



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL  
PARA TAMBACUI (*Colossoma macropomum*) E TILÁPIA  
DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Beatriz da Silva Costa

Chapadinha - MA

2023

Beatriz da Silva Costa

**DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL  
PARA TAMBACUI (*Colossoma macropomum*) E TILÁPIA  
DO NILO (*Oreochromis niloticus*)**

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

**Orientador:** Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim.

**Coorientador:** Prof. Dra. Daphinne Cardoso Nagib do Nascimento.

Chapadinha MA

2023

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

da Silva Costa, Beatriz.

DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL PARA  
TAMBAQUI *Colossoma macropomum* E TILÁPIA DO NILO  
*Oreochromis niloticus* / Beatriz da Silva Costa. - 2023.  
69 p.

Coorientador(a): Daphine Cardoso Nagib do Nascimento.

Orientador(a): Marcos Antonio Delmondes Bomfim.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal/ccch, Universidade Federal do Maranhão,  
UFMA, 2023.

1. Alimentos alternativos. 2. Energia. 3. Fósforo.  
4. Piscicultura. 5. Proteína. I. Antonio Delmondes  
Bomfim, Marcos. II. Cardoso Nagib do Nascimento, Daphine.  
III. Título.

Beatriz da Silva Costa

**DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL PARA  
TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E TILÁPIA DO NILO  
(*Oreochromis niloticus*)**

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

Aprovada em: 08/ 09/ 2023

BANCA EXAMINADORA

---

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

---

Dr<sup>a</sup> Daphinne Cardoso Nagib do Nascimento  
(co-orientadora)  
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

---

Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro  
(membro interno)  
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

---

Prof. Dr<sup>a</sup> Sylvia Sanae Takishita  
(membro externo)  
Universidade de Mogi das Cruzes

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Martin Luther King

Dedico a minha família que é minha base e razão de nunca desistir, Antonia (mãe), Carlos (pai) e Bruno (irmão), vocês são a razão da minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente ao meu Pai celestial, Deus que é minha fonte de força, coragem e sustento que fez com que esse trabalho, no qual, pedi em oração tornar-se real porque Dele e por Ele são todas as coisas.

A minha família que é minha base para não ter desistido e que nos dias maus me acalmaram e nos bons, celebraram cada pequena vitória, dessa etapa, vocês são a força que me move.

Ao meu orientador Marcos Antonio Delmondes Bomfim que foi um pai científico sempre me ouvindo, acalmando e sendo amigo ao longo desse processo, como também, a minha co-orientadora Daphinne Cardoso Nagib do Nascimento que foi atenciosa e compreensiva ao longo das correções.

A banca, por sua disponibilidade de tempo e contribuição em conhecimento para aprimoração desse trabalho.

Ao Rafael Marchão por ter sido um parceiro e facilitador durante todo o processo de chegada ao LANUMA, até a finalização do experimento, seu auxílio e humildade intelectual foi fundamental.

Aos meus amigos Caroline Martins, Lucas Oliveira e Jéssica Cardoso que foram meus avaliadores particulares, no qual ajudaram em cada detalhe da aprimoração e construção desse sonho.

Aos meus amigos de Chapadinha que me acolheram e tornaram a vida mais agradável e fácil ao longo do processo da saudade. Aos meus amigos da minha cidade que nunca me abandonaram e sempre se mantiveram presente com mensagens de incentivo.

Ao Daniel Vaz que continuamente fica me encorajando e ajudando na conciliação da minha rotina de trabalho e estudo, como também, toda a equipe pela positividade que deixa tudo mais leve.

Ao programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, aos professores, funcionários e integrantes do grupo LANUMA pelos auxílios prestados para a realização da pós e seus grandes ensinamentos.

A Capes pela concessão da bolsa de estudo ao longo de todo o mestrado. A FAPEMA pelo financiamento do projeto.

Ao LASEOA pela parceria, como a todos que de forma direta ou indiretamente ajudaram na realização desse trabalho.

