita ou com a idade do material vegetativo (Pereira *et al.*, 1995).

A composição química da FFM quanto aos valores de MS (92,03%), MM (6,41%), PB (20,97%), FDN (38,07%) e FDA (21,26%), apresentou resultados semelhantes aos encontrados por Braga *et al.* (2010), que verificaram teo-

**Tabela II.** Valores da MS (matéria seca), PB (proteína bruta), EE (Extrato etéreo), FB (fibra bruta), FDN (fibra em detergente neutro), FDA (fibra em detergente ácido), MM (matéria mineral) e EB (energia bruta), do farelo de arroz integral (FAI), farinha do feno da folha da leucena (FFL), farinha do feno da folha da mandioca (FFM), raspa da raiz integral da mandioca (RRIM) e da torta de babaçu (TB, expressa na matéria natural (Values of DM (dry matter), CP (crude protein), EE (ether extract), FB (crude fiber), NDF (neutral detergent fiber), FDA (acid detergent fiber), MM (mineral matter) and EB (gross energy) of whole rice bran (WRB), hay meal of leucaena leaf (MLL), hay meal of cassava leaf (MCL), integral scrapings from cassava root (ISCR) and babassu meal (BM) expressed in dry matter).

Alimento	MS %	PB %	EE %	FB %	FDN %	FDA %	MM %	EB Kcal / Kg
FAI	91,32	15,12	12,37	3,77	22,39	7,56	6,75	4867,78
FFL	90,12	25,48	3,86	9,66	25,23	19,08	6,62	5348,24
FFM	92,03	20,97	5,35	10,92	38,07	21,26	6,41	5194,84
RRIM	91,73	2,03	0,86	1,85	17,97	7,07	4,11	3696,00
TB	92,37	20,18	7,58	19,68	69,70	37,43	5,27	4791,39

res de 92,74% MS, 6,5% MM, 21,87% PB, 38,38% FDN e 25,29% FDA. De acordo com Correia *et al.* (2005), as folhas de mandioca apresentam alta variação nos valores de proteína de 14,7% a 40%. A energia bruta da FFM do presente estudo, apresentou valores de 5194,84 kcal/kg e de extrato etéreo de 5,35%, superiores aos relatados por Araújo *et al.* (2012) com 4824,9 kcal/kg de EB e 4,97% EE.

A qualidade nutricional da folha de mandioca depende de vários fatores, como solo de cultivo, idade da planta, variedade genética, tempo de utilização das folhas depois de colhidas, que interferem na redução de níveis tóxicos de fatores antinutricionais, além da proporção entre folhas e talos (Gil e Buitrago, 2002). Uma maior proporção de folhas melhora a qualidade nutricional, pois os níveis de proteína e fibra nas folhas são, respectivamente na matéria seca em torno de 25% e 9%, enquanto que nos talos e pecíolos são de 11% e 25% (Hisano *et al.*, 2008).

A energia bruta observada da raspa da raiz integral da mandioca de 3696,00 kcal/kg foi inferior ao valor relatado por Carvalho *et al.* (2012) de 3924,0 Kcal/kg, sendo atribuído essa variação de resultados ao elevado teor de extrato etéreo (3,05%) encontrado pelos autores comparação a apenas 0,86 EE encontrado no presente estudo (0,86%). Boscolo *et al.* (2002), com teores de extrato etéreo semelhante de 0,94%, descreveram energia bruta de 3588,72 Kcal/kg para farinha de varredura de mandioca análoga ao presente estudo. Segundo Hisano *et al.* (2008), a composição química da raiz da mandioca por ser rica em amido, açúcares solúveis e carboidratos de rápida digestibilidade, proporcionam uma energia bruta elevada, sendo que outra característica que favorece o valor de energia bruta da raiz integral da mandioca é possuir baixos teores de fibra na sua composição. O valor da fibra bruta encontrado no presente estudo foi de 1,85%, 17,97% FDN e 7,07% FDA.

