

Universidade Federal do Maranhão – UFMA  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – PPGCA

**VALOR NUTRICIONAL DE ALIMENTOS ALTERNATIVOS**  
**PARA TAMBQUI (*Colossoma macropomum*)**

KAROLINE JULHICE ARAÚJO SOARES

CHAPADINHA-MA

2016

KAROLINE JULHICE ARAÚJO SOARES

**VALOR NUTRICIONAL DE ALIMENTOS ALTERNATIVOS  
PARA TAMBQUI (*Colossoma macropomum*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão,  
como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em  
Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro

CHAPADINHA-MA

2016

Soares, Karoline Julhice Araújo. Valor nutricional de alimentos alternativos para tambaqui (*Colossoma macropomum*) - 2016.

42 p.

Orientador(a): Felipe Barbosa Ribeiro.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal (25.06) / ccaa, Universidade Federal do Maranhão,  
Chapadinha, 2016.

1. Digestibilidade. 2. Energia. 3. Nutrição de peixes. 4. Piscicultura.  
5. Proteína. I. Ribeiro, Felipe Barbosa. II. Título.

KAROLINE JULHICE ARAÚJO SOARES

**VALOR NUTRICIONAL DE ALIMENTOS ALTERNATIVOS  
PARA TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão,  
como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em  
Ciência Animal.

Aprovada em 29/ 04/ 2016

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro (Orientador)  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. Dr. Jane Mello Lopes  
Universidade Federal do Maranhão

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”*

(Charles Chaplin)

Dedico este trabalho, especialmente a meu pai (*in memoriam*), exemplo de honestidade e a minha mãe, minha eterna protetora. Dedico ao meu marido Daniel, pelo amor e companheirismo diário e as minhas filhas Maria Fernanda e Ana Caroline, que enchem minha vida de amor e luz.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser magnífico em toda a terra, me permitir a retornar a vida acadêmica, superar dificuldades, estando presente em todos os momentos de minha vida, iluminando-me e dando-me forças para prosseguir.

Ao professor e orientador Dr. Felipe Barbosa Ribeiro, me orientando sempre com paciência, compreensão e dedicação no decorrer do curso, possibilitando a concretização desse projeto.

Ao professor Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, pelo exemplo de educador, dedicação com que conduz a profissão e disponibilidade de repassar conhecimentos.

A professora Dr<sup>a</sup>. Jane Mello Lopes, pela ensinamento, aconselhamento e contribuição prestada.

Ao Prof. Dr. Miguel Arcanjo pela amizade, estímulo e sugestões.

Ao professor Dr. João Batista Lopes, pela disponibilidade e atenção.

À Banca Examinadora, por disponibilizar do seu tempo e conhecimento a fim de contribuir para melhoria desse trabalho

A meus pais Moura Gil (*in memoriam*) e Jurandir Maria, pelo amor incondicional, exemplo de vida e incentivo para superar as dificuldades.

Ao meu amor Daniel, que não mede esforços para me auxiliar em momentos difíceis, compensando minha ausência em casa e sempre me dando forças e apoio para que as dificuldades fossem superadas.

As minhas filhas, que mesmo sofrendo com minha ausência, me incentivavam com sorrisos, pureza e amor, vocês são o meu maior incentivo para viver e concretizar sonhos.

Aos meus irmãos, Gil e Jonas, que enchem minha vida de amor e humor, pelas palavras carinhosas e torcida constante.

Aos meus familiares em geral, principalmente minha mãe de alma, Ana Lucia Ximenes, por existir em minha vida, sempre me olhando com amor, tornando meus problemas menores e possibilitando realizações de projetos em minha vida e minha cunhada amada Dica, que me acolheu em sua casa com muito amor.

Aos colegas de curso: Antônia Lima, Danielle Firmo, Janayra Silva, Thales Rego, Lucas Fernandes, Osman Gerude e Paull Andrews, pela amizade e convívio agradável durante o curso, tornando mais fáceis meus dias.

A Jessica Maria Sousa pela sensibilidade, amizade, apoio nos momentos de estudo, acolhida e paciência com minhas eternas ansiedades e desespero para conclusão desse projeto.

Aos bolsistas e estagiários, Adenias Teixeira, Amos Feitosa, Ayszanalía Aguiar, Hadassa Ramos, Dhulya Rodrigues, Neiliane Galvao, Rafael Silva, Ruan Mourão, Wesklen Marcelo, pela colaboração e dedicação no desenvolvimento dos experimentos, sem os quais seria impossível a execução do projeto.

Aos funcionários Fabio Henrique Ferreira e Neliane Douro, pela colaboração sendo sempre atenciosos e aplicados quando solicitados.

À Universidade Federal do Maranhão e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal por disponibilizarem ensino gratuito.

À FINEP, financiadora de estudos e projetos, pelo apoio financeiro.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta dissertação, muito obrigada!

## Sumário

|   |           |
|---|-----------|
| <b>RESUMO .....</b>   | <b>x</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>   | <b>xi</b> |
| <b>CAPITULO I.....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>                                    | <b>1</b>  |
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                               | <b>4</b>  |
| <b>2.1.Considerações gerais sobre a aquicultura no Brasil .....</b> | <b>4</b>  |
| <b>2.2. Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....</b>             | <b>5</b>  |
| <b>2.3. Digestibilidade .....</b>                                   | <b>6</b>  |
| <b>2.4.Alimentos Alternativos .....</b>                             | <b>7</b>  |
| 2.4.1. Farelo de arroz integral .....                               | 8         |
| 2.4.2. Folha da Leucena .....                                       | 10        |
| 2.4.3. Folha da mandioca .....                                      | 11        |
| 2.4.4. Raiz integral da mandioca.....                               | 13        |
| 2.4.5. Torta de babaçu .....  | 14        |
| <b>3. REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>16</b> |
| <b>CAPITULO 2.....</b>  | <b>22</b> |
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>23</b> |
| <b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>                                  | <b>24</b> |
| <b>3.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                               | <b>28</b> |
| <b>4. CONCLUSÃO .....</b>   | <b>35</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>  | <b>36</b> |

## RESUMO

O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar a composição química e os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e da energia bruta (EB) de alimentos alternativos de origem vegetal para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). Foram utilizados 108 tambaquís, com peso médio de  $165,3 \pm 15,6$  g, com seis tratamentos e três repetições sendo seis peixes por parcela experimental, durante 14 dias. Os peixes foram distribuídos em 18 gaiolas em forma de cilindro, que ficavam dentro de caixas de polietileno com volume de 1000L cada, com sistemas individuais de aeração, abastecimento e escoamento de água. No período da coleta de fezes os peixes foram mantidos durante o dia nas caixas de polietileno, sendo arraçoados a vontade e às 18:00h os animais foram transportados para os aquários de coleta de fezes com capacidade de 250L e renovação mínima de água de 25% por dia, utilizando-se o sistema Guelph modificado. Foram confeccionadas seis rações experimentais, sendo uma referência, à base 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 %. Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) para MS, PB, EE e EB foram de 71,34%, 80,97%, 72,93% e 78,54% para FAI; 57,08%, 74,78%, 51,49% e 29,91% para FFL; 49,43%, 36,59%, 53,80% e 31,97% para FFM; 88,52%, 88,69%, 81,73% e 89,09% para RRIM e de 38,29%, 29,16%, 37,60% e 25,68% para TB, respectivamente. Dentre dos alimentos avaliados, o farelo de arroz e a raspa da raiz integral da mandioca destacaram-se por elevados CDAMS, CDAPB, CDAEE e CDAEB, além de menores teores de FDN e FDA. A farinha do feno da folha da leucena, farinha do feno da folha da mandioca e a torta de babaçu apresentaram menores CDAMS, CDAPB, CDAEE e CDAEB e maiores teores de FND e FDA.

**Palavras-chave:** Digestibilidade, energia, nutrição de peixes, piscicultura, proteína.

## ABSTRACT

The experiment was conducted in order to determine the chemical composition and digestibility coefficients (ADC) of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE) and gross energy (GE) of alternative food plant for tambaqui (*Colossoma macropomum*). 108 tambaquis were used, with an average weight of  $165.3 \pm 15.6$  g, with six treatments and three repetitions and six fish per experimental plot for 60 days. Fish were distributed in 18 cages shaped cylinder, which were in polythene containers with volume of 1000L each with individual aeration systems, supply and water drainage. In the period of collection of feces fish were kept during the day in polyethylene boxes, which were hand fed the will, and at 18: 00h the animals were transported to the stool collection tanks with 250L capacity and minimum water renewal 25 % per day using the modified Guelph system. Six experimental diets were made, with a reference, based on soybean meal and corn and the other containing 70% of the reference diet and 30% of foods tested (rice bran (FAI), hay flour of leucaena leaf ( FFL), cassava leaf hay flour (FFM), scrapes the full cassava root (RRIM) and babassu meal (TB). To evaluate the apparent digestibility of nutrients, we used the indirect method of feces collection by decantation and titanium dioxide as inert tracer added to the diet at a concentration of 0.1%. Apparent digestibility coefficients (ADCs) for MS, CP, EE and EB were 71.34%, 80.97%, 72.93% and 78.54% for FAI; 57.08%, 74.78%, 51.49% and 29.91% for FFL; 49.43%, 36.59%, 53.80% and 31.97% for FFM; 88.52%, 88.69%, 81.73% and 89.09% for RRIM and 38.29%, 29.16%, 37.60% and 25.68% for TB, respectively. Among the evaluated foods, rice bran and the scrapings of the full cassava root highlighted by high CADDM, CADCP, CADEE and CADGE, and lower NDF and ADF contents. Flour hay of leucaena leaf, cassava leaf hay flour and babassu meal had lower CADDM, CADCP, CADEE and CADGE and higher levels of NDF and ADF.

Keywords: Digestibility, energy, fish nutrition, pisciculture, protein.

## **CAPITULO I**

### **CONSIDERAÇÕES GERAIS**

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento populacional, a depleção nos estoques pesqueiros naturais e a busca por proteína de qualidade e saudável, acelerou o crescimento na demanda mundial por pescado. Segundo FAO (2010), a produção mundial de peixes no ano 2009 foi de 145,1 milhões de toneladas, dos quais 38% originaram-se da aquicultura. O Brasil dispõe de imenso potencial para a piscicultura em virtude de condições naturais muito favoráveis: rico em recursos hídricos com muitas propriedades rurais de áreas inundáveis, espécies nativas com grande potencial para produção, clima propício, diversidade de espécies, além de ser grande produtor de grãos.

Entre as espécies criadas no Brasil, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) destaca-se como a espécie nativa mais cultivada representando 22,6% da piscicultura nacional, com produção de 88,7 toneladas no ano 2013 (IBGE, 2014). 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 (SILVA et al., 2007; PEREIRA JUNIOR et al., 2013 a).

A piscicultura tem conquistado grandes avanços na qualidade da produção, e na eficiência do manejo, visando sempre uma máxima produtividade, requerendo a utilização de dietas que atendam às exigências nutricionais através de uso adequado de rações balanceadas. Nesse sentido é de extrema importância avaliar alimentos alternativos, possibilitando a formulação de rações com viabilidade econômica e alta qualidade nutricional.

A formulação de rações para peixes é baseada principalmente em milho e farelo de soja, os quais, em função de grande variabilidade de preço e dependendo da oferta no decorrer do ano e da dificuldade de transporte para as regiões não produtoras desses alimentos, pode torna 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 um

aumento na eficiência de utilização dos nutrientes, melhora a qualidade do pescado e minimiza a excreção de resíduos fecais e metabólicos.