O meu mais sincero **MUITO OBRIGADA!**



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I: 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 piscicultura no Brasil .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Tilápia .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Tambaqui .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Digestibilidade .....</b>	<b>6</b>
<b>2.5 Fósforo (P) .....</b>	<b>7</b>
<b>2.6 Proteína e energia .....</b>	<b>8</b>
<b>2.7 Alimentos alternativos .....</b>	<b>9</b>
<b>2.8 Alimentos proteicos de origem vegetal.....</b>	<b>9</b>
2.8.1 Farelo de Soja .....	9
2.8.2 Soja Integral Tostada .....	10
2.8.3 Farelo de babaçu .....	10
<b>2.9 Alimentos energéticos de origem vegetal.....</b>	<b>11</b>
2.9.1 Milho.....	11
2.9.2 Farelo de Arroz Integral.....	12
2.9.3 Quirera de Arroz.....	13
2.9.4 Raspa Integral de Mandioca.....	13
2.9.5 Farelo de trigo .....	13
<b>2.10 Fatores antinutricionais em alimentos de origem vegetal.....</b>	<b>14</b>
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>16</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO II: Digestibilidade de alimentos de origem vegetal para Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) e Tilápia do nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....</b>	<b>29</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>2.1 Área de estudo .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2 Espécies do estudo e delineamento experimental.....</b>	<b>32</b>
<b>2.3 Dietas experimentais.....</b>	<b>32</b>
<b>2.4 Instalações, procedimento de arraçoamento e coleta de fezes .....</b>	<b>34</b>
<b>2.6 Coeficiente e digestibilidade aparente .....</b>	<b>35</b>
<b>2.6 Análise estatística dos dados .....</b>	<b>35</b>

<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>46</b>
REFERÊNCIAS.....	47
ANEXO.....	53

## RESUMO

Objetivou-se avaliar os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta, energia bruta e fósforo total dos alimentos concentrados proteicos: farelo de soja, soja integral tostada, farelo de babaçu e concentrados energéticos: milho, farelo de trigo, farelo de arroz integral, quirera de arroz e raspa integral da mandioca para o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Foram utilizados 72 exemplares de tilápia e 72 exemplares de tambaqui com peso inicial médio de  $198,15 \pm 3,11$  gramas, distribuídos em esquema fatorial composto por 16 tratamentos (2 espécies x 8 alimentos) e três repetições. Utilizou-se o método indireto de coleta de fezes por decantação e óxido de cromo ( $Cr_2O_3$ ) como indicador inerte adicionado à dieta teste (70% de dieta referência + 30% do alimento avaliado) em uma concentração de 0,1%. Para ambas as espécies, os maiores coeficientes de digestibilidade aparente de proteína bruta (CDAPB), de energia bruta (CDAEB) e de fósforo total (CDAFT) foram obtidos com o farelo de soja (93,66%), a raspa integral da mandioca (84,38%) e a raspa integral da mandioca (85,40%), respectivamente. Para ambas as espécies, os menores coeficientes de digestibilidade aparente de proteína bruta (CDAPB), de energia bruta (CDAEB) e de fósforo total (CDAFT) foram obtidos com o farelo de arroz integral (78,37%), o farelo de babaçu (28,60%) e o farelo de arroz integral (16,00%), respectivamente. Os alimentos apresentam CDAPB e CDAEB similares em ambas as espécies, com exceção do farelo de arroz integral. Os alimentos apresentam CDAFT similares apenas no farelo de arroz integral, raspa integral da mandioca e soja integral tostada.

**Palavras-chave:** Alimento alternativo; energia; fósforo; piscicultura; proteína.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the apparent digestibility coefficients of crude protein, gross energy and total phosphorus of protein concentrated foods: soybean bran, toasted whole soybeans, babassu bran and energy concentrates: corn, wheat bran, brown rice bran, grits of rice and whole cassava zest for tambaqui (*Colossoma macropomum*) and Nile tilapia (*Orchromis niloticus*). 72 specimens of tilapia and 72 specimens of tambaqui were used with an average initial weight of  $198.15 \pm 3.11$  grams, distributed in a factorial scheme consisting of 16 treatments (2 species x 8 foods) and three replications. The indirect method of feces collection was used by decantation and chromium oxide ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) as an inert indicator added to the test diet (70% of reference diet + 30% of the evaluated food) at a concentration of 0.1. For both species, the highest apparent digestibility coefficients for crude protein (CDAPB), gross energy (CDAEB) and total phosphorus (CDAFT) were obtained with soybean bran (93.66%), whole cassava zest (84.38%) and whole cassava zest (85.40%), respectively. For both species, the lowest apparent digestibility coefficients for crude protein (CDAPB), gross energy (CDAEB) and total phosphorus (CDAFT) were obtained with brown rice bran (78.37%), babassu bran (28.60%) and brown rice bran (16.00%), respectively. The foods present similar CDAPB and CDAEB in both species, with the exception of brown rice bran. The foods present similar CDAFT only in brown rice bran, whole cassava zest and toasted whole soybeans.