A cultura da mandioca apresenta uma ampla diversidade genética, resultado da facilidade de polinização cruzada da espécie, alta heterozigotidade e da deiscência abrupta dos frutos, existindo muitas diferenças de valores de composição química dentre as variedades utilizadas na nutrição animal (Hisano *et al.*, 2008). Porém quando expressa com base na MS, o teor de PB geralmente não ultrapassa 3%, sendo um alimento com limitados teores proteicos. O valor de PB de 2,03% verificado na raiz integral da mandioca apresentou resultado similar com outros trabalhos encontrados na literatura, com teores

variando de 1,11% (Sousa *et al.*, 2012) a 3,21% (Carvalho *et al.*, 2012).

A torta de babaçu avaliada apresentou 20,18% PB na MS, valor próximo aos encontrados na literatura, com 19,72% (Gasparini *et al.*, 2015) e 21,35% (Santos Neta *et al.*, 2011). Os subprodutos possuem oscilações de teores de PB e FB devido ao tipo e o tempo de processamento, bem como as condições de armazenamento, que afetam a composição química do produto final (Pascoal *et al.*, 2006b)

A fração fibrosa da torta de babaçu foi elevada, com 69,68% DN e 37,43% FDA, apresentando variação em relação a resultados obtidos em estudos com o mesmo alimento, tendo em vista os valores encontrados por Gasparini *et al.* (2015), com 75,57% FDN e 45,97% FDA; e por Silva *et al.* (2008) 66,21% FDN e 34,22% FDA. De acordo com Pascoal *et al.* (2006b), a contaminação da torta de babaçu no processamento por cascas e pericarpo, altamente lignificadas, proporciona alterações nos teores da fração fibrosa e no potencial de digestibilidade da torta de babaçu.

O conteúdo da matéria mineral, energia bruta e do extrato etéreo da torta de babaçu no presente estudo foi de 5,24%, 4791,39 Kcal/kg e 7,58% respectivamente, valor semelhante ao encontrado por Santos Neta *et al.* (2011) de 5,30% MM, 4847,0 Kcal/kg EB e 7,03% EE. Para a energia bruta há na literatura valores variando entre 3828 kcal/kg e 5056 kcal/kg, conforme revisão apresentada por Siqueira *et al.* (2011).

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), extrato etéreo (CDAEE) e energia bruta (CDAEB) do farelo de arroz integral (FAI) foram de 71,34%, 80,97%, 72,93% e 78,54%, respectivamente (**tabela III**). Estes valores são semelhantes aos descritos por Gonçalves *et al.* (2004), que trabalhando com tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso médio de 100 g, observaram valores de 77,48% CDAPB e 77,78% CDAEB.

O potencial de assimilação de nutrientes da dieta é determinado pelas características do trato digestório dos peixes e da disponibilidade de enzimas adequadas presentes ao longo do canal alimentar (Moraes e Almeida, 2014).

A proximidade dos coeficientes de digestibilidade aparente observados entre as duas espécies pode ser

atribuída a hábitos alimentares e condições nutricionais similares. A tilápia, assim como o tambacui, são espécies onívoras com eficiência semelhante de habilidade de assimilação do alimento. Os peixes onívoros apresentam características específicas de perfil enzimático do canal alimentar, além de intestinos longos, permitindo que o alimento ingerido permaneça mais tempo em contato com as enzimas digestivas, otimizando a capacidade absorptiva de utilizar vários componentes da dieta (Gonçalves *et al.*, 2004; Moraes e Almeida, 2014).

Por outro lado, Abimorad e Carneiro (2004), trabalhando com pacu com peso médio de 310 g, relataram valores superiores aos encontrados neste estudo para FAI, de 80,82% CDAPB e de 92,73% CDAEB. Estas diferenças podem ser atribuídas pelo fato dos referidos autores terem utilizados peixes maiores, que possuem maior capacidade de aproveitamento dos nutrientes e do alimento em relação a peixes menores.

Durante o processo de desenvolvimento dos peixes podem ser observadas mudanças na estrutura e na anatomia do tubo digestório em peixes onívoros. Devido a adaptação ao hábito alimentar diversificado, maior será a variação do comprimento do intestino, afetando na capacidade de digestão e absorção de nutrientes (Bomfim e Lanna, 2004).

