

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA
CURSO DE ZOOTECNIA

CAROLAINÉ SILVA MARTINS

**DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS CONCENTRADOS ENERGÉTICOS PARA
TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)**

CHAPADINHA – MA

2022

CAROLAINÉ SILVA MARTINS

**DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS CONCENTRADOS ENERGÉTICOS PARA
TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)**

Trabalho apresentado ao curso de Zootecnia da
Universidade Federal do Maranhão como
requisito indispensável para graduação em
Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio
Delmondes Bomfim

CHAPADINHA – MA

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Silva Martins, Carolaine.

DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS CONCENTRADOS ENERGÉTICOS
PARA TAMBAQUI *Collossoma macropomum* / Carolaine Silva
Martins. - 2022.

33 p.

Orientador(a): Marcos Antonio Delmondes Bomfim.
Monografia (Graduação) - Curso de Zootecnia,
Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, Maranhão,
2022.

1. Energia bruta. 2. Proteína bruta. 3. Valor
nutritivo. I. Delmondes Bomfim, Marcos Antonio. II.
Título.

CAROLAINÉ SILVA MARTINS

**DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS CONCENTRADOS ENERGÉTICOS PARA
TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)**

Trabalho apresentado ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão como requisito para obtenção do título de zootecnista.

Banca Examinadora

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

Prof. Dr. Alécio Matos Pereira
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Beatriz da Silva Costa
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

CHAPADINHA – MA
2022

Dedico este trabalho, especialmente aos meus pais,
Isabel Cristina dos Santos Silva Martins e
Raimundo Nonato Silva Martins, pelo amor,
apoio, confiança e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, porque sem Ele, nada disso seria possível, pela força e sabedoria para concluir mais uma etapa.

Agradeço a minha família, minha mãe Isabel Cristina dos Santos Silva Martins e meu pai Raimundo Nonato Silva Martins, pelo amor incondicional, exemplos de vida e incentivo para superar as dificuldades, por investirem nos meus estudos sem medir esforços.

A minha segunda família que conquistei em Chapadinha-MA, Maria Raimunda Ximendes e Raimundo de Sousa, por terem aberto as portas de sua casa, por ter me acolhido em um lar durante toda graduação.

Ao professor e orientador Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, pela orientação sempre com paciência, agradeço a oportunidade e confiança dada a mim, por todo conhecimento passado.

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

A todos integrantes do grupo de pesquisa do LANUMA, obrigada a todos que ajudaram, principalmente no período de coletas de fezes dos animais, sem a colaboração da equipe, nada disso seria possível.

À Universidade Federal do Maranhão e aos professores de Graduação do campus de Chapadinha-MA por disponibilizarem ensino gratuito.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho de conclusão de curso, muito obrigada!

RESUMO

O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar a composição química e os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) e da energia bruta (EB) de alimentos concentrados energéticos para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). Foram utilizados 60 tambaquis na fase de crescimento com peso médio de $198,15 \pm 3,11$ gramas. Foram confeccionadas cinco rações, sendo uma referência à base de milho e farelo de soja e as demais contendo uma mistura de 70% da ração referência e 30% de parte dos alimentos avaliados (milho, farelo de arroz integral, quirera de arroz e raspa integral da raiz da mandioca). 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 para proteína bruta para o milho, farelo de arroz integral, quirera de arroz e raspa integral da raiz integral da mandioca foram 87,36%, 77,04%, 86,71% e 91,33%, respectivamente. Os coeficientes de digestibilidade aparente para energia bruta obtidos para o milho, farelo de arroz integral, quirera de arroz e raspa integral da raiz da mandioca foram 83,57%, 68,91%, 87,46% e 89,94%, respectivamente. Os maiores coeficientes de digestibilidade aparente das frações de proteína bruta e energia bruta foram para a raspa integral da raiz da mandioca e os piores foram para o farelo de arroz integral. O milho e a quirera de arroz apresentam valores intermediários.

Palavras-chave: Energia bruta, proteína bruta, valor nutritivo.

ABSTRACT

The experiment was conducted with the objective of determining the chemical composition and apparent digestibility coefficients of crude protein (CP) and crude energy (CE) of energy concentrate feeds for tambaqui (*Colossoma macropomum*). Sixty tambaquis in the growing phase with a mean weight of 198.15 ± 3.11 grams were used. Five feeds were prepared, with a reference feed based on corn and soybean meal and the others containing a mixture of 70% of the reference feed and 30% of part of the evaluated feeds (corn, brown rice bran, rice grits and whole manioc root zest). To evaluate the apparent digestibility of nutrients, we used the indirect method of collecting feces by decantation and titanium dioxide as an inert indicator added to the diet at a concentration of 0.1%. The apparent digestibility coefficients for crude protein for corn, brown rice bran, rice grits and whole manioc root chips were 87.36%, 77.04%, 86.71% and 91.33%, respectively. The apparent digestibility coefficients for crude energy obtained for corn, brown rice bran, rice grits and whole cassava root zest were 83.57%, 68.91%, 87.46% and 89.94%, respectively. The highest apparent digestibility coefficients of crude protein and crude energy fractions were for whole cassava root zest and the worst were for brown rice bran. Corn and rice bran presented intermediate values.