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 (*Colossoma macropomum*) na fase de crescimento.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Considerações gerais sobre a aquicultura no Brasil**

O Brasil tem grande potencial para a aquicultura pelas condições naturais como clima favorável. Este potencial está relacionado à sua extensão costeira de mais de oito mil quilômetros e à sua dimensão territorial, que dispõe de aproximadamente 13% da água doce renovável do planeta. Em relação às águas continentais, fazem parte desse volume as áreas alagadas artificialmente pela construção de barragens, bem como áreas particulares para produção em viveiros de terra escavados (ROCHA et al., 2013).

A região Nordeste foi a maior produtora nacional em 2013, com 140.748 toneladas de pescado, seguida pela região Sul, com 107.448 toneladas. Em 3º lugar ficou a região Centro-Oeste, com 105.010 toneladas; em 4º lugar a região Norte, com 73.009 toneladas; e em 5º lugar apareceu à região Sudeste, com 50.297 toneladas (MPA, 2015).

Entre os estados da região Nordeste destaca-se Bahia, com 119 mil toneladas, seguida do Ceará, com 88 mil toneladas. O Maranhão, com 70 mil toneladas, destaca-se como o terceiro maior produtor. Entretanto, sua produção de pescado oriunda da aquicultura continental ocupa a sétima posição na região Nordeste e a vigésima terceira colocação entre os estados da federação. Isto pode ser explicado analisando os dados em separados da produção de pescado no estado do Maranhão, onde quase 98% são oriundos da pesca extrativista. Enquanto isso, os estoques pesqueiros naturais, tanto marinhos quanto continentais, se encontram em seu limite máximo de exploração (MPA, 2010).

A indústria de rações tem sido muito importante para a expansão da aquicultura no país. Além de promover uma grande diversidade de produtos, faz o uso de tecnologia para a diminuição da dependência da proteína animal, aproveitando o uso de produtos alternativos de origem vegetal para a formulação de rações. De acordo com os dados do SINDIRAÇÕES, em 2015, a demanda de rações para peixes e camarões alcançou 940 mil toneladas, sendo 835 mil para peixes e 105 mil para camarões marinhos, o que representa um crescimento de 26,4% nas rações para peixes em relação aos números de 2013.

O país dispõe de espécies com grande potencial para produção, atualmente, cada região brasileira vem se especializando em determinados tipos de pescado. Na Região Norte, predominam o tambaqui e o pirarucu. No Nordeste, a preferência é pela tilápia e pelo camarão marinho. No Sudeste, a tilápia tem grande presença na aquicultura. No Sul, predominam as carpas, as tilápias, as ostras e os mexilhões. Já no Centro-Oeste os destaques são o tambaqui, o pacu e os pintados (KUBITZA et al., 2012).

Os peixes redondos, como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*) são exemplos de espécies nativas do Brasil apreciadas por apresentar boas características zootécnicas e rentabilidade, assim como pelo potencial nos mercados doméstico e internacional (FERNANDES et al., 2014). Dentre elas, o tambaqui destaca-se com o maior crescimento na produção, que passou de 30,6 mil toneladas para 46,5 mil toneladas entre o ano de 2008 a 2009 (MPA, 2010).

## **2.2. Tambaqui (*Colossoma macropomum*)**

O tambaqui (*Colossoma macropomum*), classe Actinopterygii e pertencente a ordem Characiformes é originário da América do Sul, das bacias dos rios Amazonas e Orinoco, de tamanho e hábitos alimentares variáveis, classificado como onívoro com tendência herbívoro, filtrador e frugívoro, com grande capacidade de digerir proteína animal e vegetal (NUNES et al., 2006; MOREIRA et al., 2007; DAIRIKI & SILVA, 2011; SENA, 2012).

A adaptação ao confinamento e arraçoamento, crescimento rápido e resistência ao manuseio, favorece a produção de tambaqui na piscicultura. Esta espécie pode atingir em cativeiro tamanho comercial em um ano, é capaz de suportar baixos níveis de oxigênio sendo um peixe de águas ricas em nutrientes, com temperaturas médias, entre 25°C e 34°C (CAMARGO et al., 1998; SILVA et al., 2007; DAIRIKI & SILVA, 2011; SILVA JUNIOR et al., 2011;). A tecnologia de produção de alevinos da espécie está bem consolidada. Atualmente, de cada cinco tambaquis consumidos, quatro são provenientes de cativeiro, garantindo o abastecimento a preço baixo (JACOMETO et al., 2010).

O tambaqui apresenta-se como um dos peixes mais apreciados na culinária amazônica, e amplamente aceito em outras regiões, devido ao seu excelente sabor, consistência e coloração branca da carne, pouca presença de espinhas e facilidade para obtenção do filé (ALMEIDA, 2010). Grande parte da produção e consumo do tambaqui e peixes redondos ocorre nas regiões norte, centro-oeste e em estados do Nordeste (Maranhão, Piauí, Bahia), sendo o maior centro de consumo a cidade de Manaus que absorve anualmente ao redor de 30.000 toneladas de tambaquis (KUBITZA et al., 2012).

O trato digestório do tambaqui é formado por um esôfago curto e bem definido ligado a um estômago do tipo monogástrico, de forma sacular, apresentando três regiões bem distintas: a cárdica (região anterior), a fúndica (região de transição) e a pilórica (região posterior). Apresenta os cecos pilóricos que são projeções digitiformes no início do intestino que aumenta a área de digestão e absorção de nutrientes e prolongam o tempo de transito do alimento (GONÇALVES et al., 2013; COSTA et al., 2015).

O intestino é relativamente longo e simples, iniciando na válvula pilórica e terminando no reto, onde se completa a digestão e a absorção dos nutrientes iniciada no estomago (OLIVEIRA, 2014).

### **2.3. Digestibilidade**

A determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente dos alimentos é de suma importância para formulação de dietas balanceadas em valores digestíveis, que atendam a exigência nutricional da espécie (DAIRIKI & SILVA, 2011). Segundo Vidal Junior (2000), os estudos com digestibilidade dos alimentos em tambaqui proporcionam maior eficiência de sua utilização e um menor impacto ambiental da atividade, permitindo a redução nas quantidades de nutrientes excretados.

Diversos fatores influenciam os coeficientes de digestibilidade dos alimentos em peixes: a metodologia utilizada para a coleta de fezes, a espécie do peixe, a idade do peixe, a composição do alimento, a salinidade, a temperatura da água e o tipo de processamento do alimento (BOMFIM & LANNA, 2004).

O conhecimento da digestibilidade dos subprodutos da agroindústria tem viabilizado a utilização de uma série de alimentos em rações completas para peixes. Esses estudos de digestibilidade demonstram que alimentos com semelhantes composições químicas podem apresentar diferentes coeficientes de digestibilidade (PEZZATO et al., 2004).

O balanço de matéria perdida na passagem através do trato digestivo mensura o aproveitamento de um alimento. As fezes não contêm apenas o alimento não digerido, mas também produtos metabólicos como bactérias e perdas endógenas do metabolismo animal. A digestibilidade aparente é definida como sendo a diferença entre a quantidade do componente fornecida no alimento menos a eliminada nas fezes, não sendo contabilizada as perdas endógenas. A digestibilidade verdadeira é determinada pela diferença entre a quantidade de um nutriente na dieta pela quantidade nas fezes, sendo consideradas as perdas endógenas, que são subtraídas da quantidade total de fezes. O coeficiente de digestibilidade verdadeira é sempre mais alto que o da digestibilidade aparente (SOEST, 1994). Em peixes, a determinação da digestibilidade verdadeira é de difícil quantificação, visto que vivem em ambientes aquáticos, aumentando os riscos de stress devido a excessiva manipulação e também a lixiviação dos nutrientes na água. Neste sentido, a digestibilidade aparente é mais utilizada (SENA, 2012).

As metodologias aplicadas para as coletas de fezes podem ser realizadas com o peixe fora ou dentro da água, ou seja, obtidas ou por decantação das fezes na água ou por coletas diretamente do intestino posterior do peixe. Abimorad & Carneiro (2004), analisando quatro

métodos de coletas de fezes (dissecação, extrusão, Guelph e Guelph modificado) para o pacu, concluiu que qualquer um pode ser adotado para a determinação de digestibilidade, desde que seja rigorosamente aplicado.

Existem dois métodos básicos para determinação de coeficiente de digestibilidade. O método direto, com quantificação de coleta total de fezes e o método indireto, onde a coleta de fezes é parcial, com o uso de indicadores inertes. Apesar de técnicas adaptadas, o método direto não é utilizado rotineiramente, pois o ambiente aquático dificulta a separação entre as fezes e a água e a mensuração do consumo do alimento. No método indireto os coeficientes de digestibilidade aparentes são estimados contabilizando as diferenças de concentração do componente nutricional e do indicador (externo ou interno) no alimento e nas fezes, de forma que a coleta total das fezes não é necessária, apenas uma amostra representativa (BOMFIM & LANNA, 2004). Para peixes destacam-se os métodos indiretos com o uso de indicadores (TEIXEIRA et al., 2010).

Os indicadores de digestibilidade tem que ser um composto totalmente indigestível, que não seja de origem endógena e que esteja presente no alimento em quantidades que permitam sua fácil detecção pelos métodos analíticos (VIDAL JUNIOR, 2000). Podem ser utilizados indicadores internos, um componente indigestível do próprio alimento, ou externos, componente inerte adicionando no alimento. O indicador externo óxido crômico vem sendo extensivamente utilizado em ensaios de digestibilidade, mas novos indicadores têm sido avaliados e/ou utilizados. O dióxido de titânio ( $TiO_2$ ) pode ser utilizado como indicador externo, em alternativa ao óxido crômico, em estudos de digestão, tendo ainda um custo relativamente menor (FIGUEREDO, 2011).

Braga et al. (2006), utilizando óxido de cromo e dióxido de titânio como indicadores para determinar digestibilidade de alimentos em frango de corte, concluiu que o dióxido de titânio é mais confiável que o cromo como indicador dietético, sendo menos variável e obtendo-se maior digestibilidade, o qual indica uma maior recuperação.

#### **2.4. Alimentos Alternativos**

O maior desafio da produção animal é obter um produto final de qualidade, competitivo no mercado, com maior lucratividade. Na aquicultura, os custos com a alimentação podem inviabilizar empreendimentos aquícolas, principalmente de pequenos produtores. Alimentos convencionais para fabricação de rações, dependendo da disponibilidade de grãos, podem ser mais caros e em algumas regiões, além das dificuldades da aquisição desses alimentos, podendo onerar mais a piscicultura com altos custos do transporte.

Uma alternativa para baratear a produção na piscicultura é a utilização de alimentos alternativos para formulação de rações (PASCOAL et al., 2006a).

O desafio para o uso de alimentos alternativos e regionais na alimentação de peixes se deve a diversos fatores, como sazonalidade da produção, distribuição não uniforme das espécies florestais, ausência de sistemas produtivos estabelecidos para a maioria dessas espécies, elevado preço de mercado de determinados produtos na safra, além do limitado conhecimento sobre eficiência nutricional e aproveitamento desses produtos pelos peixes, não permitindo ainda o uso de tais itens alimentares como alimentos na formulação de dietas (GUIMARAES & FILHO, 2004).