**Keywords:** Alternative food; energy; phosphor; pisciculture; protein.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

Amido – A;

Cálcio total – CT;

Coeficiente de Digestibilidade Aparente – CDA;

Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Energia Bruta – CDAEB;

Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Proteína Bruta – CDAPB;

Coeficiente de Digestibilidade Aparente do Fósforo Total – CDAPT;

Extrato etéreo – EE;

Extrato não nitrogenado – ENN;

Farelo de arroz integral – FAI;

Farelo de babaçu- FB;

Farelo de soja – FS;

Farelo de soja integral- FSI;

Farelo de trigo – FT;

Fibra bruta- FB;

Fósforo – P;

Fósforo disponível – PD;

Fósforo Total – PT;

Grama – g;

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE;

Quilocaloria – Kcal;

Quilograma – Kg;

Laboratório de Nutrição e Alimentação de Organismos Aquáticos do Maranhão – LANUMA;

Matéria mineral – MM;

Matéria Seca – MS;

Milho – MI;

Óxido de cromo – Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;

Proteína bruta – PB;

Quirera de arroz – QA;

Raspa integral da mandioca – RIM;

Universidade Federal do Maranhão – UFMA;

Porcentagem – %

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Composição percentual e química da ração referência (matéria natural).....	33
Tabela 2. Composição bromatológica dos alimentos FS (farelo de soja), SIT (soja integral tostada), FB (farelo de babaçu), MI (milho), FAI (farelo de arroz), QA (quirera de arroz), RIM (raspa integral da mandioca) e FT (farelo de trigo).....	33
Tabela 3. Médias e desvio padrão ( $\pm$ ) dos coeficiente de digestibilidade aparente da PB (CDAPB) e valores da proteína digestível (PD) do MI, FS, FAI, QA, FT, RIM, SIT e da FB para tambaqui e tilápia em fase de crescimento.....	37
Tabela 4. Médias e desvio padrão ( $\pm$ ) dos coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB) e valores da energia bruta (EB) do MI, FS, FAI, QA, FT, RIM, SIT e da FB para tambaqui e tilápia em fase de crescimento.....	40
Tabela 5. Médias e desvio padrão ( $\pm$ ) dos coeficiente de digestibilidade aparente de fósforo total (CDAFT) e valores de fósforo digestível (FD) do MI, FS, FAI, QA, FT, RIM, SIT e da FB para tambaqui e tilápia em fase de crescimento.....	43

## **CAPÍTULO I: Considerações gerais**

## 1 INTRODUÇÃO

A piscicultura é um dos ramos da aquicultura, que desenvolve o cultivo de peixes com o objetivo de obter produtos de alta qualidade e valor na comercialização como recurso alimentício, cultivo para uso esportivo e ornamental (SILVANO e MIMIM, 2021).

Dentre as espécies de interesse para a piscicultura, destaca-se a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) que representa o segundo grupo de peixes mais cultivados no mundo e a principal espécie produzida no Brasil (IBGE, 2020). Essa espécie apresenta características favoráveis para a piscicultura, como o comportamento alimentar onívoro, a tolerância a uma ampla variação de condições ambientais (pH, temperatura, resíduos nitrogenados), o rápido crescimento e o alto valor econômico (ABARIKE et al., 2013; WANG; LU, 2016).

Além da tilápia, outra espécie em destaque é o tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816), uma espécie nativa do Brasil que apresenta características favoráveis de produção como: hábito alimentar onívoro com aparato bucal resistente, dentes e mandíbulas fortes com resistência a hipóxia (BALDISSEROTTO, 2009); boa aceitabilidade para consumo de ração, subprodutos de agroindústrias e grãos, o que facilita a adaptação em cativeiro (DAIRIKI et al., 2011); apresenta frequência alimentar diurna, o que promove a otimização do seu metabolismo e estimula o consumo de ração em períodos de maior tempo de exposição a luz (MENDONÇA et al., 2012).