Outros estudos realizados com FAI, como de Teixeira *et al.* (2010), com surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*), que encontraram valores de 59,67% CDAMS e de 66,41% CDAEB e Gonçalves e Carneiro (2003), com pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*), que encontraram valores de 44,21% CDAPB e de 51,84% CDAEB. Todos os resultados obtidos pelos autores foram inferiores aos encontrados no presente estudo. As referidas espécies possuem hábito alimentar carnívoro (surubim e pintado), que diferem dos peixes de hábito alimentar onívoro (tambacui) na sua anatomia do trato intestinal, na habilidade e capacidade absorptiva de nutrientes, que dependem da disponibilidade de enzimas presentes no sistema digestório.

Em peixes carnívoros, a secreção da amilase se restringe apenas ao pâncreas, no entanto a digestão de lipídios

ocorre em todo o canal do trato digestório, além de possuir maiores atividades proteolíticas comparadas aos peixes onívoros. Enquanto que a síntese da amilase em espécies onívoras ocorre no pâncreas e em toda a mucosa intestinal, no qual a maior concentração dessa enzima permite melhor aproveitamento de carboidratos presentes em alimentos de origem vegetal (Gonçalves *et al.*, 2012).

A farinha do feno da folha da leucena apresentou 57,08% CDAMS, 74,77% CDAPB, 51,49% CDAEE e 29,91% CDAEB. Dentre estudos de digestibilidade com feno da folha de leucena, Campeche *et al.* (2011), trabalhando com tilápia do Nilo, relataram valores próximos aos observados no presente estudo: 59,15% CDAMS, 87,18% CDAPB e 28,83% CDAEB. A baixa digestibilidade da energia bruta pode estar relacionada aos altos teores de fibra encontrados, que foram de 25,23% FDN e 19,08% FDA, comprometendo a digestão e absorção de nutrientes, bem como influenciando negativamente o aproveitamento da energia.

A fração fibrosa não pode ser digerida por enzimas endógenas, afetando a digestibilidade e o tempo de permanência no trato digestivo. As fibras insolúveis aumentam a velocidade de passagem do bolo alimentar e reduzem o tempo de digestão dos nutrientes, ao contrário de fibras solúveis, que diminuem o tempo de passagem do bolo alimentar devido a sua capacidade de se ligar a água formando um gel viscoso (Santos Jr. *et al.*, 2004), o que diminui a taxa de difusão de substratos e enzimas digestivas no trato digestório levando ao comprometimento da digestão e absorção de nutrientes (Choct *et al.*, 2004).

Além dos teores de fibra, outro componente que tem uma relação direta com os valores de digestibilidade de energia do alimento é o extrato etéreo (EE), visto que altos teores refletem em maiores coeficientes de digestibilidade. Pezzato *et al.* (2004) em trabalho realizado com digestibilidade da folha da leucena para tilápia do Nilo, encontraram 6,8% EE e 63,53% CDAEB, divergindo do valor encontrado no presente estudo, com valor de EE inferior de 3,86% e 29,91% CDAEB, sugerindo que maiores teores de EE correspondem a maiores valores energéticos digestíveis. Dentre os combustíveis metabólicos lipídios, proteína e carboidratos, que podem ser utilizados para a obtenção de energia, os lipídios são os que apresentam maior valor calórico com 9,4 cal/g EB, em comparação a carboidratos (4,15 cal/g EB) e proteínas (5,65 cal/g EB) (Silva *et al.*, 2014).

Os CDAMS, CDAPB, CDAEE e CDAEB da folha da mandioca avaliada com 38,07% FDN e 21,26% FDA foram de 49,43%, 36,59%, 53,80% e 31,97%, respectivamente. Braga *et al.* (2010), utilizando feno de folhas de mandioca com teores de fibra de 38,38% FDN e 25,29% FDA obtiveram resultados similares de CDAMS (50,22%) e CDAEB (29,29%).