A determinação da digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima é importante quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão em dietas para peixes. De acordo com Boscolo et al. (2002), estudos de determinação da digestibilidade são necessários para pesquisas posteriores quanto aos níveis de inclusão para diversas fases da vida da espécie estudada.

Dos vários alimentos alternativos que podem ser analisados os valores nutricionais para uma possível utilização na dieta de peixes, tem-se: o 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.

#### 2.4.1. Farelo de arroz integral

O farelo de arroz é um subproduto proveniente do polimento do arroz descascado para produzir arroz branco. Este subproduto tem sido usado na alimentação animal, sendo considerada uma fonte de energia alternativa, além de possuir níveis significativos de proteína, fósforo, manganês, vitaminas, gordura entre outros nutrientes (GIACOMETTI et al., 2003).

O farelo de arroz apresenta características importantes, principalmente na sua composição química, como o alto teor de óleo, que possibilita sua utilização como fonte de energia para monogástricos, em substituição ao milho (PIRES et al., 2013). Apresenta aspecto farináceo e fibroso, é suave ao tato e consiste de pericarpo, gérmen, fragmentos de arroz e pequenas quantidades de casca com granulometria fina. Apresenta composição média de 14,69% de proteína bruta, 10,05% de matéria mineral, 16,21% de extrato etéreo, 9,03% de fibra bruta, 24,09% de FDN, 14,08% de FDA e 4852,24 kcal/kg de energia bruta em matéria seca (ROSTAGNO et al., 2011).

Segundo Gomes et al. (2012), o farelo de arroz representa de 8% a 11% do peso total do grão de arroz. Considerando que a safra de arroz brasileira de 2014/15 foi de 12.544 mil toneladas, a quantidade de FAI produzida apresenta um valor significativo, correspondendo a

1379,84 mil toneladas. A região Norte é maior produtora de arroz (995,5 mil t) seguido pelo nordeste (827,3 mil t), onde destaca-se o Maranhão como o primeiro produtor com 573,8 mil toneladas, correspondendo a 69,35% da produção total (CONAB, 2015).

A composição química do farelo de arroz pode variar de acordo com a variedade genética do arroz, condições ambientais de cultivo, a constituição do grão ou processamento a que foi submetido, como o branqueamento do arroz (brunicação) e pelo polimento, que consiste no acabamento do produto e remoção dos resíduos de farelo (LACERDA et al, 2010).

O farelo de arroz integral pode ser contaminado por falta de condições sanitárias de recolhimento ou contaminação no processamento pelo endosperma que altera o teor de amido, ou com resíduos de casca que afeta o teor de fibras (LACERDA et al., 2010), ocasionando alterações elevadas nos teores nutricionais, sendo produzido farelos com características nutricionais diferenciadas onde maiores quantidades de cascas deprecia o valor nutritivo por comprometer a energia digestível (SANTOS et al., 2006).

Segundo Filardi et al. (2007), o alto teor de gordura no farelo de arroz pode gerar problemas com o seu armazenamento prolongado. A elevada quantidade de lipídeos insaturados residuais no FAI o torna susceptível à rancificação em poucas semanas, causando prejuízo na sua qualidade nutricional, o que pode ser evitado pela utilização de antioxidantes.

Outro ponto negativo é a presença de fatores antinutricionais, como os polissacarídeos não-amiláceos (PNA) solúveis que são componentes não digeríveis e que interferem na absorção intestinal dos nutrientes. De acordo com Giacometti et al. (2003), os animais monogástricos têm dificuldade de aproveitamento dos alimentos com altos teores de PNA solúveis, pois pela constituição de suas cadeias têm alta capacidade de absorção de água e formação de gel, causando um aumento na viscosidade da digesta, que além de reduzir a energia digestível do alimento, pode também reduzir a digestibilidade dos nutrientes dos alimentos, entre eles, a proteína, o amido, a gordura e os minerais.

Na literatura, existe estudos com a utilização do FAI na alimentação de diversas espécies de peixes (Tabela 1). Segundo Furuya (2010), na tabela brasileira para a nutrição de tilápias, os valores estimados de matéria seca total são de 91,74%, energia bruta de 4098,00 kcal/kg, proteína bruta de 12,80%, matéria seca digestível de 51,00%, energia digestível de 2359,63 kcal kg e proteína digestível de 8,56% do farelo de arroz para a tilápia do Nilo.

Tabela 1. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e da energia bruta (EB) do FAI, de acordo com diferentes fontes bibliográficas.

| Fontes                      | Espécie | MS<br>% | PB<br>% | EB<br>% | EE<br>% |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Pezzato et al. (2002)       | Tilápia | 59,29   | 94,86   | 90,79   | 57,47   |
| Goncalves & Carneiro (2003) | Pintado | -       | 44,21   | 51,84   | -       |
| Abimorad & Carneiro(2004)   | Pacu    | -       | 80,82   | 92,73   | -       |
| Gonçalves et al (2004)      | Tilápia | -       | 77,48   | 77,78   | -       |
| Guimaraes (2006)            | Tilápia | 55,29   | 66,88   | 57,58   | -       |
| Novoa (2009)                | Tilápia | -       | 84,03   | 65,83   | -       |
| Teixeira et al(2010)        | Surubim | 59,67   | 83,84   | 66,41   | -       |

Valores expresso em % de MS, PB, EB e EE.

O Farelo de Arroz Integral (FAI) é uma matéria prima disponível no mercado brasileiro e pode ser utilizado nas dietas visando diminuir os custos de produção, substituindo o milho (SANTOS et al., 2004). Diferentes processos de agroindustrialização aplicados como peletização e extrusão podem alterar o aproveitamento de conteúdos nutricionais, principalmente de energia e proteína desses alimentos, o que justifica realizar trabalhos para estabelecer a digestibilidade da energia e da proteína (NOVOA, 2009). As diferenças nos coeficientes de digestibilidade entre os trabalhos encontrados para alguns alimentos, estão relacionadas principalmente à ausência de padronização no processamento (GOMES et al., 2010).

#### 2.4.2. Farinha do feno da folha da leucena

A leucena é originária da América Central e das regiões tropicais de solos férteis bem drenado. Esta leguminosa pode produzir, a baixo custo, elevadas quantidades de proteína para serem empregadas na alimentação animal. É uma planta de grande aceitação pelos animais e de grande tolerância à seca, mantendo-se verde durante praticamente todo o ano (MARTINEZ, 2009).

O teor de proteína bruta na matéria seca na fração de folhas mais vagens situa-se entre 21 e 23% e nas hastes finas entre 8 a 10%. A fração utilizável para o feno, sendo uma mistura de aproximadamente metade de folhas mais vagens e metade de hastes finas, faz com que o feno obtido apresente teores médios entre 14,7 e 16,5% de PB. O material foliar da leucena é também uma excelente fonte de betacaroteno, precursor da vitamina A, apresentando o teor de fibra bruta de 13%, A leucena pode ainda ser utilizada na forma de feno ou farinha (obtida pela

moagem e dessecação ao sol) fornecida a bovinos, suínos e aves, embora, neste caso, devam ser utilizadas as leucenas que apresentam teores baixos de mimosina (KLUTHCOUSKI, 1982; RAMOS et al., 1997; MARTINEZ, 2009).

A mimosina é um aminoácido não proteico tóxico para ruminantes e monogástricos, sendo um fator antinutricional inibidor competitivo da produção do hormônio tiroxina produzido na tireóide. Enzimas encontradas em células de leucena na maceração, degrada a mimosina em DHP (3 – hydroxy – 4 [1h] pyridone), substância menos tóxica e no processo de desidratação a elevadas temperaturas, ocorre a desnaturação tornando-a inativa (LIMA, 2005), sendo que a utilização da leucena em forma de feno, diminui consideravelmente seus teores tóxicos (ARAUJO, 2010).

A digestibilidade da matéria seca da leucena é considerada alta, indicando níveis de 65% a 75%, superiores aos da maioria das forrageiras, que são inferiores a 60% (OLIVEIRA, 2000). Pezzato et al. (2004), estudando a digestibilidade de alimentos alternativos para tilápia do Nilo obteve para matéria seca, proteína bruta e energia digestível de feno de leucena resultados de: 37,62%; 72,54% e 2700 kcal/kg, respectivamente. Araújo (2010), avaliando a digestibilidade aparente do feno da folha da leucena para a mesma espécie, determinou a digestibilidade aparente para a matéria seca de 20,74%, proteína bruta de 71,72%, energia bruta de 30,30% e 48,36% de extrato etéreo.

Estudos que determinem com precisão a digestibilidade do feno da folha da leucena para tambaquis proporcionará conhecimento nutricional desse alimento alternativo, para uma possível inclusão em dietas para a espécie.

#### 2.4.3. Farinha do feno da folha da mandioca

O Brasil é o maior produtor mundial de mandioca, *Manihot esculenta*, Crantz, com produção nacional de 21.484,218 t. O Maranhão apresenta-se como o 4º produtor com 1325, 328 t, ficando atrás apenas do Pará (4621,692 t), Paraná (3759,705 t) e Bahia (1825,328 t) (EMBRAPA, 2013).

Um dos resíduos gerados na cultura da mandioca, especificamente no processo de colheita das raízes, é a folha. O concentrado proteico de folhas de mandioca tem alto valor nutritivo, baixo custo de produção e pode assim ser muito atrativo como fonte de proteína na alimentação animal (BOHNENBERGER et al., 2010). A parte aérea da mandioca é constituída pelas hastes principais, galhos e folhas em proporções variáveis, rico em vitaminas, especialmente A, C e do complexo B. O conteúdo de minerais, por sua vez, é relativamente alto, especialmente cálcio e ferro (ALMEIDA & FERREIRA FILHO, 2005).

A qualidade nutricional da folhagem depende de vários fatores, como solo, idade da planta, variedades, etc. Além desses fatores, que influem diretamente na qualidade do produto final, outro é a proporção entre folhas e talos. Uma maior proporção de folhas melhora a qualidade nutricional, já que os níveis de proteína e fibra nas folhas são em torno de 25% e 9%, enquanto nos talos e pecíolos são de 11% e 25%, respectivamente (ALMEIDA & FERREIRA FILHO, 2005). A digestibilidade declina com o amadurecimento das folhas ou época da colheita, por afetar a relação entre caules e folhas (HISANO et al., 2008).

Apesar da riqueza em nutrientes, o potencial de uso do terço final da planta da mandioca é limitado pela presença de alto teor de ácido cianídrico (HCN), sendo este superior ao das raízes. O glicosídeo cianogênico presente em toda a planta da mandioca, em hidrólise, produz glicose, cetona e principalmente HCN, cuja ingestão ou mesmo inalação constitui sério risco à saúde. Este composto inibe grande número de enzimas, particularmente a oxidase terminal na cadeia respiratória. Várias técnicas de processamento (parte aérea fenada em forma de farelo ou farinha), visando à eliminação do glicosídeo cianogênico são utilizadas. O método mais comum é deixar que as enzimas endógenas, após maceração, promovam a liberação do HCN, necessitando, portanto, maior tempo de secagem e aeração (PADUA et al., 2009). A desidratação da folhagem da mandioca tem como objetivo eliminar o excesso de umidade (70 a 80 %), aumentar a concentração de nutrientes, reduzir o teor de ácido cianídrico a níveis seguros e facilitar a incorporação do produto final em rações balanceadas (ALMEIDA & FERREIRA FILHO, 2005).