O tambaqui é uma espécie de peixe nativa da bacia amazônica, que apresenta elevada demanda no mercado consumidor brasileiro, juntamente com a tilápia (PEIXE BR, 2022). Por essa razão, o tambaqui é alvo de intensa produção em sistemas de piscicultura. Um dos principais fatores que afetam a rentabilidade da atividade é o custo com a alimentação dos peixes, que pode representar entre 50 e 80% do total de despesas em um ciclo produtivo (BRABO et al., 2014; BRABO et al., 2021).

A fração proteica é a mais onerosa na composição de uma ração, pelo fato de as fontes de proteína serem os componentes/ingredientes mais caros, principalmente no caso das utilizadas na alimentação de peixes, que requerem altos níveis de proteína bruta (PB) para atender às exigências nutricionais (ROMBENSO et al., 2021). Além da exigência proteica, deve-se levar em consideração a relação energia:proteína, que pode influenciar no desempenho e na eficiência de utilização



proteica das rações balanceadas. Rações com excesso de energia podem proporcionar redução do consumo de proteína, comprometendo o desempenho dos peixes. Ao contrário, a utilização de rações com baixos teores de energia, parte dos aminoácidos serão utilizados para fins energéticos, aumentando o catabolismo dos mesmos (BOMFIM, 2013).

Outro nutriente essencial nas rações para peixes é o fósforo (P) (NRC, 2011), que deve ser fornecido em quantidades adequadas para otimizar o desempenho zootécnico dos peixes, sem comprometer a qualidade da água de cultivo. O excesso de fósforo na dieta pode causar eutrofização do meio aquático, pois é um dos principais nutrientes limitantes para o crescimento de algas e cianobactérias.

Segundo Adéyemi et al. (2020), a utilização de fontes alternativas de proteína e ingredientes regionais de baixo custo são necessários para superar o alto custo da alimentação dos peixes, viabilizando a formulação de rações com qualidade a um menor custo. Para tanto, a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) de ingredientes alternativos de uma dieta é essencial pois permite a avaliação da capacidade de aproveitamento digestivo dos componentes nutricionais e a formulação de dietas nutricionalmente completas, com reduzido potencial poluente no ambiente de criação; condição fundamental para garantir o bem estar animal e ganhos em produtividade (NRC, 2011; BUZZOLO et al., 2018).

Nesse contexto, objetivou-se determinar a digestibilidade proteica, energética e de fósforo de alimentos proteicos de origem vegetal: farelo de soja (FS), soja integral tostada (SIT), farelo de babaçu (FB) e concentrados energéticos: milho (MI), farelo de trigo (FT), farelo de arroz integral (FAI), quirera de arroz (QA) e raspa integral da mandioca (RIM) para o tambaqui (*C. macropomum*) e para a tilápia do Nilo (*O. niloticus*), ambos em fase de crescimento.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Considerações gerais sobre a piscicultura no Brasil

A piscicultura é um dos ramos da aquicultura, que desenvolve o cultivo de peixes e outros organismos aquáticos com o objetivo de obter produtos de alta qualidade e valor na comercialização como recurso alimentício, cultivo para uso esportivo e ornamental (SILVANO; MIMIM, 2021). O Brasil se destaca no desenvolvimento dessa atividade, devido às suas condições favoráveis, a disponibilidade de águas doces, o clima tropical, a oferta de mão de obra e a demanda crescente por pescado no mercado interno (OLIVEIRA et al., 2006).

Segundo o relatório Peixe BR (2023), a produção brasileira de peixes de cultivo alcançou 860.355 toneladas em 2022, representando um aumento de 2,3% em relação às 841.005 toneladas produzidas em 2021. A tilápia foi o principal peixe de cultivo, com um aumento de 3,0% na produção nacional, passando de 534.005 toneladas em 2021 para 550.060 toneladas em 2022. Os peixes nativos também apresentaram um crescimento (1,8%) nesse período, passando de 262.370 toneladas para 267.060 toneladas.

Assim, a piscicultura no Brasil é uma das atividades, dentre a produção animal, que mais cresce. Além da importância para geração de renda, postos de trabalho e segurança alimentar, a piscicultura possibilita maior eficiência no uso dos efluentes, já que, após passar pelo sistema de produção de peixes, a água pode ser utilizada para outros fins, como a irrigação, sendo de grande relevância para regiões que possuem restrição hídrica (XIMENES e VIDAL, 2023).