Keywords: Crude energy, crude protein, nutritive value.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição percentual e química da ração referência (matéria natural).	21
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), milho (M), raspa integral da raiz da mandioca (RIRM), farelo de arroz integral (FAI) e quirera de arroz (QA), expressa na matéria natural.....	24
Tabela 3 – Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) de alimentos concentrados energéticos para tambaqui.	26
Tabela 4 – Teores de proteína e energia digestíveis de alimentos concentrados energéticos para tambaqui.	26

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	OBJETIVOS	13
2.1	Geral	13
2.2	Específico	13
3.	REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1	Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)	14
3.2	Alimentação e nutrição	15
3.2.1	Farelo de arroz	16
3.2.2	Quirera de arroz	16
3.2.3	Raspa integral da raiz da mandioca	16
3.2.4	Milho	17
3.3	Digestibilidade	18
4.	METODOLOGIA	20
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6.	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

A população mundial cresce a cada ano, aumentando rapidamente o desafio de se produzir alimentos, em quantidade e qualidade e de forma segura e sustentável (GODFRAY et al., 2011). Uma das alternativas para aumentar a oferta de proteína de origem animal é a exploração dos recursos hídricos para produção de organismos aquáticos, especialmente peixes.

Das espécies cultivadas no Brasil, dar-se destaque ao tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818), que é um peixe nativo das bacias Amazonas. É uma espécie muito apreciada pela população que tem por característica rápido crescimento e rusticidade e facilidade para criação em cativeiro, com hábito alimentar onívoro com tendência a herbívora. Além disso, agrega-se excelente potencial para cultivo com bom desenvolvimento, hábito gregário, excelente conversão alimentar, adaptação ao confinamento e ao arraçamento, resistência a doenças, possuindo excelente mercado consumidor e alto valor comercial (SILVA et al., 2007a).

Os custos com alimentação para o cultivo de peixes em cativeiros são altos, com isso a necessidade da eventual substituição de alimentos comerciais por alimentos alternativos, que atendam as exigências nutricionais, com o objetivo de diminuir os custos, e manter ou melhorar o desempenho animal. Quando se pensa em alimentar um animal com uma dieta balanceada e de baixo custo, deve se preocupar não só com a exigência dietética em nutrientes do animal, mas, principalmente, na digestão e absorção desses componentes contidos no alimento.

A prioridade dos estudos sobre exigências nutricionais e, conseqüentemente, na composição dos alimentos utilizados na elaboração de rações para peixes tem sido dada à proteína, por afetarem significativamente a taxa de crescimento (renovação e formação de tecido proteico) e ao teor energético, que pode influenciar no desempenho do animal e, principalmente na eficiência de utilização proteica das rações para deposição de proteína corporal (relação energia: proteína) (NRC, 2011; BOMFIM, 2013; OLIVEIRA et al., 2014).

Dietas com baixa relação energia e proteína podem levar a um aumento da excreção nitrogenada por alterações no metabolismo dos aminoácidos e conversão de energia, fazendo com que parte significativa da proteína seja usada como fonte de energia, levando assim ao aumento do custo de produção, aumento da excreção do nitrogênio oriundo do catabolismo de aminoácidos e, conseqüentemente, uma piora na qualidade de água. Por outro lado, uma alta

relação energia e proteína pode diminuir o consumo e ocasionar aumento no valor na conversão alimentar pelos animais (CHO, 1992; SÁ; FRACALOSSI, 2002; WILSON, 2002; PIEDRAS et al., 2004; COTAN et al., 2006; NAVARRO et al., 2006; NRC, 2011).

Além da composição nutricional, deve-se levar em consideração a presença de fatores antinutricionais, presentes nos alimentos de origem vegetal, que pode interferir na eficiência da utilização do alimento ou na saúde do animal (LIMA, 2013), e a digestibilidade dos seus nutrientes e energia, que melhor define o valor nutricional do alimento e, conseqüentemente, seu potencial de inclusão numa ração para peixes, uma vez que 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., 2004; MORAES e ALMEIDA, 2014).

A digestibilidade corresponde à diferença entre a quantidade de nutriente ou energia contido no alimento, descontado do eliminado nas fezes. A variação do percentual dos componentes nutricionais que é digestível pode ser muito significativa, e normalmente está relacionada aos componentes indigestíveis enzimaticamente (exemplo: carboidrato fibroso) ou à fração menos solúvel de componentes potencialmente digestíveis (PEZZATO et al., 2004; FURUYA et al., 2010; NRC, 2011; FRACALOSSI e CYRINO, 2013). Com base no exposto, os valores digestíveis são os que melhores estimam a parcela potencialmente “disponível” para o metabolismo do animal em relação aos valores brutos/totais, e a formulação com base em valores digestíveis é mais adequada nutricionalmente (FURUYA et al., 2010; DAIRIKI e SILVA, 2011; NRC, 2011; FRACALOSSI e CIRINO, 2013).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

- Determinar a digestibilidade proteica e energética de alimentos concentrados energéticos para tambaqui.

2.2 Específicos

- Determinar a composição bromatológica dos alimentos concentrados energéticos;
- Determinar a digestibilidade proteica e energética de alimentos concentrados energéticos para tambaqui;
- Viabilizar informações que servirão para a elaboração de rações balanceadas, mais eficientes e de menor carga poluente.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

O *Colossoma macropomum*, conhecido popularmente como tambaqui, pertence à ordem Characiformes, família: Serrasalmidae, gênero: *Colossoma* (FRICKE et al., 2022). Atualmente é a espécie de peixe nativa mais cultivada, representando 31,2% da produção total da piscicultura no Brasil, com 262.370 toneladas, concentrando-se nas regiões Norte (143.850 t: 57% do total), Nordeste (53.675 t: 20,5%) e Centro-Oeste (49.250 t: cerca de 19%). Dentre as espécies de peixes teleósteos com importância comercial, a produção tambaqui é inferior apenas da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (Peixe BR, 2022).