A parte aérea da mandioca, já foi analisada como fonte de proteína para utilização de ruminantes e monogástricos. Porém para peixes, estudos ainda são escassos, levando em consideração as diversas espécies, com a possibilidade de capacidade de aproveitamento (digestibilidade) diferenciados.

De acordo com Araújo (2010), a digestibilidade aparente do feno da folha de mandioca para tilápia do Nilo apresentou 30,32% de matéria seca, 21,07% de proteína bruta, 23,04% de energia bruta e 4,43% de extrato etéreo. Carvalho et al (2012), avaliando o coeficiente de digestibilidade do feno da folha da mandioca para juvenis da mesma espécie encontrou 81,22% para matéria seca, 73,37 % para proteína bruta e 64,7 % de extrato etéreo.

Apesar das restrições da parte aérea da mandioca, esta pode ser utilizada como fonte alternativa proteica em rações para peixes, principalmente de hábitos onívoros e herbívoros em função da escassez e do alto preço da farinha de peixe, principal fonte proteica, para garantir a sustentabilidade econômica da aquicultura (HISANO et al., 2008).

#### 2.4.4. Raspa da raiz integral da mandioca

O processo de produção da raspa integral de mandioca consiste basicamente nas operações de trituração ou picamento e secagem ao sol. A produção deve ocorrer no período adequado para colheita da mandioca e quando as condições climáticas são favoráveis à secagem ao sol. A composição nutricional das raspas e dos resíduos depende da variedade da mandioca, da idade da planta e época do ano, além do processo de fabricação de seus produtos (CAVALCANTI & LOPES FILHO, 2000; RANGEL et al., 2005).

A raiz da mandioca apresenta quantidades mínimas de proteínas, vitaminas, minerais e fibra, sendo pobre em aminoácidos essenciais (metionina e triptofano). É bem aceita pelos animais, sendo um produto de ampla versatilidade quanto suas possibilidades de uso como alimento de animais ruminantes e monogástricos (ALMEIDA & FERREIRA FILHO, 2005). Os principais nutrientes da raiz de mandioca são os carboidratos solúveis, constituídos por amido e açúcares, apresentando-se como o quarto produto agrícola mais calórico logo após do arroz, do milho e da cana-de-açúcar (PEREIRA JUNIOR et al., 2011).

A maior capacidade de expansão do amido da mandioca em relação ao amido dos cereais, em especial ao do milho, pode estar relacionada à menor quantidade de amilose. Também a constituição do amido da mandioca difere dos grãos por não apresentar pericarpo e endosperma, que são barreiras físicas ao processo de digestão. Estas características do amido da mandioca facilitam a digestibilidade quando comparada com o amido do milho e sorgo (RANGEL et al., 2005).

De acordo com Almeida & Ferreira Filho (2005), a mandioca e a macaxeira pertencem a uma única espécie cujos caracteres morfológicos são semelhantes, residindo no maior ou menor teor de ácido cianídrico a diferença fundamental entre as duas formas. Os efeitos tóxicos causados pelo o ácido cianídrico, podem variar de acordo com a quantidade ingerida pelo alimento. A toxicidade pode ser evitada pela trituração e desidratação da mandioca, que consiste em picá-la e deixá-la espalhada ao ar livre por 24 horas (ARAÚJO, 2010).

Pezzato et al. (2004), avaliando a digestibilidade de alimentos alternativos para tilápia do Nilo, observou que o coeficiente de digestibilidade pela raspa da mandioca foram superiores aos obtidos para alimentos energéticos comumente utilizados em rações, determinando valores de 78,14% para matéria seca, 90,22% para proteína bruta e 3163 Kcal/Kg de energia digestível. De acordo com Araújo (2010), a raspa da mandioca é promissora para a formulação de rações para a tilápia do Nilo, com o coeficiente de digestibilidade aparente de 72,85% para matéria seca, 84,51% de proteína bruta, 70,62% de energia bruta e 81,78% de extrato etéreo.

Novoa (2009), determinando coeficientes de digestibilidade, da farinha da raiz da mandioca para tilápia vermelha obteve 97,51% para a proteína bruta e 93,14% para a energia bruta.

A viabilidade de utilização da mandioca na alimentação de peixes reduz os custos de produção com utilização de proteína (parte aérea) e energia (raiz), sendo um alimento alternativo que pode ser encontrado na maior parte no território nacional em qualquer período no ano (HISANO et al., 2008).

#### 2.4.5. Torta de babaçu

O babaçu (*Orbygnia speciosa*) é uma palmeira que ocorre no Brasil sobre variadas classes de solos. Nativo das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil, o babaçu ocupa entre 13 e 18 milhões de hectares, distribuídos em 279 municípios dos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins, Goiás, Mato Grosso, Amazonas, Pará, Rondônia, Ceará, Bahia e Minas Gerais, sendo o Maranhão o maior estado produtor com 106 055 toneladas que concentram 54,6% da produção nacional (IBGE, 2010; CASTRO, 2012).

O fruto do babaçu é formado por epicarpo (camada externa e fibrosa), mesocarpo (camada abaixo do epicarpo, rico em amido), endocarpo (camada mais interna) e amêndoas que podem variar de 1 a 8, mas a média é de 3 a 4 amêndoas por coco (CARRAZZA et al., 2012). Segundo Silva et al (2015), o processamento industrial do coco do babaçu para extração do óleo da amêndoa gera a torta (resultante do processo de prensagem) e o farelo do babaçu (oriundo do processo em que se utiliza prensagem e solvente químico).

No processo da extração do óleo do babaçu, pode ocorrer contaminação com o epicarpo, camada mais resistente, o que pode alterar os valores dos nutrientes existentes no produto final (PASCOAL et al., 2006b). Se não houvesse elevada contaminação por partículas do endocarpo, a torta de babaçu apresentaria elevado valor nutricional. No entanto, a torta de babaçu produzida no Brasil possui grandes problemas como contaminação por cascas. É importante destacar que tanto o farelo quanto a torta de babaçu apresentam níveis de lignina acima de 3%. Assim, deve-se atentar para os teores de lignina da torta de babaçu que podem ser indicativos de menor qualidade nutricional. As informações existentes sobre a torta ou o farelo de babaçu mostram que se trata de um produto fibroso, com concentrações medianas de proteína bruta e energia de composição variável (CASTRO, 2012).

De acordo com Gasparini et al (2015), os teores de fibra da torta de babaçu são elevados: 28,47%, 75,57% e 45,97% para a fibra bruta, FDN e FDA, respectivamente. Os efeitos dos polissacarídeos não amiláceos solúveis e insolúveis na nutrição de monogástricos, geralmente

recaem na diminuição da digestibilidade dos nutrientes, aumento da viscosidade do bolo alimentar e efeito na velocidade de transito alimentar (MEURER & HAYASHI, 2003).

Não existem trabalhos na literatura que avaliem o coeficiente de digestibilidade da torta de babaçu para peixes. Mas a torta e o farelo de babaçu contribuem de forma significativa como alimento alternativo para a alimentação de monogástricos, pois vários trabalhos onde foi feita a substituição parcial de alimentos tradicionais por torta e farelo de babaçu, não houve perdas de produtividade (FERREIRA et al., 2011).

### 3. REFERÊNCIAS

- ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. 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) **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.5, p.1101-1109, 2004.
- ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J.R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Revista Bahia Agrícola**. v.7, n.1, set. 2005.
- ALMEIDA, L.C. **Desempenho Produtivo, eficiência digestiva e perfil metabólico de juvenis de tambaqui, *Colossoma mapropomum* (Cuvier, 1818) alimentados com diferentes taxas carboidratos/lipídios**. Universidade Federal de São Carlos. Tese (Doutorado). São Carlos. 2010.
- ARAÚJO, J.R. **Avaliação de alimentos alternativos regionais para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação (Mestrado). 2010.
- BOHNENBERGER, L.; GOMES, S.D.; COELHO, S.R.M.; BOSCOLO, W.R. Concentrado proteico de folhas de mandioca na alimentação de tilápias-do-Nilo na fase de reversão sexual. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.39, n.6, p.1169-1174, 2010.
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T. Fatores que afetam os coeficientes de digestibilidade nos alimentos para peixes **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n1, p.20-30, julho/agosto de 2004.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**. 31(2): 539-545, 2002.
- BRAGA, G.M.; FRANCO, L.S.; LEAL, C.C.; RICALDE, R.S.; CORREA, J.S.; Comparison of two dietary marks in the determination of amino acid digestibility in some foodstuffs for growing broiler chickens. **Revista Interciência**. vol. 31 N° 12. dec. 2006.
- CAMARGO, A.C.S.; VIDAL JUNIOR, M.V.; DONZELE, J.L.; ANDRADES, D.R.; SANTOS, L.C. Níveis de Energia Metabolizável para Tambaqui (*Colossoma macropomum*) dos 30 aos 180 gramas de Peso Vivo. Composição das Carcaças. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.27, n.3, p.409-415, 1998.
- CARRAZZA, L.R.; CRUZ, C.C.; SILVA, A.M.L. **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto e da Folha do Babaçu**. 2ª edição Brasília – DF, ISPN. 2012.
- CARVALHO, P.L.P.; SILVA, R.L.; BOTELHO, R.M.; DAMASCENO, F.M.; ROCHA, M.K.H.R.; PEZZATOL, E. Valor nutritivo da raiz e folhas da mandioca para a tilápia do Nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 38(1): 61 – 69, 2012.
- CASTRO, K.J. **Torta de babaçu: consumo, digestibilidade, desempenho, energia metabolizável, energia líquida e produção de metano em ruminantes**. Tese (Doutorado). 2012.

CAVALCANTI, J.; LOPES FILHO, F. **Raspa de mandioca para alimentação animal no semi-árido brasileiro**. Instruções técnicas da Embrapa: Semiárido. Brasil. 2000

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**. Safra 2014/15, v- 2, n. 9 - Nono levantamento, Brasília, p. 1-104, junho 2015. Disponível em: < [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_06\\_11\\_09\\_00\\_38\\_boletim\\_graos\\_junho\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf) > Acesso em 28 mar. 2016. Brasil. 2015.

COSTA, G.M.; OLIVEIRA, L.C.; LIMA, M.; KARSBURG, I.V.; SCHUINGUES, C.O. Aspectos morfológicos do estômago de *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818), Tambaqui. **Enciclopédia biosfera**. Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.22; p. 2015.

DAIKIRI, J.K.; SILVA, T.B.A. **Revisão de literatura: Exigência nutricional do tambaqui-compilação de trabalhos, formulação de rações adequada e desafios futuros**. Embrapa 2011.

EMBRAPA. **Produção brasileira de mandioca em 2013. Principais estados produtores de mandioca no Brasil no ano de 2013**. Disponível em <[http://www.embrapa.br/documents/1355135/1529009/Mandioca\\_Brasil\\_2013](http://www.embrapa.br/documents/1355135/1529009/Mandioca_Brasil_2013)> Acesso em: 20 de março de 2016. Brasil. 2013

FAO – **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF NATIONS**. The State of World Fisheries and Aquaculture, 197p. 2010.

FERNANDES, J.B.K.; TAKAHASHI, L.S.; AQUINAGA, J.Y. Anatomia e Fisiologia do Trato Gastrointestinal de Peixes. **Nutrição de Não Ruminantes**. SHAKAMURA, N.K. Jaboticabal: FUNEP. 2014.