### 2.2 Tilápia

A *Oreochromis niloticus* conhecida popularmente como tilápia, pertence a ordem: Cichliformes, família Cichlidae, gênero *Oreochromis* que inclui 33 espécies (WANG; LU, 2016; FRICKE et al., 2022). São oriundas do continente africano, considerada uma espécie de subsistência na piscicultura dos países em desenvolvimento (LOVSHIN, 1997).

No Brasil, a tilápia do Nilo foi introduzida na região Nordeste em 1971 e, então, distribuída pelo país onde cresceu rapidamente devido a tecnologia da reversão sexual e a pesca esportiva, representado pelos pesque-pagues. As espécies em destaque são a *O. niloticus* e as tilápias vermelhas híbridas que podem ser

encontradas desde a bacia do rio Amazonas até o Rio Grande de Sul e em todos os sistemas de produção, como o semi-intensivo, intensivo e tanque-rede (LOVSHIN; CIRYNO, 1998).

Em relação ao setor produtivo, o Brasil é o quarto maior produtor mundial de tilápia ocorrendo a procura tanto por parte dos consumidores nacionais, como também, a exportação com 88% atendendo sobretudo os Estados Unidos. O Nordeste chegou a 100.320 toneladas, a terceira posição por região, e teve crescimento de 5,2% em relação a 2021 (PEIXE BR, 2023).

Esta espécie se destaca por ser onívora, resistência às variações de temperatura, rápido crescimento, facilidade de aclimatação, adaptação a diferentes tipos de rações e pela ausência de espinhos em forma de “Y” em seu filé, o que a torna altamente aceita no mercado consumidor (BOSCOLO et al., 2001; SILVA et al., 2006; SANTOS et al., 2009; NETO et al., 2018). Além disso, possui uma estrutura bucal calcificada e serrilhada, chamada de dentículos, que consiste em um par de linhas superior e inferior de tamanho similar, utilizadas para capturar e triturar parcialmente o alimento ingerido, já que não possui dentes molariformes (NETO et al., 2018).

De acordo com Torres et al. (2010), a tilápia possui um arco branquial e filamentos bem definidos e de fácil observação, o que confirma seu hábito alimentar onívoro. Os filamentos branquiais são uniformemente distribuídos, com maior destaque nos dois primeiros arcos, e são igualmente distribuídos ao longo do arco branquial (NETO et al., 2018).

O trato gastrointestinal da tilápia é notavelmente longo, composto por múltiplas alças e espirais, resultando em um percurso complexo para a passagem do alimento (SMITH et al., 2000). Ele é composto pelo intestino anterior (esôfago e estômago), intestino médio (a maior extensão) e intestino posterior (reto e ânus) (COSTA et al., 2015). O estômago é curto e tem uma forma de “U” tipo saco, representando aproximadamente 4% do comprimento total do trato digestivo, e pode ser dividido em regiões cárdica, fúndica e pilórica (NETO et al., 2018).

O intestino médio ocupa uma grande área na cavidade peritoneal e é o local principal para a digestão química e absorção dos nutrientes (WILSON; CASTRO, 2010). O estômago é um órgão que se adapta conforme o peixe cresce, tornando-se mais longo e desenvolvido. No entanto, é importante notar que, à medida que cresce, a taxa de alimentação em relação ao peso corporal diminui, embora a quantidade

absoluta de alimentos consumidos aumente (WAKIL et al., 2014).

### **2.3 Tambaqui**

O *Colossoma macropomum*, popularmente conhecido como tambaqui, pertence à ordem Characiformes, família Serrasalminae e gênero *Colossoma* (FRICKE et al., 2022). Atualmente, é a espécie nativa mais reproduzida e a segunda mais exportada no Brasil (PEIXE BR, 2023).

Sendo um peixe neotropical, o tambaqui habita em temperaturas que variam entre 25-34°C, e prefere um pH próximo ao neutro (WOYNÁROVICH; VAN-ANROOY, 2019). É considerado uma espécie de ciclo de vida longo e altamente fecunda, alcançando a maturidade sexual entre o terceiro e quarto ano de vida (STREIT et al., 2012). Apresenta uma notável resistência a condições adversas e exibe uma excelente conversão alimentar devido à sua fácil adaptação a diversas fontes de alimento (FELIX; SILVA et al., 2020).

Este peixe possui um hábito alimentar onívoro com uma inclinação para o frugivorismo, sendo frugívoro na juventude e onívoro quando adulto. Uma de suas características distintivas é a boca com lábios espessos e dentes molariformes e incisivos fortes, o que facilita a trituração de sementes duras e frutos (ABELHA et al., 2001; SANTOS et al., 2009).