Carvalho *et al.* (2012), estudando o valor nutritivo da folha de mandioca para tilápia do Nilo, encontraram valores de 81,22% CDAMS, 73,37% CDAPB e 64,7% CDAEB. Estes resultados diferem de outros descritos na literatura com a mesma espécie (Braga *et al.*, 2010; Araújo *et al.*, 2012), assim como dos valores encontrados no presente estudo. Os maiores valores de digestibilidade observado por Carvalho *et al.* (2012) podem ser atribuídos ao teor de extrato etéreo de 13,05%, superior ao presente

**Tabela III.** Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), extrato etéreo (CDAEE), energia bruta (CDAEB) do farelo de arroz integral (FAI), farinha do feno da folha da leucena (FFL), farinha do feno da folha da mandioca (FFM), raspa da raiz integral da mandioca (RRIM) e da torta de babaçu (TB) para tambacui na fase de crescimento, com respectivos desvios-padrões (Apparent digestibility of dry matter (ADCDM), crude protein (ADCCP), ether extract (ADCEE), gross energy (ADCGE) of rice bran (FAI) the whole rice bran (WRB), hay meal of leucaena leaf (MLL), hay meal of cassava leaf (MCL), integral scrapings from cassava root (ISCR) and babassu meal (BM), with their standard deviations).

Alimentos	CDAMS%	CDAPB%	CDAEE%	CDAEB%
FAI	71,34±2,65	80,97±3,14	72,93±2,81	78,54±3,04
FFL	57,08±2,38	74,77±2,79	51,49±1,09	29,91±1,08
FFM	49,43±1,88	36,59±1,46	53,80±2,15	31,97±1,08
RRIM	88,52±3,64	88,69±3,55	81,73±3,27	89,09±3,66
TB	38,29±1,43	29,16±1,17	37,60±1,54	25,68±1,12

trabalho (5,35%) e aos outros trabalhos relatados acima (4,97% e 6,7%, respectivamente).

Além do teor de extrato etéreo, o processo de extrusão utilizado por Carvalho *et al.* (2012) para a fabricação das dietas experimentais é outro fator diferenciado que interfere nos resultados elevados de digestibilidade descrito no trabalho. Durante o processo de extrusão a alta temperatura e pressão causam modificações químicas nos alimentos, provocando maior exposição dos nutrientes contidos nas células vegetais, melhorando a digestibilidade da proteína, além de redução de fatores antinutricionais, em relação aos alimentos ou rações não extrusadas (Carvalho *et al.*, 2012).

Dentre os alimentos testados no presente estudo, a torta de babaçu apresentou os menores valores de digestibilidade aparente para MS, PB, EE e EB, ficando próximo aos valores observados na folha da mandioca, com valores de 38,29% CDAMS, 29,16% CDAPB, 37,90% CDAEE e 25,68% CDAEB. Não existe na literatura trabalhos de digestibilidade da torta do babaçu para peixes, o que inviabilizou comparações.

Os teores de fibra da torta de babaçu foram elevados, com 69,7% de FDN e 37,43% de FDA. As fibras alimentares afetam a digestão e absorção de nutrientes e, possivelmente, a sua relação negativa com a digestibilidade de nutrientes na torta de babaçu, decorre principalmente da correlação com a fibra insolúvel, devido ao aumento da taxa de passagem no trato digestório, atuando como diluidor de nutrientes. A FDA é a fração fibrosa que contém a maior parte de fibras insolúveis, sendo que no caso da torta de babaçu, apresenta elevado teores de lignina, devido a contaminação por cascas e pericarpo altamente lignificados (Silva *et al.*, 2008).

A torta de babaçu apresentou 32,27% de hemicelulose, teor elevado se comparado a alimentos fibrosos como farelo de trigo com 26,46% (Rostagno *et al.*, 2011). Segundo Brito *et al.* (2008), a fibra solúvel é composta principalmente pela hemicelulose, que é descrita como heteropolissacarídeos de estrutura complexa e heterogênea, mas com um grau de polimerização inferior ao da celulose. Devido as suas propriedades de adsorver água e formar um gel viscoso, dificultam o contato enzima-substrato e, conseqüentemente, a absorção de nutrientes como proteínas, gorduras e amido, que tornam-se menos acessíveis às enzimas endógenas, levando ao comprometimento da digestão e da absorção de nutrientes (Fracalossi *et al.*, 2012).