FERREIRA, E.F.; CASTRO, L.S.; OLIVEIRA, M.M.M.; SILVA, T.L.A.; MORO, D.N. Utilização de subprodutos do babaçu na nutrição animal. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 22, Ed. 169, Art. 1139, 2011.

FIGUEREDO, M.R.P. **Indicadores externos de digestibilidade aparente em ovinos**. Dissertação (Mestrado). UFMG. Belo Horizonte. 2011.

FILARDI, R.S.; JUNQUEIRA, O.M.; LAURENTIZ, A.C.; CASARTELLI, E.M.; ASSUENA, V.; PILEGGI, J.; DUARTE, K.F. Utilização do farelo de arroz em rações para poedeiras comerciais formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis. **Ciência Animal Brasileira**. v. 8, n. 3, p. 397-405, jul./set. 2007.

FURAYA, W.M. **Tabela brasileira para nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 100p. 2010.

GASPARINI, S.P.; RIBEIRO, F.B.; SIQUEIRA, J.C.; BOMFIM, M.A.D.; NASCIMENTO, D.C.N. Avaliação nutricional da torta de babaçu para frangos de crescimento lento em diferentes idades. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 28, n. 2, p. 126 – 134, abr. jun., 2015.

GIACOMETTI, R.A.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, AG.; FIALHO, E.T.; SANTOS, A.V. Valores energéticos do farelo de arroz integral suplementado com complexos enzimáticos para frangos de corte. **Ciência e agrotecnologia**. Lavras. V.27, n.3, p.703-707, maio/jun., 2003.

GOMES, P.C.; GENEROSOR.A.R.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; BRUMANO, G.; MELLO, H.H.C. Valores de aminoácidos digestíveis de alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.6, p.1259-1265, 2010.

GOMES, T.R.; CARVALHO, L.E.; FREITAS, E.R.; NEPOMUCENO, R.C.; ELLERY, E.A.C.; RUFINO, R.H.M. Efeito da inclusão de farelo de arroz integral em rações para leitões de 21 a 42 dias de idade. **Revista Archivos de Zootecnia**. 61 (233): 129-139. 2012.

GONÇALVES, E.G.; CARNEIRO, D.J. Coeficientes de Digestibilidade Aparente da Proteína e Energia de Alguns Ingredientes Utilizados em Dietas para o Pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) **Revista Brasileira Zootecnia**. v.32, n.4, p.779-786, 2003.

GONCALVES, L.U.; RODRIGUES, A.P.O.; MORO, G.V.; FERREIRA, E.C.; CYRINO, J.E.P. Morfologia e Fisiologia do Sistema Digestório de Peixes. **NUTRIAQUA**. FRACALOSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. Aquabio. Florianópolis. 2013.

GUIMARAES, S.F.; FILHO, A.S. Notas Científicas Produtos agrícolas e florestais como alimento suplementar de tabaqui em policultivo com jaraqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.3, p.293-296, mar. 2004.

HISANO, H.; MARUYAMA, M.R.I.; SHIKAWA, M.M.; MELHORANÇA, A.L. **Potencia da utilização da Mandioca na Alimentação de Peixes**. EMBRAPA. 2008.

HISANO, H.; BARROS, M.M.; PEZZANO, L.E. **Desempenho produtivo de tilápia do Nilo alimentados com rações contendo parte aérea de mandioca**. 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística da Produção Agrícola. **Produção das lavouras em dezembro de 2010, 3º prognóstico da safra 2011, suprimento e utilização dos principais grãos brasileiros**. Dezembro de 2010

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**. 2014.

JACOMETO, C.B.; BARRETO, N.M.L.; RODRIGUEZ RODRIGUEZ, M.D.P.; GOMES, P.C.; POVH, J.A.; JUNIOR, D.P.S.; VARGAS, L.; RESENDE.E.K.; RIBEIRO, R.P. Variabilidade genética em tambaquis (Teleostei: Characidae) de diferentes regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. vol.45 no.5 Brasília May 2010.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J.L.; ONO, E.A.; ISTCHUK, P.I. Piscicultura no Brasil. Estatísticas, espécies, polo de produção e fatores limitantes a expansão da atividade. **Panorama da aquicultura**. V.22 nº132. Julho/agosto. 2012.

KLUTHCOUSKI, J. **Leucena: alternativa para a pequena e média agricultura**. Brasília-DF: EMBRAPA-DID (EMBRAPA-CNPAF, Circular Técnica, 6) 12p. 1982.

LACERDA, D.B.C.L.; JÚNIOR, M.S.S.; BASSINELLOP.Z.; CASTRO, M.V.L.; SILVA-LOBO, V.L. et al. Qualidade de farelo de arroz cru, extrusado e parbolizado, **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 40, n. 4, p. 521-530, out./dez. 2010.

LIMA.P.C.F. Leucena. **In:** KIILL.H.P.; MEMESES.E.A. Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semi - árido brasileiro. Ed: Embrapa. Cap. 05. p.157 – 205. 2005.

MARTINEZ, J.C. Banco de proteína de Leucena, mais uma alternativa interessante. **Radar Técnico: Nutrição**. 2009.

MEURER, F.; HAYASHI, C. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de peixes – Revisão. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia**. UNIPAR,6(2):p. 127-138,2003.

MOREIRA, C.R. **Relações Filogenéticas na ordem CHARACIFORMES (Teleostei:Ostariophysi)**. Tese (Doutorado) 2007.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Produção pesqueira e aquícola**. Estatísticas 2008 e 2009. Brasil, 2010.

MPA - Ministério da pesca e aquicultura. **Produção pesqueira e aquícola**. Disponível em: <[www.mpa.gov.br](http://www.mpa.gov.br)>. Acesso em 13 fev. de 2016. Brasil. 2015.

NOVOA, D.M.T. **Valor energético e digestibilidade da proteína em alimentos para tilápia vermelha**. Dissertação (Mestrado) 2009.

NUNES, E.S.S.; CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisas Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 41, n.1, p.139-143, jan. 2006.

OLIVEIRA. M.C. **Leucena: Suplemento proteico para a pecuária do semi – árido no período seco**. EMBRAPA. Petrolina, PE. 2000.

OLIVEIRA, S.R.K.S. **Estudo da endofauna parasitaria do tambaqui (*Colossoma macropomum*), em piscicultura do Vale do Jamari – RO**. Dissertação (Mestrado) 2014.

PADUA, D.M.C.; SILVA, P.C.; PADUA, J.T.; URBINATI, E.C. Respostas fisiológicas do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), alimentado com rama de mandioca (*Manihot esculenta*) na ração. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 385-396, abr./jun. 2009.

PASCOAL, L.A.F.; MIRANDA, E.C.; SILVA FILHO, F.P. O uso de ingredientes alternativos em dietas para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.3, n 1, p.284-298, janeiro/fevereiro 2006a.

PASCOAL, L.A.F.; BEZERRA, A.P.A.; GONCALVES, J.S. Farelo de babaçu: valor nutritivo e utilização na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**. v.3, n 4, p.339-345, julho/agosto 2006b.

PEREIRA JUNIOR, G. **Substituição do milho por farinha de cruzeira de mandioca (*Manihot esculenta, crantz*) em rações para juvenis de Tambaqui (*Colossoma macropomum cuvier, 1818*)**. 86 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.

PEREIRA JUNIOR, G.; PEREIRA FILHO, M.; ROUBACH, R.; BARBOSA, P.S.; SHIMODA, E. Farinha de folha de leucena (*Leucaena leucocephala* Lam. de wit) como fonte

de proteína para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818). **Acta Amazônica**. 2013a.

PEREIRA JUNIOR, G.; BARBOSA, P.S.; SHIMODA, E.; PEREIRA FILHO, M. Composição corporal de tambaqui alimentado com rações contendo farinha de folha de leucena. **Revista Archivos de zootecnia** vol. 62, núm. 238, p. 212. 2013b.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; PEZZATO, A. C. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, 2002.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; FURUYA, W.M.; PINTO, L.G.Q. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**. v.26, n3, p.329-337, 2004.

PIRES, P.G.S.; MENDES, J.V.; RICCI, G.D. **Subprodutos do arroz como alimentos alternativos ao milho na dieta de suínos**. III Simpósio de Sustentabilidade e Ciência Animal. 2013.

RAMOS, G.M.; ITALIANO, E.C.; NASCIMENTO, M.S.C.B. et al. **Recomendações sobre o cultivo e uso da leucena na alimentação animal**. Teresina, PI: EMBRAPA- CPAMN, (EMBRAPA-CPAMN. Circular Técnica,16).16p. 1997.

RANGEL, A.H.N.; RIBEIRO, M.D.; ASSIS, A. J. **Mandioca, resíduos e subprodutos como alternativa na alimentação de bovinos leiteiros**. 6º simpósio internacional de leite integral. 2005.

ROCHA, C.M.C.; RESENDE, E.K.; ROUTLEDGE, E.A.B.; LUNDSTEDT, L.M. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira **Pesquisa Agropecuária brasileira**. Brasília, v.48, n.8, p. iv - vi, ago. 2013.

ROSTAGNO, H.R.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3a Edição. Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Zootecnia 2011.

SANTOS, R.; ZANELLA, I.; BONATO, E.L.; MAGON, L.; GASPARINIS, S.P.; BRITTES, L.B.P.; ROSA, A.P. Diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em dietas com farelo de arroz integral e enzimas sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.517-521, mar-abr, 2004.

SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. Santo Antônio da Goiás: Embrapa, 2006.

SANTOS, E.L.; WINTERLEW, M.C.; LUDKE, M.C.M.M.; BARBOSA, J.M. Digestibilidade de ingredientes alternativos para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): revisão. **Revista Brasileira Engenharia e Pesca** 3(2), jul. 2008.

SENA, M.F. **Digestibilidade aparente de alimentos para tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás. 2012.

SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B.A.S.; OLIVEIRA PEREIRA, M.I. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). **Revista Acta Amazônia**, 2007.

SILVA, M.C.; SIQUEIRA, J.C.; VAZ, R.G.M.V.; RODRIGUES, K.F.; NEIVA, A.C.G.R. et al. Substituição do farelo de soja pela torta de babaçu em rações para frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 1099-1110, mar./abr. 2015.

SILVA JUNIOR, W.A.; SILVA, C.N.; PENAFORT, J.M.; SOUZA, R.A.L.; PIMENTA JUNIOR, J. **Alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com ração comercial incrementada por abóbora (*Cucúrbita moschata*)**. Anais do 9º Seminário Anual de Iniciação Científica, 19 a 21 de outubro de 2011.

SINDIRACÇÕES - Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. **Boletim informativo do setor de alimentação animal**. Brasil. dez. 2015.

SOEST, P.J.V. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Cornell University Press, 476 p.1994.

TEIXERA, E.A.; SALIBA, E.O.S.; EULER, A.C.C.; FARIA, P.M.C.; CREPALDI, D.V.; RIBEIRO, L.P. Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.6, p.1180-1185, 2010.

VIDAL JUNIOR, M.V. **Técnicas de determinação de digestibilidade e determinação de nutrientes de alimentos para tambaqui**. Tese (Doutorado). Viçosa. Minas Gerais. 2000.