O tambaqui possui um estômago do tipo monogástrico de formato sacular, grande e distensível, o que o torna capaz de abrigar frutos inteiros ou triturados e/ou sementes, apresenta esôfago bem definido ligado, a um estômago que apresenta três regiões bem distintas: a cárdica (região anterior), a fúndica (região de transição) e a pilórica (região posterior), possui 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 trânsito do alimento, assim são considerados auxiliares na digestão dos alimentos (JAM SILVA et al., 2003; GONÇALVES et al., 2013; COSTA et al., 2015). O intestino é simples iniciando na válvula pilórica e terminando no reto, onde se completa a digestão e a absorção dos nutrientes iniciada no estômago, apesar de ser simples é relativamente longo em relação ao corpo do animal, fazendo cerca de 2 a 2,5 vezes o comprimento corporal (OLIVEIRA, 2014; HONDA, 1974; GOULDING e CARVALHO, 1982; ROTA, 2003). Portanto, o tambaqui demonstra grande capacidade de ingerir proteína animal e vegetal, além de se adaptar facilmente à alimentação artificial (ARIDE et al., 2007).

A dieta do tambaqui apresenta uma mistura complexa de nutrientes, que contém um equilíbrio de proteínas, carboidratos, gorduras, vitaminas e minerais. Por isso, além da variedade de alimentos, as rações comerciais balanceadas são uma alternativa para suprir as necessidades alimentares específicas da espécie (ARAÚJO-LIMA e GOULDING, 1998; SANTOS et al., 2006; DAIRIKI et al., 2011).

3.2 Alimentação e nutrição

Atualmente, a exploração dos ingredientes alternativos, utilizados nas rações é uma realidade que vem sendo buscada de forma promissora no Brasil, por conta da sua grande diversidade e quantidade de substitutos (SANTOS, 2008). Nas condições do Nordeste brasileiro, tem aumentado a procura por alimentos não-convencionais, como forma de baratear os custos da produção na piscicultura (PEZZATO et al., 2004).

É necessário ter uma alimentação que atenda às exigências nutricionais aliados a boas práticas de manejo que visem diminuir os custos, bem como o uso de ingredientes alternativos que venham a minimizar as despesas com ração. Uma forma de diminuir os custos da ração seria a utilização de ingredientes diferentes aos tradicionalmente usados, mas que apresentem o valor nutricional (composição e digestibilidade) conhecido para viabilizar a formulação de rações que atendam às exigências do animal (LIMA et al., 2011; CARVALHO et al., 2012).

Os maiores custos na criação de qualquer espécie animal, é com a alimentação, e esse é o fator principal que pode inviabilizar a produção na piscicultura, 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.

A proteína e a energia assumem grandes responsabilidades na composição de rações, claramente com maior destaque em relação a proteína, pois ela é exigida em maiores quantidades para suprir as necessidades fisiológicas dos peixes. Porém, essa relação de energia e proteína da dieta afeta muito, e de forma significativa, a determinação do nível ótimo de proteína nas dietas, pois a baixa relação energia: proteína compromete a utilização da segunda, gerando uma diminuição na taxa de crescimento, ao mesmo tempo em que a relação excessiva também se torna prejudicial, porque diminuem o consumo de proteína e de outros nutrientes, comprometendo o desenvolvimento dos peixes (ALVAREZ-GONZÁLEZ, 2001; SÁ; FRACALOSI, 2002; COTAN et al., 2006; NAVARRO et al., 2006; BOSCOLO et al., 2011; RIBEIRO et al., 2016).

De forma geral, os peixes não apresentam um requerimento específico de carboidratos na dieta, porém, de acordo com seu hábito alimentar, algumas espécies apresentam uma redução moderada na taxa de crescimento quando alimentados com dietas livres de carboidratos (WILSON, 1994; PHAN, et al., 2019; MAAS et al, 2020). Espécies onívoras e

herbívoras digerem mais eficientemente fontes de carboidratos quando comparadas as carnívoras, por possuírem maior quantidade de enzimas que realizam a hidrólise do amido (SILVEIRA et al., 2009).

3.2.1 Farelo de arroz

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 não ruminantes, em substituição ao milho (PIRES et al., 2013). Apresenta aspecto farináceo e fibroso, é suave ao tato e consiste em 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 4.852,24 kcal/kg de energia bruta em matéria seca (ROSTAGNO et al., 2011).

O processamento do arroz origina 70% de endosperma, que é utilizado na alimentação humana, além de subprodutos como casca (20%), farelo (8%) e gérmen (2%), que podem ser usados em dietas animais (HOED et al., 2006; CARVALHO et al., 2018).

3.2.2 Quirera de arroz

O total de endosperma produzido passa ainda por uma triagem que origina em torno de 14% de grãos quebrados originando o subproduto conhecido como quirera de arroz, um subproduto o qual possui a composição do grão de arroz, e que tem sido amplamente utilizado na alimentação animal (LIMBERGER et al., 2008, CARVALHO et al., 2018).

3.2.3 Raspa integral da raiz da mandioca

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). A raiz da mandioca apresenta quantidades mínimas de proteínas, vitaminas, minerais e fibra, sendo pobre em aminoácidos essenciais, em especial a 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 não fibrosos, constituídos por amido e açúcares, apresentando-se como o um dos produtos agrícolas mais calóricos (PEREIRA JUNIOR et al., 2011).