Os coeficientes de digestibilidade encontrados para raspa da raiz integral da mandioca foram superiores aos verificados para os outros alimentos avaliados no presente estudo com CDAMS, CDAPB, CDAEE e CDAEB de 88,52%, 88,69%, 81,73% e 89,09%, respectivamente. Estes valores são similares aos encontrados por Carvalho *et al.* (2012), trabalhando com tilápia do Nilo, com 91,44% CDAMS, 91,47% CDAPB e 92,2% CDAEB, onde a pequena variação pode ser atribuído ao valor de extrato etéreo observado de 3,05%, superior ao encontrado nesse trabalho (0,86%), refletindo em maiores coeficientes de digestibilidade de energia e proteína.

Obstante aos resultados expostos, Novoa (2009) estudando valores de digestibilidade da raiz da mandioca para tilápias vermelhas com peso médio de 209 g, obser-

varam valores elevados se comparados à outros estudos, com 97,51% CDAPB e 93,14% CDAEB, provavelmente devido ao tamanho do peixe, que por ser maior, possui trato digestório mais desenvolvido.

A raiz integral da mandioca possui elevados teores de carboidratos solúveis digestíveis e baixos teores de fibras, constituída por amido de alta digestibilidade, por possuir arranjo linear (amilose) inferior a arranjos ramificados (amilopectina), sendo que a digestibilidade do amido é inversamente proporcional ao seu conteúdo de amilose (Novoa, 2009; Pereira Junior *et al.*, 2013). Dessa forma, a combinação da elevada digestibilidade do amido da mandioca com a amplitude da atividade da amilase em todo o trato digestório e nos cecos pilóricos do tambaqui, otimizam a digestibilidade de nutrientes da raiz da mandioca (Lanna *et al.*, 2014).

## CONCLUSÕES

A farinha do feno da folha da mandioca, farinha do feno da folha da leucena e da torta de babaçu contém elevados teores de fibras, o que reduz os coeficientes de digestibilidade destes alimentos.

O farelo de arroz integral e a raspa da raiz integral da mandioca apresentam os maiores CDAMS, CDAPB, CDAEE e CDAEB, indicando que podem ser alimentos com potencial para uso em rações para tambaqui na fase de crescimento.

## AGRADECIMENTOS

À Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP, pelo apoio financeiro.

## BIBLIOGRAFIA

- Abimorad, E.G. e Carneiro, D.J. 2004. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). *Rev Bras Zootecn*, 33: 1101-1109.
- Araújo, J.R.; Santos, L.D.; Silva, L.C.R.; Santos, O.O. e Meurer, F. 2012. Digestibilidade aparente de ingredientes do Semi-Árido Nordeste para tilápia do Nilo. *Cienc Rural*, 42: 900-903.
- Bomfim, M.A.D. e Lanna, E.A.T. 2004. Fatores que afetam os coeficientes de digestibilidade nos alimentos para peixes. *Rev Eletr Nutritime*, 1: 20-30.
- Boscolo, W.R.; Hayashi, C. e Meurer, F. 2002. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). *Rev Bras Zootecn*, 13: 539-545.
- Braga, L.G.T.; Rodrigues, F.L.; Azevedo, R.V.; Carvalho, J.S.O. e Ramos, A.P.S. 2010. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de coprodutos agroindustriais para tilápia do Nilo. *Rev Bras Saúde Prod Anim*, 11: 1127-1136.
- Campeche, D.F.B.; Moraes, S.A.; Sousa, V.T.L.S.N.; Oliveira, S.T.L.; Souza, M.G. e Paulino, R.V. 2011. Composição bromatológica e digestibilidade aparente de alimentos encontrados na região semiárida brasileira para arraçamento de tilápia rosa em cultivos. *Cienc Rural*, 41: 343-348
- Carvalho, P.L.P.F.; Silva, R.L.; Botelho, R.M.; Damasceno, F.M.; Rocha, M.K.H.R. e Pezzato, L.E. 2012. Valor nutritivo da raiz e folhas da mandioca para a tilápia do Nilo. *Bol Inst Pesca*, 38: 61-69
- Choct, M.; Kocher, A.; Waters, D.L.E.; Pettersson, D. and Ross, G. 2004. A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. *Br J Nutr*, 92: 53-61.
- Correia, A.D.; Farias, A.R.N. e Mattos, P.L.P. 2005. Utilização da mandioca e de seus produtos na alimentação humana. In: Sousa,