## **CAPITULO 2**

### **VALOR NUTRICIONAL DE ALIMENTOS ALTERNATIVOS PARA TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)**

## 1. INTRODUÇÃO

Em criação intensiva e semi-intensiva de peixes, a alimentação corresponde à maior parcela do custo total de produção (SIGNOR et al., 2010). Nesses sistemas de produção, principalmente na intensiva, há a necessidade da utilização de rações completas, uma vez que é a única fonte de alimentação e o alimento natural tem pouca participação no crescimento dos peixes. Atualmente, nutricionistas e fabricantes de rações estão bem atentos à importância de rações balanceadas e ecologicamente corretas, com quantidade de nutrientes que não exceda as exigências das espécies (GONÇALVES et al., 2007).

A formulação de rações para peixes tem sido baseada principalmente em milho, farelo de soja e farinha de peixe, os quais em função de grande variabilidade de preço, da oferta no decorrer do ano e da dificuldade de transporte para as regiões não produtoras, podem onerar o custo das rações, tornando inviável a produção de peixes (SANTOS et al., 2008).

No Brasil a produção de peixes em cativeiro tem sido crescente, principalmente pelas espécies nativas tropicais, como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o tambaqui (*Colossoma macropomun*), que apresentam grande potencial para a piscicultura intensiva, uma vez que possuem carne de excelente qualidade, facilidade de adaptação ao cultivo em tanques ou viveiros e grande utilidade na pesca esportiva (FERNANDES et al., 2000).

Em estudos de nutrição além de conhecimentos dos itens que o animal consome, das exigências dietéticas de nutrientes e energia é de suma importância a determinação dos coeficientes de digestibilidade dos alimentos, propiciando a formulação de dietas balanceadas em valores digestíveis (DAIRIKI & SILVA, 2011).

Segundo Carvalho et al. (2012), as diferentes espécies animais aproveitam os alimentos de forma diferenciada, sendo essa variação quantificada por meio da determinação dos coeficientes de digestibilidade, que é definida como a habilidade com que a espécie digere e absorve os nutrientes e a energia contidos nos alimentos. O conhecimento da digestibilidade possibilita a utilização eficiente de uma série de alimentos em rações para peixes.

A utilização de alimentos alternativos com potencial para substituir alimentos tradicionalmente utilizados pode ser uma alternativa viável para reduzir custos na formulação de rações, mantendo ou até mesmo melhorando o desempenho na produção animal. Nesse contexto, o farelo de arroz apresenta características importantes, principalmente na sua composição química, como o alto teor de óleo, que possibilita sua utilização como fonte de energia para os animais, em substituição ao milho (PIRES et al., 2013).

Outros alimentos alternativos podem ser utilizados, como: a farinha do feno da folha da leucena que produz forragem de boa qualidade, rica em proteína e com teores de minerais e energia capazes de atender as exigências nutricionais dos animais (RAMOS et al., 1997); os subprodutos da mandioca, sendo que o conteúdo de proteína das folhas de mandioca é superior àquele encontrado na maioria das gramíneas e leguminosas (GUERROUE et al., 1996) e a raspa da raiz integral da mandioca destaca-se como fonte de energia, que é um componente quantitativamente importante das rações para diferentes espécies de animais (ALMEIDA & FERREIRA FILHO, 2005).

Devido a composição química de subprodutos do babaçu, acredita-se que seu uso em nutrição de peixes também seja possível, especialmente do tambaqui, que é um onívoro com tendência a frugívoro (LOPES et al., 2010).

Ainda são escassas as pesquisas que abordam a utilização de alimentos alternativos, principalmente da região Nordeste do Brasil, na alimentação de peixes. Também são insuficientes as informações acerca da composição e da digestibilidade dos resíduos originados da agroindústria. Assim sendo, a utilização desses alimentos, que em muitas vezes são “subprodutos” ou resíduos do processamento de alimentos para o consumo humano tem sido um desafio para os pesquisadores da área de nutrição animal (SANTOS et al., 2008).

Objetivou-se analisar a composição química e determinar os coeficientes de digestibilidade aparente da madeira seca, proteína bruta, energia bruta e extrato etéreo 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 a torta de babaçu para tambaquis (*Colossoma macropomum*) na fase de crescimento.

## 2. MATERIAIS 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 (LANUMA), no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão (CCAA/UFMA), Campos IV, 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 (RICHTER et al., 2003).

A folha e a raiz da mandioca foram adquiridos de produtores locais, a raspa da raiz integral foi obtido das raízes, que depois de colhidas no campo, foram lavadas com água, picadas manualmente, espalhadas sobre uma lona plástica e secas a sombra por cinco dias.

Longo após a secagem, as folhas de mandioca foram trituradas em moinho de faca, de modelo Willye TE-650 com peneira de 1 mm e a raiz de mandioca foi triturada em forrageira tipo martelo de modelo TRF 80, com peneira de 1mm. O processo de secagem à sombra foi realizado em galpão fechado, arejado e à temperatura ambiente.

A torta do babaçu, obtida após a extração do óleo por meio de prensagem, foi adquirida em agroindústrias locais, e o farelo de arroz integral foi obtido em lojas agropecuárias na cidade de Chapadinha - MA. A torta de babaçu foi triturada em forrageira tipo faca, com peneira de 1mm.

As folhas de leucena foram adquiridas de produtores da zona rural da cidade de Chapadinha-MA, retiradas manualmente dos galhos, em seguidas 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 1mm.

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

Foram confeccionadas seis rações experimentais, sendo uma referência, a base de farelo de soja e milho (Tabela 1) 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, para minimizar a possibilidade de lixiviação de alimentos e armazenadas sob refrigeração.

Tabela 1. Composição percentual e química da ração referencia a base de farelo de soja e milho.

| <b>Alimento</b>             | <b>Ração Referencia (%)</b>     |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Soja Farelo 45%             | 54,55                           |
| Milho grão                  | 34,87                           |
| Óleo de soja                | 5,21                            |
| Fosfato bicálcico           | 4,04                            |
| Sal comum                   | 0,43                            |
| Premix mineral e vitamínico | 0,50                            |
| DL-Metionina                | 0,14                            |
| L-Treonina                  | 0,11                            |
| Dióxido de titânio          | 0,10                            |
| BHT                         | 0,02                            |
| <b>Total</b>                | <b>100,00</b>                   |
| <b>Composição Calculada</b> |                                 |
| <b>Nutriente</b>            | <b>Composição Calculada (%)</b> |
| Proteína Bruta              | 28,00%                          |
| Energia dig. Peixes         | 3,2 Mcal/Kg                     |
| Fosforo 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%                           |

Composição do Premix mineral e Vitamínico: Composição do Suplemento vitamínico e mineral comercial (5 kg/t), com níveis de garantia por quilograma do produto. Vit. A, 1.200.000 UI; Vit. D3, 200.000 UI; Vit. E, 1.200 mg; Vit. K3, 2.400 mg; Vit. B1, 4.800 mg; Vit. B2, 4.800 mg; Vit. B6, 4.800 mg; Vit. B12, 4.800 mg; Vit. C, 48 g; ác. Fólico, 1.200 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, 3.000 mg; Mn, 20.000 mg; Zn, 30.000 mg; I, 100 mg; Co, 10 mg; Se, 100 mg.

Os peixes foram adquiridos no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. (DNOCS) na cidade de Piripiri, no Estado do Piauí. Foram utilizados 108 tambaquis (*Colossoma macropomum*) com peso médio de  $165,3 \pm 15,6$  g, com seis tratamentos em três repetições sendo seis peixes por parcela experimental.

Os peixes foram distribuídos em 18 gaiolas em forma de cilindro que ficavam dentro de caixas de polietileno com volume de mil litros cada dotados de sistemas individuais de aeração, abastecimento e escoamento de água. Durante o dia os peixes receberam a dieta teste que foi fornecida *ad libitum* duas vezes pela manhã e duas vezes a tarde, por arração manual, até a saciedade aparente. A água de abastecimento das caixas de polietileno e dos aquários de coleta foram provenientes de poço artesiano.

Antes do início das coletas de fezes, os peixes foram adaptados aos aquários de coleta cônicos (incubadoras confeccionados em fibra de vidro), ao manejo e as dietas durante cinco dias. As coletas ocorriam em dias alternados afim de mitigar o stress, com dois dias de intervalo, ocasionado em uma maior duração do período experimental. No dia que ocorria coleta de fezes, os peixes foram mantidos durante o dia nas caixas de polietileno, arraçoados a vontade e as 18:00 h transportados para os aquários de coleta (com formato cônico) com volume de 250L e com renovação mínima de água de 25% por dia.

Utilizou-se para a coleta de fezes um tubo (mamadeiras) acoplado no fundo dos aquários, 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 06:00h. Antes dos peixes serem devolvidos para as caixas de polietileno, os tanques foram sifonados para retirada de restos de rações e fezes. Após cada coleta, as fezes foram colocadas em placa de petri, em seguida levada para estufa de circulação fechada, para secagem durante 72 horas para fins de análises laboratoriais.

As análises químicas de MS, PB, EE e MM dos alimentos testados, PB, EE e MS das fezes, foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Maranhão-UFMA. As análises químicas dos alimentos de FB, FDN e FDA, assim como análises de EB das fezes, foram realizadas na Universidade Federal do Piauí-UFPI. As temperaturas das caixas foram monitoradas duas vezes ao dia (08:00h e 16:00h). 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.

A digestibilidade aparentes 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).

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

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

$$CDA_{(alim)} = \frac{CD_{(rt)} - b \cdot CD_{(rb)}}{a}$$

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.

### 3. 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 amônia total abaixo dos níveis tóxicos, permanecendo dentro da faixa recomendada para o tambaqui (ARAÚJO-LIMA & GOMES, 2005).

A proteína bruta do farelo de arroz integral de 15,12% (Tabela 2), 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% (GONCALVES & 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 et al., 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), os 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).

Tabela 2. 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)

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

\*Valores com base na matéria seca.

O valor de 25,48% de proteína bruta FFL, corresponde aos resultados médios obtidos na literatura, entre 19,53% (CAMPECHE et al, 2011) a 32,6% (PEZZATO et al, 2004). O extrato etéreo de 3,86% foi semelhante ao encontrada 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 são determinadas 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%), obtiveram resultados semelhantes aos encontrados por Braga et al. (2010), onde os autores determinaram 92,74% de MS, 6,5% de MM, 21,87% de PB, 38,38% de FDN e 25,29% de 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% de 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. 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% (ALMEIDA & FERREIRA FILHO, 2005; 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 de 3,05% encontrado pelos autores comparado ao encontrado no presente estudo de 0,86%. Boscolo et al. (2002), com teores de extrato etéreo semelhante de 0,94%, descreveram energia bruta de 3588,72 Kcal/kg, análoga ao estudo presente. 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%, FDN de 17,97% e FDA de 7,07%.

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; TOMICH et al., 2008). Porém quando expressa em MS, o teor de PB geralmente não ultrapassa 3%, sendo um alimento com limitados teores proteicos. O valor de PB de 2,03% encontrado 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% de 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., 2006)

A fração fibrosa da torta de babaçu foi elevada, com 69,68% de FDN e 37,43% de FDA, apresentando variação sobre valores encontrados em estudos com o mesmo alimento, tendo em

vista os valores encontrados por Gasparini et al. (2015), sendo 75,57% de FDN e 45,97% de FDA; e por Silva et al. (2008) 66,21% de FDN e 34,22% de FDA. De acordo com Pascoal et al. (2006), 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 de EB e 7,03% de EE. Para a energia bruta há na literatura valores variando entre 3.828 kcal/kg e 5.056 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 3). Estes valores são semelhantes aos descritos por Gonçalves et al (2004), que trabalhando com tilápia do Nilo com peso médio de 100 g, observaram valores de 77,48% para CDAPB e 77,78% para CDAEB.