3.2.4 Milho

O milho é um dos principais ingredientes utilizados para o atendimento das exigências nutricionais por energia para peixes (PEZZATO et al., 2009). É um alimento amplamente cultivado pelo mundo, sendo rico em energia e considerado um alimento energético padrão (GOES et al., 2013) e pode apresentar digestibilidade acima dos 80% para peixes carnívoros e onívoros (BRAGA et al., 2008; SILVA et al. 2014). O milho é o ingrediente energético mais utilizado na formulação de dietas para peixes. Possui entre 7,5 e 9,5% de proteína e 2.200 kcal/kg de energia digestível. Embora a digestibilidade proteica possa ser superior a 90%, é deficiente em lisina e metionina. É incluído em maiores quantidades em rações para onívoros, uma vez que peixes carnívoros apresentam baixa capacidade de digestão dos carboidratos. Para sua inclusão, devem ser avaliados fatores como teor de umidade e presença de micotoxinas.

3.3 Digestibilidade

A digestibilidade é definida como a fração ingerida de um alimento que não é excretada nas fezes, na qual o animal tem a habilidade de digerir e absorver os nutrientes e energia. A determinação da digestibilidade dos nutrientes de ingredientes utilizados na formulação de dietas é essencial para avaliação dos valores nutricionais. Esse é um fator primordial para avaliação da capacidade de determinada espécie em utilizar os nutrientes de um alimento, entre outros aspectos como, indicar os níveis de nutrientes indigestíveis para avaliação de resíduos aquaculturais e seu impacto ambiental (ANDRIGUETO et al., 1982; NRC, 1993).

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 das 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 aparente 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 e LANNA, 2004). Para peixes destacam-se os métodos indiretos com o uso de indicadores (TEIXEIRA et al., 2010).

O método indireto, pode ser feito da forma passiva e ativa, por meio passivo é através da sedimentação onde fornece quantidades satisfatórias de fezes, causando menos estresse, evitando a eutanásia dos animais e pode ser utilizado independentemente do tamanho do peixe, porém, pode ocorrer perdas de nutrientes das amostras por lixiviação, que está relacionada ao seu tempo de exposição à água (HANCZ & VARGA, 2017; SHOMORIN et al., 2019). A sedimentação ocorre em tanques cilíndricos cônicos, chamados comumente de incubadoras (método de Guelph adaptado), que é frequentemente utilizada em estudo de digestibilidade in vivo com peixes (ABIMORAD & CARNEIRO, 2004; KITAGIMA & FRACALOSSO, 2010; HIEN et al., 2010; MOTA et al., 2015; RODRIGUES et al., 2012; GOMINHO-ROSA et al., 2015). Nessa estrutura, as fezes sedimentam rapidamente, sem se depositar nos cantos, diminuindo assim as perdas por lixiviação, na maioria desses estudos, os animais são alimentados durante o dia e as fezes produzidas são coletadas durante à noite (RAMOS et al., 2021).

O tempo de ingestão do alimento e a passagem da digestão pelo trato digestivo dos peixes é outro aspecto que afeta os intervalos de coleta de fezes que deve ser considerado durante o experimento (BRAGA et al., 2007). Assim, o tempo decorrido desde a ingestão do alimento até a produção das fezes determina a taxa de evacuação gástrica e o retorno do apetite (RICHE et al., 2004). Por isso, ocorre a influência na quantidade de alimentos consumidos e no tempo de ação das enzimas digestivas para a absorção dos nutrientes, sendo esses dados capazes de otimizar as taxas e frequências alimentares, além do intervalo de tempos entre as coletas de fezes (HENG, 2007).

A digestibilidade corresponde à diferença entre a quantidade de nutriente ou energia contido no alimento, descontado do quantitativo eliminado nas fezes. A variação do percentual dos componentes nutricionais que é digestível pode ser muito significativa, e normalmente está relacionada aos componentes indigestíveis enzimaticamente (exemplo: carboidrato fibroso) ou à fração menos solúvel de componentes potencialmente digestíveis. Alimentos de similares teores de energia bruta ou proteína bruta podem ter diferentes teores de energia digestível ou proteína digestível, respectivamente, se a composição química e/ou grau de solubilidade das respectivas frações entre elas for diferente (PEZZATO et al., 2004; FURUYA et al., 2010; NRC, 2011; FRACALOSSO e CYRINO, 2013).

Com base no exposto, os valores digestíveis são os que melhor estimam a parcela potencialmente “disponível” para o metabolismo do animal em relação aos valores brutos/totais, e a formulação com base em valores digestíveis é mais adequada nutricionalmente (FURUYA et al., 2010; DAIRIKI e SILVA, 2011; NRC, 2011; FRACALOSSO e CIRINO, 2013). No caso dos peixes, a necessidade de repetitividade dos ensaios de digestão é mais evidenciada para gerar valores médios mais confiáveis na formulação de rações, uma vez que vários são os fatores que influenciam os coeficientes de digestibilidade dos alimentos para uma mesma espécie: a metodologia utilizada para a coleta de fezes (técnicas com o peixe dentro ou fora d'água), a idade do peixe, a composição do alimento, a salinidade, a temperatura da água e o tipo de processamento do alimento (BOMFIM e LANNA, 2004).