- L.S.; Farias, A.R.N.; Mattos, P.L.P.; Fududa, W.M.G. (Eds). Processamento e utilização da mandioca. Embrapa Mandioca e Fruticultura tropical. Cruz das Almas. Brasil. pp. 223-298.
- Fracalossi, D.M.; Rodrigues, A.P.O. e Rosa, M.C.G. 2012. Carboidratos e fibras. In: Fracalossi, D.M.; Cyrino, J.E.P (orgs.). Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Nutriaqua. Florianópolis. 375 pp.
- Gasparini, S.P.; Ribeiro, F.B.; Siqueira, J.C.; Bomfim, M.A.D. e Nascimento, D.C.N. 2015. Avaliação nutricional da torta de babaçu para frangos de crescimento lento em diferentes idades. *Rev Caatinga*, 28: 126-134.
- Gil, L. y Buitrago A., J.A. 2002. La yuca en la alimentación animal. In: Ospina, B.; Ceballos, H. (Comp.). La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. CIAT. Cali. pp. 527-568.
- Gonçalves, E.G. e Carneiro, D.J. 2003. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). *Rev Bras Zootecn*, 32: 779-786.
- Gonçalves, G.S.; Pezzato, L.E.; Barros, M.M.; Hisano, H.; Freire, E.S. e Ferrari, J.E.C. 2004. Digestibilidade aparente e suplementação de fitase em alimentos vegetais para tilápia do Nilo. *Acta Sci Anim Sci*, 26: 313-321.
- Gonçalves, L.U.; Rodrigues, A.P.O.; Moro, G.V.; Ferreira, E.C. e Cyrino, J.E.P. 2012. Morfologia e fisiologia do sistema digestório de peixes. In: Fracalossi, D.M.; Cyrino, J.E.P (orgs.). Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Nutriaqua. Florianópolis. 375 pp.
- Hisano, H.; Maruyama, M.R.I.; Shikawa, M.M. e Melhorança, A.L. 2008. Potencial da utilização da mandioca na alimentação de peixes. Embrapa/Agropecuária Oeste. Cuiabá. 29 pp.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. Produção da Pecuária Municipal.
- Lacerda, D.B.C.L.; Júnior, M.S.S.; Bassinello P.Z.; Castro, M.V.L. e Silva-lobo, V.L. 2010. Qualidade de farelo de arroz cru, extrusado e parboilizado. *Pesq Agropec Trop*, 40: 521-530.
- Lanna, E.A.T.; Vianna, R.A. e Jorge, T.F.B. 2014. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal de peixes. In: Nutrição de não ruminantes. Sakomura, N.K. FUNEP. Jaboticabal. PP. 268-294.
- Moraes, G. e Almeida, L.C. 2014. Nutrição e aspectos funcionais da digestão de peixes. In: Baldissero, B.; Cyrino, J.E.P.; Urbinati, E.C. Biologia e fisiologia de peixes neotropicais de água doce. FUNEP, UNESP. Jaboticabal, pp. 233-252.
- Nose, T. 1960. On the effective value of freshwater green algae, *Chlorella ellipsoidea*, as nutritive source to gold fish. *Bulletin Fresh Fish Res*, 10: 1-10.
- Novoa, D.M.T. 2009. Valor energético e digestibilidade da proteína em alimentos para tilápia vermelha. (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 52 pp.
- Pascoal, L.A.F.; Miranda, E.C. e Silva Filho, F.P. 2006a. O uso de ingredientes alternativos em dietas para peixes. *Rev Electr Nutritime*, 3: 284-298.
- Pascoal, L.A.F.; Bezerra, A.P.A. e Gonçalves, J.S. 2006b. Farelo de babaçu: valor nutritivo e utilização na alimentação animal. *Rev Electr Nutritime*, 3: 339-345.
- Pereira, A.F.; Alcantara, P.B. e Braum, G.C.B.E.S. 1995. Variação da composição química de *Leucaena leucocephala* (Lam) de wit sujeita a diferentes intensidades de desfolha. *Bol Industr Anim*, 52: 127-132.
- Pereira Junior, G. P.; Filho, M. P.; Roubach, R.; Barbosa, P.S. e Shimoda, E. 2013. Farinha de folha de leucena (*Leucaena leucocephala* Lam.) como fonte de proteína para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818). *Acta Amaz*, 43: 227-234