Tabela 3. 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 tambaqui na fase de crescimento.

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

\*Média ± Desvio padrão.

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 (GONÇALVES et al., 2014; MORAES & ALMEIDA, 2014).

A proximidade de valores observados pode ser atribuída a hábitos alimentares e condições nutricionais semelhantes. A tilápia assim como o tambaqui 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 & ALMEIDA, 2014)

Por outro lado, Abimorad & Carneiro (2004), trabalhando com pacu com peso médio de 310 g, relataram valores superiores aos encontrados neste estudo para FAI, de 80,82% para o CDAPB e de 92,73% para o CDAEB. Estas diferenças podem ser atribuídas pelo fato dos 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 & LANNA, 2004; MANGETTI, 2006).

Outros estudos realizados com FAI, como de Teixeira et al. (2010) trabalhando com surubim e Gonçalves & Carneiro, (2003) com pintado, encontraram valores de CDAMS de 59,67%, CDAED de 66,41% e CDAPB de 44,21%, CDAEB de 51,84%, respectivamente, obtendo resultados inferiores aos encontrados no presente estudo.

Por se tratar de espécies de hábitos alimentares carnívoros (surubim e pintado) diferem de peixes onívoros na 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 possui 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 um melhor aproveitamento de carboidratos presentes em alimentos de origem vegetal (VINCENTAINEL, 2008; GONCALVES et al., 2013).

A farinha do feno da folha da leucena apresentou CDAMS de 57,08%, CDAPB de 74,77%, CDAEE de 51,49% e CDAEB de 29,91%. 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% de CDAPB e 28,83%

de CDAEB. A baixa digestibilidade da energia bruta pode estar relacionada aos altos teores de fibra encontrados, que foram de 25,23% de FDN e 19,08% de FDA, comprometendo a digestão e absorção de nutrientes e 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 passagem do bolo alimentar e reduz o tempo de digestão do nutriente e conseqüentemente sua utilização, atuando com um diluente de nutrientes. Ao contrário de fibras solúveis que diminuem o tempo de passagem do bolo alimentar no trato digestório, aumentando a retenção de água no intestino e como consequência a viscosidade do conteúdo intestinal restringindo a digestibilidade de outros componentes da dieta (BRITO et al., 2008).

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 valores 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% de EE e CDAEB de 63,53%, divergindo do valor encontrado no presente estudo, com valor de EE inferior de 3,86% e CDAEB de 29,91%, indicando que maiores teores de EE corresponde 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 de EB, comparado carboidratos com 4,15 cal/g de EB e as proteínas com 5,65 cal/g de EB (SILVA et al., 2014).

Os CDAMS, CDAPB, CDAEE e CDAEB da folha da mandioca avaliada com FDN de 38,07% e FDA de 21,26%, 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 FDN de 38,38% e FDA de 25,29% obtiveram resultados similares de CDAMS (50,22%) e CDAEB (29,29%).

O método dos detergentes desenvolvido por Van Soest et al. (1967) que define a fração da fibra que é insolúvel em detergentes neutros (FDN), o qual contém a hemicelulose, celulose e lignina; e em detergentes ácidos (FDA), composta por celulose e lignina, estima com mais acurácia as características nutricionais associadas a fibra comparada ao método de determinação de fibra bruta, que consiste principalmente de celulose com quantidades variáveis de lignina (MEURER & HAYASHI, 2003).

Carvalho et al. (2012), estudando o valor nutritivo da folha de mandioca para tilápia do Nilo, encontraram valores de 81,22% para o CDAMS, de 73,37% para CDAPB e de 64,7% para CDAEB. Estes resultados diferem dos descritos na literatura trabalhando com a mesma

espécie (SANTOS et al., 2009; BRAGA et al., 2010; ARAUJO et al., 2012), assim como os valores encontrados no presente estudo. Os maiores valores de digestibilidade observado por Carvalho et al. (2012) podem ser atribuído ao teor de extrato etéreo de 13,05%, superior aos outros trabalhos relatados de valores oscilando entre 4,97% a 6,7%.

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 uma 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 CDAMS de 38,29%, CDAPB de 29,16%. CDAEE de 37,90% e CDAEB de 25,68%. Não existe na literatura trabalhos de digestibilidade da torta do babaçu para peixes, o que inviabilizou comparações.

Os valores 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 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 absorver 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 e dispostos às enzimas endógenas, levando ao comprometimento da digestão e da absorção de nutrientes (FRACALLOSSI et al., 2014).

Os valores de digestibilidade encontrados pela raspa da raiz integral da mandioca foram superiores aos encontrados a todos 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 tilápias do Nilo, com CDAMS de 91,44%, CDAPB de 91,47% e CDAEB de 92,2 %, 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 teores de coeficientes de digestibilidade de energia e proteína.

Obstante aos resultados expostos, Novoa et al. (2009) estudando valores de digestibilidade da raiz da mandioca para tilápias vermelhas com peso médio de 209 g, observou valores elevados se comparados à outros estudos, com CDAPB de 97,51%, CDAEB de 93,14%, 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 et al., 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 (FERNANDES et al., 2014; LANNA et al., 2014).

#### **4. CONCLUSÃO**

A composição química da farinha do feno da folha da mandioca, farinha do feno da folha da leucena e da torta de babaçu apresentou elevados teores de FDN e FDA, reduzindo nos valores de energia digestível dos referidos alimentos.

O farelo de arroz integral e a raspa da raiz integral da mandioca apresentam os maiores CDAMS, CDAPB e CDAEB, indicando que podem ser alimentos com potencial energético no uso para tambaqui na fase de crescimento. Já a farinha do feno da folha da leucena, a farinha do feno da folha da mandioca e a torta de babaçu apresentam menores CDAMS, CDAPB e CDAEB

## REFERÊNCIAS

- ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D.J. 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). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1101-1109, 2004.
- ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J.R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Revista Bahia Agrícola**. v.7, n.1, set. 2005.
- ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; GOMES, L.C. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). **In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. (Org.). Espécies nativas para piscicultura no Brasil.** Santa Maria: Editora UFMS, p. 175 – 202. 2005.
- ARAÚJO, J. R.; SANTOS, L. D.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, O. O.; MEURER, F. Digestibilidade aparente de ingredientes do Semi-Árido Nordeste para tilápia do Nilo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.5, p.900-903, maio, 2012.
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T. Fatores que afetam os coeficientes de digestibilidade nos alimentos para peixes **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n1, p.20-30, julho/agosto de 2004.
- Boletim estatístico da pesca e aquicultura.** Brasil, Brasília. 129p. 2011.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, M. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.2, p.539-545, 2002.
- BRAGA, L. G. T.; RODRIGUES, F. L.; AZEVEDO, R. V.; CARVALHO, J. S. O.; RAMOS, A. P. S. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de coprodutos agroindustriais para tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p.1127-1136 out/dez, 2010.
- BRITO, M.S.; OLIVEIRA, C.F.S.; SILVA, T.R.G.; LIMA, R.B.L.; MORAIS, S.N.; SILVA, J.H.V. Polissacarídeo não amilacéos na nutrição de monogástricos – Revisão. **Acta Veterinária Brasília**, v.2, p.111-117, 2008.
- CAMPECHE, D. F. B.; MORAES, S. A.; SOUSA, V. T. L. S. N.; OLIVEIRA, S. T. L.; SOUZA, M. G.; PAULINO, R. V. Composição bromatológica e digestibilidade aparente de alimentos encontrados na região semiárida brasileira para arraçamento de tilápia rosa em cultivos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.2, p.343-348, fevereiro, 2011.
- CARVALHO, P.L.P.F.; SILVA, R.L.; BOTELHO, R.M.; DAMASCENO, F.M.; ROCHA, M.K.H.R.; PEZZATO, L.E. Valor nutritivo da raiz e folhas da mandioca para a tilápia do Nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 38(1): 61 – 69, 2012.
- CORREIA, A.D.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P. L. P. 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. (Ed). Processamento e utilização da mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura tropical, p. 223-298, 2005.

DAIKIRI, J.K.; SILVA, T.B.A. **Revisão de literatura: Exigência nutricional do tambaqui-compilação de trabalhos, formulação de rações adequada e desafios futuros.** Embrapa 2011.

FARIAS, L.N.; VASCONCELOS, V.R.; CARVALHO, F.F.R.; SARMENTO, J.L.R. Dinâmica da fermentação ruminal de coprodutos do babaçu por meio da técnica in vitro semiautomática de produção de gases. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.5, p.1275-1283, 2012.

FERNANDES, J.B.K.; CARNEIRO, D.J.; SAKOMURA, N.K. Fontes e Níveis de Proteína Bruta em Dietas para Alevinos de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(3):646-653, 2000.

FERNANDES, J.B.K.; TAKAHASHI, L.S.; AQUINAGA, J.Y. Anatomia e Fisiologia do Trato Gastrointestinal de Peixes. **Nutrição de Não Ruminantes.** SHAKAMURA, N.K. Jaboticabal: FUNEP. 2014.

FRACALOSI, D.M.; RODRIGUES, A.P.O.; ROSA, M.C.G. Carboidratos e fibras. **NUTRIAQUA.** FRACALOSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. Aquabio. Florianópolis. 2013.

GASPARINI, S.P; RIBEIRO, F.B.; SIQUEIRA, J.C.; BOMFIM, M.A.D.; NASCIMENTO, D.C.N. Avaliação nutricional da torta de babaçu para frangos de crescimento lento em diferentes idades. **Revista Caatinga.** Mossoró, v. 28, n. 2, p. 126 – 134, abr. jun., 2015.

GONÇALVES, E.G.; CARNEIRO, D.J. Coeficientes de Digestibilidade Aparente da Proteína e Energia de Alguns Ingredientes Utilizados em Dietas para o Pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.779-786, 2003.

GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; HISANO, H.; FREIRE, E. S.; FERRARI, J. E. C. Digestibilidade aparente e suplementação de fitase em alimentos vegetais para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum Animal Science.** Maringá, v. 26, n. 3, p. 313-321, 2004.

GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; PADILHA, P.M.; BARROS, M.M. Disponibilidade aparente do fósforo em alimentos vegetais e suplementação da enzima fitase para tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1473-1480, 2007.

GONCALVES, L.U.; RODRIGUES, A.P.O.; MORO, G.V.; FERREIRA, E.C.; CYRINO, J.E.P. Morfologia e Fisiologia do Sistema Digestório de Peixes. **NUTRIAQUA.** FRACALOSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. Aquabio. Florianópolis. 2013.

GUIMÃRAES, I. G. **Digestibilidade de alimentos energéticos extrusados para a tilápia do Nilo.** (Dissertação de Mestrado), Universidade Estadual Paulista, UNESP, 2006.

GUERROUÉ, J.; DOUILLARD, R.; CEREDA, M.P.; CHIARELLO, M.D. **As proteínas de folhas de mandioca: aspectos fisiológicos, nutricionais e importância tecnológica.** 1996.

HISANO, H.; MARUYAMA, M.R.I.; SHIKAWA, M.M.; MELHORANÇA, A.L. **Potencia da utilização da Mandioca na Alimentação de Peixes.** EMBRAPA. 2008.

LACERDA, D.B.C.L.; JÚNIOR, M.S.S.; BASSINELLO, Z.; CASTRO, M.V.L.; SILVA-LOBO, V.L. et al. Qualidade de farelo de arroz cru, extrusado e parboilizado, **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 40, n. 4, p. 521-530, out./dez. 2010.