4. METODOLOGIA

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética na Utilização de Animais (CEUA – UFMA) da Universidade Federal do Maranhão, com protocolo de nº 23115.012035/2018-37. Sendo realizado no Laboratório de Nutrição e Alimentação de Organismos Aquáticos do Maranhão (LANUMA), no Centro de Ciências de Chapadinha, pertencente à Universidade Federal do Maranhão - UFMA, localizado no município de Chapadinha, Maranhão.

Foram avaliados quatro ingredientes concentrados energéticos para determinação da digestibilidade da energia bruta e proteína bruta: milho, farelo de arroz integral, quirera de arroz e raspa integral da raiz da mandioca.

Foram utilizados 60 tambaquis (*Colossoma macropomum*) na fase de crescimento com peso médio de $198,15 \pm 3,11$ gramas. Os coeficientes de digestibilidade e os valores digestíveis dos componentes nutricionais (média \pm desvio padrão) foram resultados da avaliação em triplicata, sendo que, cada uma das três repetições constituída de, aproximadamente, 6 dias de coleta sequencial de fezes. Para comparação dos coeficientes de digestibilidade (%) entre os ingredientes, o experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos, três repetições e dez peixes por unidade experimental.

Foram confeccionadas cinco rações, sendo uma referência à base de milho e farelo de soja (Tabela 1) e as demais contendo uma mistura de 70% da ração referência e 30% de parte dos alimentos avaliados (milho, farelo de arroz integral, quirera de arroz e raspa integral da raiz da mandioca). As rações experimentais foram acrescidas de 0,10% de dióxido de titânio (99,90% da ração experimental + 0,10% de TiO_2) como indicador indigestivo na determinação de coeficientes de digestibilidade pelo método indireto (SOARES et al., 2017).

Tabela 1. Composição percentual e química da ração referência (matéria natural)

Ingredientes (%)	
Farelo de soja (45%)	54,995
Milho	36,386
Óleo de soja	4,400
L-Lisina-HCl (78,4%)	0,000
DL-Metionina (99%)	0,159
L-Treonina (98,5%)	0,065
Calcário Calcítico	0,323
Fosfato Bicálcico	2,594
Suplemento Vitamínico e Mineral ⁽¹⁾	0,500
Vitamina C ⁽²⁾	0,050
Sal	0,508
Antioxidante (BHT)	0,020
Composição calculada ⁽³⁾	
Proteína Bruta (%)	27,88
Proteína Digestível (%) ⁽⁴⁾	25,39
Energia Digestível (kcal/kg) ⁽⁴⁾	3.000,00
Extrato Etéreo (%)	6,61
Fibra Bruta (%)	3,54
Ca Total (%)	0,86
P disp (%) ⁴	0,60
Na Total (%)	0,22
Lisina (%) Digestível ⁽⁴⁾	1,514
Met. + Cist (%) Digestível ⁽⁴⁾	0,908
Treonina Digestível (%) ⁽⁴⁾	1,059
Triptofano Digestível (%) ⁽⁴⁾	0,341
Relação ED/PB (Kcal/g)	10,71

. ⁽¹⁾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. ⁽²⁾Vit. C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo. ⁽³⁾Com base nos valores propostos por Rostagno et al. (2017). ⁽⁴⁾Com base nos coeficientes disponibilidade/digestibilidade propostos para tilápia do Nilo por Furuya et al. (2010).

Os ingredientes das rações experimentais foram moídos, misturados e peletizados para minimizar a possibilidade de lixiviação de ingredientes. Durante o dia, as rações foram fornecidas *ad libitum* em sete refeições (08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 15:00, 16:00 e 17:00 horas), sendo que, em cada refeição, foram realizados sucessivos repasses, possibilitando a ingestão máxima, até a aparente saciedade.

No período pré-experimental, os peixes foram estocados em caixas de polietileno (aquários) com capacidade volumétrica de 1.000 litros e alimentados com ração comercial para atingirem o peso estipulado para início das coletas e adaptação às condições do experimento. No período experimental (alimentação com rações experimentais e coleta de fezes), os peixes serão distribuídos em incubadoras de fibra de vidro de formato cônico (220 litros), adaptadas para coleta de fezes.

Após 30 minutos da última alimentação, as incubadoras foram limpas (escovação das paredes) e a água renovada. Nas incubadoras, foram utilizados coletores de polietileno adaptados na porção inferior para a coleta das fezes por decantação (pelo método de Guelph modificado), de acordo com Abimorad e Carneiro (2004). Para evitar fermentação das fezes, os coletores foram mantidos em caixas térmicas com gelo durante todo período de coleta, cujo intervalo era, pelo menos, de duas horas. Após cada coleta, as fezes foram depositadas em placa de petri e levadas para estufa de circulação forçada para secagem durante para fins de análises laboratoriais.

A digestibilidade aparente da proteína bruta e energia bruta de cada ingrediente será estimada por meio do cálculo do fator de indigestibilidade, utilizando-se as fórmulas apresentadas por Pezzato (2004).

$$\text{CDAr (\%)} = 100 - \left[100 \times \left(\frac{\% \text{TiO}_2d}{\% \text{TiO}_2f} \right) \times \left(\frac{\% \text{Nd}}{\% \text{Nf}} \right) \right]$$

Em que:

CDAr = coeficiente de digestibilidade aparente da ração (%);

% TiO₂d = percentagem de dióxido de titânio na ração;

% TiO₂f = percentagem de dióxido de titânio nas fezes;

% Nf = percentagem do nutriente nas fezes;

% Nd = percentagem de nutriente na ração.

$$CDA_{ing}(\%) = \frac{CD_{rt} - (b \times CD_{rb})}{a}$$

Em que:

CD_{ing} = coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente;

CD_{rt} = coeficiente de digestibilidade aparente da ração com o ingrediente teste;

CD_{rb} = coeficiente de digestibilidade aparente da ração basal;

b = percentagem da ração basal;

a = percentagem do ingrediente teste.