- Pezzato, L.E.; Miranda, E.C.; Barros, M.M.; Pinto, L.G.; Furuya, W.M. e Pezzato, A.C. 2002. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev Bras Zootecn*, 31: 1595-1604.
- Pezzato, L.E.; Miranda, E.C.; Barros, M.M.; Furuya, W.M. e Pinto, L.G.Q. 2004. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Sci. Anim Sci*, 26: 329-337.
- Rocha, C.M.C.; Resende, E.K.; Routledge, E.A.B. e Lundstedt, L.M. 2013. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. *Pesq Agrope Bras*, 48: 4-6.
- Rostagno, H.R.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; Gomes, P.C.; Oliveira, R.F.; Lopes, D.C.; Ferreira, A.S.; Barreto, S.L.T. e Euclides, R.F. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos - Composição de alimentos e exigências nutricionais. 3º ed. UFV. Viçosa, MG. 252 pp.
- Santos, A.B. dos. 2006. Sistemas de cultivo. In: Santos, A.B. dos; Stone, L.F.; Vieira, N.R. de A. (Eds.). A cultura do arroz no Brasil. 2.ed. Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antônio de Goiás. pp. 451-484.
- Santos, E.L.; Winterle, M.C.; Ludke, M.C.M.M. e Barbosa, J.M. 2008. Digestibilidade de ingredientes alternativos para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*): revisão. *Rev Bra. Eng Pesca*, 3: 135-149.
- Santos Jr., A.A.; Ferket, P.R.; Grimes, J.L. and Edens, F.W. 2004. Dietary pentosanase supplementation of diets containing different qualities of wheat on growth performance and metabolizable energy of turkey poults. *Int J Poultry Sci*, 3: 33-45.
- Santos Neta, E.R.; Vaz, R.G.M.V.; Rodrigues, K.F.; Sousa, J.P.L.; Parente, I.P.; Albino, L.F.T.; Siqueira, J.C. e Rosa, F.C.N. 2011. Níveis de inclusão da torta de babaçu em rações de frangos de corte na fase inicial. *Rev Bras de Saúde Prod Anim*, 12: 234-243.
- Silva, A.G.M.; Borges, I.; Neiva, J.N.; Rodrigues, N. M.; Saliba, E.O.S.; Moraes, S.A.; Silva, J.J.; Melo, F.A.; Sousa, T.A.S. e Junior, L.L.M. 2008. Degradabilidade *in situ* da torta de babaçu – frações fibrosas. V Congresso Nordestino de Produção Animal. Anais... Aracaju-SE. 1 CD-ROM
- Silva, J.H.V.; Lima, R.B.; Lacerda, P.B. e Oliveira, A.C. 2014. Digestão e absorção de lipídios. Em: Sakomura, N.K. Nutrição de Não Ruminantes. FUNEP. Jaboticabal. pp. 62-76.
- Silva, D.J. e Queiroz, A.C. 2002. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 2. ed. UFV. Viçosa, MG. 178 pp.
- Siqueira, J.C.; Nascimento, D.C.N.; Vaz, R.G.M.V.; Silva, R.F.; Santos Neta, E.R.; Rodrigues, K.F.; Portela, L.B. e Silva, G.S. 2011. Equações de predição da energia metabolizável da torta de babaçu para frangos de corte. *Rev Bras de Saúde Prod Anim*, 12: 1016-1025.
- Souza, R.A.L. 2004. Piscicultura austentável na Amazônia: Perguntas e respostas. Ministério da Educação. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, Pará. 158 pp.
- Teixeira, E.A.; Saliba, E.O.S.; Euler, A.C.C.; Faria, P.M.C.; Crepaldi, D.V. e Ribeiro, L.P. 2010. Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim. *Rev Bras Zootecn*, 39: 1259-1265.
- Vieira, A.R.; Rabello, C.B.; Mohaupt, M.C.; Ludke, M.; Dutra Júnior, W.M.; Torres, D.M. e Lopes, J.B. 2007. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. *Acta Sci. Anim Sci*, 29: 267-275.