LANNA, E.A.T.; VIANNA, R.A.; JORGE, T.F.B. Anatomia e Fisiologia do Trato Gastrointestinal de Peixes. **Nutrição de Não Ruminantes**. SHAKAMURA, N.K. Jaboticabal: FUNEP. 2014.

LOPES, J. M.; PASCOAL, L. A. F.; SILVA FILHO, F. P.; SANTOS, I.B.; WATANABE, P. H.; ARAÚJO, D. M.; PINTO, D. C.; OLIVEIRA, P. S. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p. 519-526 abril/junho, 2010.

MACEDO JUNIOR, G. L.; SOUSA, L. F.; SOUSA, J. T. L.; BORGES, I.; SILVA, A. G. M. S.; SANTOS, R. P. Composição bromatológica e cinética da fermentação ruminal de resíduos fibrosos de babaçu e dietas contendo-as. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v.20. n.1, p. 8-18, jan./jun.. 2014.

MANGETTI, A.S. **Desenvolvimento histomorfológico do trato digestório de larvas de pintado *Pseudoplatystoma coruscans agassy, 1829***. Dissertação (Mestrado). São Paulo. 2006.

MEURER, F.; HAYASHI, C. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de peixes – Revisão. **Arquivos de Ciências. Veterinárias e Zoologia**. UNIPAR,6(2):p. 127-138,2003.

MORAES, G.; ALMEIDA, L.C. **Nutrição e Aspectos Funcionais da digestão de peixes. Biologia e Fisiologia de peixes neotropicais de agua doce**. BALDISSEROTO, B.; CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; Jaboticabal, FUNEP, UNESP. 2014.

NOSE, T. On the effective value of freshwater green algae, *Chlorella ellipsoidea*, as nutritive source to gold fish. **Bulletin Fresh Fisheries Research Laboratory**, v-10, n.1, p.1 – 10, 1960.

NOVOA, D. M.T. **Valor energético e digestibilidade da proteína em alimentos para tilápia vermelha**. (Dissertação de Mestrado), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2009.

PASCOAL, L.A.F.; BEZERRA, A.P.A.; GONCALVES, J.S. Farelo de babaçu: valor nutritivo e utilização na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**. v.3, n 4, p.339-345, julho/agosto 2006.

PEREIRA, A.F.; ALCANTARA, P.B.; BRAUM, G.C.B.E.S. Variação da composição química de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit sujeita a diferentes intensidades de desfolha. **Boletim de indústria Animal**. V.52, n.02 p – 127 – 132. 1995

PEREIRA JUNIOR, G. P.; FILHO, M. P; ROUBACH, R.; BARBOSA, P.S.; SHIMODA, E. Farinha de folha de leucena (*Leucaena leucocephala* Lam.) como fonte de proteína para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818). **Acta Amazônica**. VOL. 43(2) 2013.

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

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M.; PINTO, L. G. Q. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 329-337, 2004.

PIRES, P.G.S.; MENDES, J.V.; RICCI, G.D. **Subprodutos do arroz como alimentos alternativos ao milho na dieta de suínos**. III Simpósio de Sustentabilidade e Ciência Animal. 2013.

RAMOS, G.M.; ITALIANO, E.C.; NASCIMENTO, M.S.C.B. et al. **Recomendações sobre o cultivo e uso da leucena na alimentação animal**. Teresina, PI: EMBRAPA- CPAMN, 16p (EMBRAPA-CPAMN. Circular Técnica, 16). 1997.

RICHTER, H.; LUCKTADT, C.; FOCKEN, U.; BECKER, K. Evacuation of pelleted feed and the suitability of titanium (IV) oxide as a feed marker for gut kinetics in Nile tilapia. **Full publication history**. 2003.

ROSTAGNO, H.R.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3ª Edição. Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Zootecnia 2011

SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. Santo Antônio da Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

SANTOS, E.L.; WINTERLEW, M.C.; LUDKE, M.C.M.M.; BARBOSA, J.M. Digestibilidade de ingredientes alternativos para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*): revisão. **Revista Brasileira de Engenharia e Pesca** 3(2), jul. 2008.

SANTOS, E.L.; LUDKE, M.C.M.M.; RAMOS, A.M.P.; BARBOSA, J.M.; LUDKE, J.V.; RABELLO, C.B.V. Digestibilidade de subprodutos da mandioca para a Tilápia do Nilo. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**. Recife, v.4, n.3, p.358-362, 2009.

SANTOS, E.L.; BEZERRA, K.S.; SOARES, E.C.S.; SILVA, T.J.; FERREIRA, C.H.L.H.; SANTOS, C.C.S; SILVA, C.F. Desempenho de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com folha de mandioca desidratada na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.67, n.5, p. 1421 – 1428, 2015.

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.; ROSA, F. C. Níveis de inclusão da torta de babaçu em rações de frangos de corte na fase inicial. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v.12, n.1, p.234-243 jan/mar, 2011.

SILVA, A.G.M.; BORGES, I.; NEIVA, J.N.; RODRIGUES, N. M.; SALIBA, E.O.S.; MORAIS, S.A.; SILVA, J.J.; MELO, F.A.; SOUSA, T.A.S.; JUNIOR, L.L.M. **Degradabilidade *in situ* da torta de babaçu – frações fibrosas**. V Congresso Nordeste de Produção Animal, 2008.

SILVA, J.H.V.; LIMA, R.B.; LACERDA, P.B.; OLIVEIRA, A.C. Digestão e absorção de lipídios. **Nutrição de Não Ruminantes**. SHAKAMURA, N.K. Jaboticabal: FUNEP. 2014.

SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN.A.; GONCALVES, G.S.; FREITAS, J.M.A. Desempenho de juvenis de tilápia-do-Nilo alimentados com rações contendo complexo enzimático. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.5, p.977-983, 2010.

SIQUEIRA, J. C. et al. Equações de predição da energia metabolizável da torta de babaçu para frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 4, p. 1016-1025, 2011.

SOUZA, A. S. L.; SOUZA, R. A. L.; MELO, N. F. A. C.; ROCHA, C. P.; SILVA, R. S.; BRABO, M. F. Crescimento do tambaqui (*Colossoma macropomum*) Utilizando massa da mandioca (*Manihot esculenta*) branca como alimentação suplementar. **Boletim Técnico Científico do Cepnor**, v. 12, n. 1, p: 35 - 44, 2012.

TEIXEIRA, E. A.; SALIBA, E. O. S.; EULER, A.C.C.; FARIA, P.M.C.; CREPALDI, D.V.; RIBEIRO, L.P. Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1259-1265, 2010.

TOMICH, R.G.P.; SALES, S.M.; FEIDEN, A.; CURADO, A.A.; SANTOS, G.G.; TOMICH, T.R. **Etnovarietades de mandiocas (*Manihot esculenta* Crants) Cultivadas em assentamentos rurais de Corumbá**, Embrapa. MS. 2008.

VAN SOEST, P.J. Development of comprehensive system of feed analyses and its application to forages. **Journal of Animal Science**.v 26, p. 116, 1967.

VIDAL JUNIOR, M.V.; DONZELE, J.L.; ANDRADE, D.R.; SANTOS, L.C. Determinação da digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do fubá de milho e do farelo de soja para tambaqui (*Colossoma macropomum*) utilizando técnicas com uso de indicadores internos e externos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.33, n.6, p 2193 – 2200, 2004.

VIEIRA, A.R.; RABELLO.C.B.; MOHAUPT, M.C.; LUDKE, M.; DUTRA JÚNIOR. W.M et al. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. **Revista Acta Scientiae Animal Science** Maringá, v. 29, n. 3, p. 267-275, 2007

VISENTAINEL, J. **Estudos dos processos digestórios proteolíticos e amilohidrolítico de juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), alimentados com níveis crescentes de proteína**. Dissertação (Mestrado). São Carlos. 2008

**ANEXO** - Parecer técnico da comissão de ética em experimentação animal.

| <b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO COMISSÃO<br/>DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL</b> |  |
|--|--|
| <b>PARECER CONSUBSTANCIADO INICIAL</b>   | <b>Nº do parecer: 11</b>   |
| PROJETO DE PESQUISA  | <b>Registro do CEUA: 11/14</b><br><b>Nº do Protocolo: 23115.007034/2014-47</b><br><br><b>Data de entrada no CEUA: 15/05/2014</b><br><br><b>Parecer: APROVADO</b> |

**I – Identificação**

|  |                       |                             |
|--|-----------------------|-----------------------------|
| <b>Título do projeto:</b>  |                       |                             |
| VALOR NUTRICIONAL DE INGREDIENTES ALTERNATIVOS E CARACTERIZAÇÃO DA CURVA DE CRESCIMENTO DO TAMBAQUI.                                       |                       |                             |
| <b>Identificação da equipe executora:</b>  |                       |                             |
| Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro (coordenador), Prof. Dr. Jefferson C. Siqueira (colaborador), Prof. Dr. Marcos A. D. Bomfim (colaborador) |                       |                             |
| <b>Instituição onde será realizado:</b>  |                       |                             |
| Universidade Federal do Maranhão   |                       |                             |
| <b>Área temática:</b>  | <b>Multicêntrico:</b> | <b>Data de recebimento:</b> |
|  | Não                   | 12/12/2014                  |
| <b>Cooperação estrangeira:</b>   |                       | <b>Data de devolução</b>    |
| Não  |                       | 12/02/2015                  |

**II – Objetivos:**

Avaliar o potencial nutricional da torta de babaçu, farelo de mamona destoxicado, farelo da raiz integral de mandioca e da parte aérea da mandioca para o tambaqui (*C. macropomum*).

### **III – Sumário do projeto:**

O projeto apresenta uma proposta de avaliação da influência dos níveis de inclusão dos ingredientes alternativos no desempenho e nos parâmetros que descrevem a curva de crescimento desta espécie.

Serão utilizados 2050 peixes (tambaqui), sendo 90 por tratamento no primeiro experimento e 100 por tratamento no segundo experimento. Os experimentos consistem em administração, em ambiente controlado (aquários cônicos ou aquários do tipo “caixa d’água”), de quantidades *ad libitum* (1º experimento) ou pequenas quantidades de alimento alternativo para avaliação dos parâmetros que descrevem a curva de crescimento dos animais.

### **IV – Comentário do relator frente à resolução Nº 779 - CONSEPE e complementares em particular sobre:**

O projeto é conciso e segue as normas da resolução No 779 – CONSEPE. Os animais não estarão sob estresse ou tratamentos desnecessários e as metodologias de avaliação estão dentro das normas éticas seguidas pela Universidade Federal do Maranhão.

### **V – Pendências**

O projeto é claro e objetivo, não apresentando pendências de quaisquer espécies.

### **VI – Recomendações:**

Sem recomendações.

### **VII – Parecer consubstanciado do CEUA**

O projeto apresentado é conciso e tem uma grande relevância para o manejo de peixes. Além disso, apresenta alternativas de alimentação ricas do ponto de vista nutricional e que aproveitam nossas culturas agrícolas. Dessa forma, consideramos o projeto **aprovado**, segundo os conceitos éticos em experimentação animal.

São Luís, \_\_20\_\_ / \_\_05\_\_ / \_\_2015\_\_



Profa Dra Lucilene Amorim Silva

Presidente da CEUA / UFMA