As análises dos alimentos e fezes, foram feitas no Laboratório de Nutrição e Alimentação de Organismos Aquáticos do Maranhão (LANUMA) da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, conforme procedimentos descritos na Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 2005) e por Detman et al. (2012).

As análises estatísticas referente a avaliação dos coeficientes de digestibilidade dos componentes nutricionais avaliados foram realizadas com o auxílio do software SAS 9.0 (2002). Os dados foram interpretados por meio de análise de variância e as diferenças entre as médias serão comparados pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade de água mantiveram-se dentro dos padrões recomendados para a criação da espécie, conforme preconizado por GOMES et al. (2010) e MENDONÇA et al. (2012). As temperaturas máximas e mínimas da água mantiveram-se em torno de $25,25 \pm 0,91$ °C e $26,73 \pm 0,62$ °C, respectivamente. A concentração de oxigênio dissolvido na água ficou em torno de $7,43 \pm 0,76$ ppm, pH $5,9 \pm 0,33$ e amônia total $\leq 1,00$ ppm.

A composição nutricional da ração referência e dos ingredientes estão apresentados na Tabela 2, cujos valores apresentam compatibilidade em relação aos contidos nas tabelas de composição de alimentos, em especial às Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011; ROSTAGNO et al., 2017).

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), milho (M), raspa integral da raiz da mandioca (RIRM), farelo de arroz integral (FAI) e quirera de arroz (QA), expressa na matéria natural.

Alimento	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	FDN (%)	FDA (%)	MM (%)	EB Kcal/Kg
FAI	91,34	9,56	10,65	16,90	33,71	21,82	7,56	4.143,00
M	89,8	8,06	2,84	1,27	16,36	2,20	1,01	3.989,00
QA	89,88	7,92	1,43	0,34	6,48	1,31	0,59	3.833,00
RIRM	91,32	2,13	0,53	1,92	4,45	3,84	1,81	3.761,00

A proteína bruta do farelo de arroz de 9,56%, está entre os valores encontrados na literatura de 8,5% (PEZZATO et al., 2002) a 15,66% (NOVOA, 2009), assim como o valor de matéria mineral de 7,56% com valores em estudos variando de 1,14% (PEZZATO et al., 2002) a 8,5% (GONCALVES & CARNEITO, 2003). A quirera de arroz, possui baixo teor de proteína bruta (7,92%), caracterizando-os como alimentos energéticos, sendo considerado como tendo potencial para utilização em rações de animais (LACERDA et al., 2005).

O valor de energia bruta do farelo de arroz integral (4.143,00 kcal/kg) é semelhante a 4852,24 kcal/kg apresentado por Rostagno et al. (2011) e superior a 3.940,0 kcal/kg observado por Pezzato et al. (2002). A composição química do farelo de arroz integral depende de fatores associados à variedade genética do arroz, condições ambientais de cultivo, a constituição do

grão ou processo de beneficiamento, como brunição (branqueamento do arroz) e polimento, que afetam o conteúdo de carboidratos e fibra alimentar (SANTOS et al., 2006).

O farelo de arroz integral 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 variedades de farelo de arroz integral concluíram que a fibra alimentar presente no ingrediente 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 pode apresentar grande variabilidade de resultados (VIEIRA et al., 2007).

A composição do milho apresenta valores são próximos ao encontrados por Gonçalves et al (2013). A energia bruta observada da raspa integral da raiz da mandioca de 3.761,00 kcal/kg foi inferior ao valor relatado por Carvalho et al. (2012) de 3.924,0 Kcal/kg, sendo atribuído essa variação de resultados ao elevado teor de extrato etéreo de 3,05% encontrado pelos autores comparados ao encontrado no presente estudo de 0,53%. Boscolo et al. (2002), avaliando o alimento contendo teores de extrato etéreo semelhante (0,94%), descreveram energia bruta de 3.588,72 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. 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 FB encontrado no presente estudo foi de 1,92%, FDN de 4,45% e FDA de 3,84%.

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 matéria seca – MS, o teor de proteína bruta – PB geralmente não ultrapassa 3%, sendo um alimento com limitados teores proteicos. O valor de PB de 2,13% 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).

Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta e energia bruta e os valores digestíveis dos ingredientes estão apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3 – Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) de alimentos concentrados energéticos para tambaqui

Coeficiente de digestibilidade (%)	Milho	Farelo de arroz integral	Quirera de arroz	Raspa integral da raiz da mandioca
Proteína bruta	87,36 ± 0,56 ^B	77,04 ± 1,34 ^C	86,71 ± 1,11 ^B	91,33 ± 2,20 ^A
Energia bruta	83,57 ± 1,97 ^B	68,91 ± 1,71 ^C	87,46 ± 1,52 ^{BA}	89,94 ± 1,92 ^A

Médias na linha com letras iguais não diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey

Tabela 4 – Teores de proteína e energia digestíveis de alimentos concentrados energéticos para tambaqui

Teores digestíveis	Milho	Farelo de arroz integral	Quirera de arroz	Raspa integral da raiz da mandioca
Proteína (%)	7,04 ± 0,04	7,36 ± 0,13	6,87 ± 0,09	1,95 ± 0,05
Energia (Kcal/kg)	3.333,43 ± 78,62	2.854,52 ± 70,74	3.352,43 ± 58,30	3.382,48 ± 72,39

Com relação aos coeficientes digestibilidade aparente (CDA) da fração proteica (PB), pode-se verificar que o maior coeficiente de digestibilidade aparente foi observado na raspa integral da raiz da mandioca (91,33%). O CDA da proteína observado no milho (87,36%) e quirera de arroz (86,71%) são similares e superiores ao do farelo de arroz integral (77,04%).

Com relação aos coeficientes digestibilidade aparente da energia bruta, os maiores CDA de energia bruta foram observados na quirera de arroz (87,46%) e raspa integral da raiz da mandioca (89,94%). Já o CDA do milho (83,57%) foi intermediário e superior ao do farelo de arroz integral (68,91%).

Os coeficientes digestibilidade aparente (CDA) das frações de proteína bruta e energia bruta (Tabela 3) obtidos para o farelo de arroz integral foram inferiores ao relatado por Santos (2016) de 80,97% e 89,01%, respectivamente.

O coeficiente de digestibilidade aparente da proteína observado no milho (87,36%) é inferior os coeficientes de digestibilidade encontrados por Buzollo (2018) de 94,5% e superior ao valor de 77,8% observado por Guimarães et al. (2013). O coeficiente de digestibilidade aparente da energia (83,57%) foi superior a 76,40% obtido por Guimarães (2013) e inferior a 88,7% obtido por Buzollo (2018).

O coeficiente de digestibilidade aparente da proteína (86,71%) e de energia (87,46%) observados na quirera de arroz, se assemelham aos valores de 88,17% e 84,07% encontrados por Santana (2019) e são superiores a 72,80% e 80,70% obtidos por Guimarães (2016), respectivamente.

O coeficiente de digestibilidade da energia encontrado na raspa integral da raiz de mandioca (91,33%) se assemelha a 89,09% encontrado por Soares (2016) e superior a 82,30% observado por Guimarães (2013). O coeficiente de digestibilidade da proteína (91,33%) é superior a 81,70% observados por Guimarães et al. (2013) e similar a 88,69% obtido por Soares et al. (2016).

Essas diferenças observadas entre os diferentes ensaios para o mesmo alimento provavelmente se devem a fatores que influenciam nos coeficientes de digestibilidade, como: a idade do peixe, a composição do alimento, a temperatura da água e o tipo de processamento do alimento (BOMFIM e LANNA, 2004). Por isso, a importância da realização de estudos complementares para minimizar essa variação, uma vez que os valores correspondentes à composição química e digestibilidade de alimentos contidos nas tabelas de referência, em geral, devem representar a média das observações obtidas nos diferentes ensaios publicados (FURUYA et al., 2010; NRC, 2011; FRACALOSSO e CYRINO, 2013; ROSTAGNO et al., 2017) para gerar valores mais representativos na formulação de rações que favoreçam sua utilização racional.

6. CONCLUSÃO

Os maiores coeficientes de digestibilidade aparente das frações de proteína bruta e energia bruta foram para a raspa integral da raiz integral da mandioca, com 91,33% e 89,94% e os piores foram para o farelo de arroz integral, com 77,04% e 68,91%, respectivamente. O milho e a quirera de arroz apresentam valores intermediários (87,36% e 86,71% para a proteína e 83,57% e 87,46% para a energia, respectivamente).

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.

ARIDE, Paulo Henrique Rocha; ROUBACH, Rodrigo; VAL, Adalberto Luís. Resposta de tolerância do tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier) ao pH da água. **Pesquisa em Aquicultura**, v. 38, n. 6, pág. 588-594, 2007.

BOMFIM, M.A.D. Estratégias Nutricionais para Redução das Excreções de Nitrogênio e Fósforo nos Sistemas de Produção de Peixes no Nordeste: Sustentabilidade Ambiental e Aumento da Produtividade. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 15, p. 122-140, 2013.

BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T. Fatores que afetam os coeficientes de digestibilidade nos alimentos para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n°1, p.20-30, 2004.

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.

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.

CHO, C. Y. **La energia en la nutrición de los peces**. In: J. ESPINOSA DE LOS MONTEROS LABARTA, Y U. Nutrición en Acuicultura II. MadridEspana,. p. 197-237, 1987.

CHO, C.Y. Sistemas de alimentação de trutas arco-íris e outros salmonídeos com referência às estimativas atuais de necessidades de energia. **Aquicultura**, v.100, ed. 1-3, p.107-123, 1992.

- DAIRIKI, J. K.; SILVA, T. B. A. **Revisão de literatura: exigências nutricionais do tambaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 44p (Embrapa Amazônia Ocidental, 91). 2011.
- FRACALOSSI, D.M.; RODRIGUES, A.P.O.; SILVA, T.S.C.; CYRINO, J.E.P. **Técnicas experimentais em nutrição de peixes**. In: FRACALOSSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. (Eds.), Nutriaqua. Florianópolis: Aquabio, p.37-63, 2013.
- FRACALOSSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. **Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aqüicultura brasileira**. 1ª edição. Florianópolis – SC: Aquabio. 232p. 2013.
- FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; BOSCOLO, W. R.; CYRINO, J. E. P.; FURUYA, V. R. B.; FEIDEN, A. **Tabelas brasileiras para nutrição de tilápias**. Toledo: GFM. 100p. 2010.
- GOES, R. H. T. B, SILVA, L. H. X; KENNYSON, K. A. **Alimentos e Alimentação Animal. Dourados**: Editora UFGD, 81p, 2013.
- GOMES, L. C.; SIMÕES, L. N.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; BALDISSEROTTO, B. In: **Tambaqui (*Colossoma macropomum*), espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2ª. Ed. Editora UFSM, Santa Maria. 2010. p.175-204.
- 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
- 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. FRACALOSSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. Aquabio. Florianópolis. 2013.
- GUIMARÃES, I.G. **Digestibilidade aparente, pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), de alimentos extrusados**. Botucatu. 65p. (Dissertação de Mestrado. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. UNESP, 2013.
- GUIMARÃES, I.G.; MIRANDA, E.C.; ARAÚJO, J.G. Coefficients of total tract apparent digestibility of some feedstuffs for Tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.188, p.150-155, 2013.
- HENG, NICHOLAS CK. **A diversidade de bacteriocinas em bactérias Gram-positivas**. In: bacteriocinas. Springer, Berlim, Heidelberg, p. 45-92. 2007.
- HISANO, H.; MARUYAMA, M.R.I.; SHIKAWA, M.M.; MELHORANÇA, A.L. **Potencia da utilização da Mandioca na Alimentação de Peixes**. EMBRAPA. 2008.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Planilha eletrônica, 2021.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>>. Acesso em: 07 de outubro de 2022.

Lacerda, D. B. C. L., Soares Júnior, M. S., Bassinello, P. Z., Castro, M. V. L. D., Silva-Lobo, V. L., Campos, M. R. H., & Siqueira, B. D. S. Qualidade de farelos de arroz cru, extrusado e parboilizado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 40, 521-530, 2010.

LIMA, M.R.; LUDKE, M.C.M.M.; PORTO-NETO, F.F.; PINTO, B.W.C.; TORRES, T.R.; SOUZA, E.J.O. Farelo de resíduo de manga para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, 33 (1): 65-71, 2011.

MAAS, R. M., VERDEGEM, M. C. J., WIEGERTJES, G. F., & SCHRAMA, J. W. **Carbohydrate utilization by tilapia: a meta-analytical approach.** Reviews in Aquaculture, 12, 3, 1851-1866, 2020.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of fish and shrimp.** Washington: National Academy of Science, 376p. 2011.

NAVES, M. M. V. **Características químicas e nutricionais do arroz.** Boletim CEPPA, 25(1), 51-60, 2007.

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.

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

OLIVEIRA, F.L.; SIQUEIRA, J.C.; SANTOS, J.C. Equações de predição da energia digestível de ingredientes protéicos de origem vegetal utilizados em rações para tilápias. **Cadernos de Pesquisa**, v.21, n. especial, p.1-9, 2014.

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

PHAN, L., GROOT, R., KONNERT, G. D. P., MASAGOUNDER, K., FIGUEIREDO SILVA, A. C., & GLENCROSS, B. D. Differences in energy utilisation efficiencies of

digestible macronutrients in common carp (*Cyprinus carpio*) and barramundi (*Lates calcarifer*). **Aquaculture**, 511, 734-738, 2019.

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. S., ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L., GOMES, P. C., OLIVEIRA, R. D., LOPES, D. C., . & EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos - composição de alimentos e exigências nutricionais**, 2, 186. 2011.

ROSTAGNO, R.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J.L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G.; SARIAIVA, A.; TEIXEIRA, M.L.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA, R.F.; BARRETO, S.L.T. BRITO, C.O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 488p, 2017.

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, J.G.A. **Exigência em fósforo digestível para tambaqui (*Collossoma macropomum*)**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia, 2012.

SENA, M.F. **Digestibilidade aparente de alimentos para o tambaqui (*Collossoma macropomum*)**. Goiânia, GO: UFG. 56p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Goiás, 2012.

SHOMORIN, GEORGE OLUWASEUN. Avaliação da tela de arame como uma nova ferramenta para coleta de fezes na avaliação da digestibilidade em peixes: O impacto da lixiviação de nutrientes na digestibilidade aparente de nitrogênio, carbono e enxofre de dietas à base de farinha de peixe, farelo de soja e farelo de colza em truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquicultura**, v. 504, p. 81-87, 2019.

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, Jorge Antonio Moreira da; PEREIRA-FILHO, Manoel; OLIVERIA-PEREIRA, Maria Inês de. Valor nutricional e energético de espécies vegetais importantes na alimentação do tambaqui. **Acta Amazonica**, v. 33, p. 687-700, 2003.

SILVEIRA, U. S., LOGATO, P. V. R., & PONTES, E. DA C. Utilização e metabolismo dos carboidratos em peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, 6, 1, 817-836, 2009

SOARES, K.J.A.; RIBEIRO, F.B.; BOMFIM, M.A.D.; MARCHÃO, R.S. Valor nutricional de alimentos alternativos para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Archivos de Zootecnia**, v.66, n.256, p. 491-497, 2017.

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.

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 JÚNIOR, 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-se 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. 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.

WILSON, R. P. Utilization of dietary carbohydrate by fish. **Aquaculture**, 124, 67-80, 1994.

WOYNAROVICH, E. **Tambaqui e Pirapitinga. Propagação artificial e criação de alevinos**. CODEVASP, Brasília-DF, 1986.