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 aumentam a área de digestão e absorção de nutrientes e prolongam o tempo de trânsito do alimento, assim são considerados estruturas auxiliares na digestão dos alimentos (GONÇALVES et al., 2013; COSTA et al., 2015).

### **2.4 Digestibilidade**

A digestibilidade é definida como a fração ingerida do alimento que não é excretada nas fezes, consistindo na parcela potencial de nutrientes e energia que o animal tem a habilidade para digerir, absorver e utilizar em seu metabolismo (NRC, 2011).

A avaliação da digestibilidade dos alimentos pode ser feita através de dois

métodos: o direto e o indireto, sendo o último mais comum em estudos com peixes. O método direto envolve a mensuração de todo o alimento consumido, do qual deve ser mensurado e descontado todo o conteúdo excretado (NRC, 2011). No método indireto, os coeficientes de digestibilidade aparentes são estimados contabilizando as diferenças de concentração do componente nutricional avaliado e do indicador indigestivo no alimento e nas fezes, de forma que a mensuração do consumo e a coleta total das fezes não são necessários, apenas uma amostra representativa (BOMFIM; LANNA, 2004).

Os indicadores de digestibilidade podem ser externos e internos, sendo o indicador interno um componente indigestível do próprio alimento, ou externos, que consiste em um componente inerte adicionando ao alimento e que reconhecidamente seja indigestível pelo organismo do animal (FIGUEREDO, 2011).

O método mais utilizado é o indireto que inclui um marcador inerte na dieta para coleta parcial das fezes produzidas, não sendo necessário determinar o consumo de ração (NRC, 2011). O uso do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  é considerado o indicador padrão nos ensaios de digestibilidade, utilizado em diversos ensaios de digestão em diferentes animais (ZEOULA et al., 2002). Por tanto, o ensaio de digestibilidade é importante para compreender os aspectos relacionados ao conhecimento do valor nutricional dos nutrientes que os compõem possibilitando a formulação de rações balanceadas (LIMA, 2013).

## **2.5 Fósforo (P)**

O fósforo é um mineral encontrado na natureza em combinações com outros elementos, como em forma de ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), dihidrogenofosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) e em hidrogenofosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) (QUINTERO-PINTO et al., 2011). Podemos classificar o fósforo em duas categorias principais: o fosfato livre, também conhecido como fósforo inorgânico, e o fosfato que está covalentemente ligado a açúcares, proteínas e outros componentes celulares, sendo chamado de fósforo orgânico (DA SILVA; COZZOLINO, 2007).

O fósforo atua no crescimento, mineralização óssea e metabolismo de lipídios, tornando um dos minerais mais importantes na nutrição de peixes (QUINTERO-PINTO et al., 2011). Além de ser essencial para o desenvolvimento, a carência na dieta pode afetar o desempenho produtivo, e o excesso ocasiona a eutrofização no ambiente aquático (PONTES et al., 2015).

Em animais monogástricos, maior parcela do fósforo de origem vegetal (cerca de 2/3) está associada ao fitato, é pouco hidrolisado no intestino, por causa da ausência da enzima fitase (QUINTERO-PINTO et al., 2011). Em virtude disso, torna-se necessário a adição de fosfato inorgânico nas dietas à base de alimentos de origem vegetal para satisfazer a exigência de fósforo e otimizar o desempenho (CAIPANG et al., 2011).

## 2.6 Proteína e energia

As proteínas são moléculas complexas formadas por aminoácidos que desempenham importantes funções nos processos metabólicos e na síntese proteica corporal (NRC, 2011). É o nutriente básico necessário para a formulação de ração para peixes (PANDEY, 2013), correspondendo a fração mais onerosa. Por isso é de fundamental importância a determinação da exigência na formulação de uma dieta (DENG et al., 2011).

Os peixes não apresentam exigência específica por proteína, e sim por um adequado balanço de aminoácidos essenciais e não essenciais, que devem estar presentes em proporções adequadas e que podem ser obtidos pela combinação de ingredientes (TAKISHITA et al., 2009). Portanto, o correto equilíbrio das dietas, principalmente em relação à quantidade e qualidade de proteína, pode aumentar a eficiência do uso de nutrientes (PONTES et al., 2010), reduzir o custo de fornecimento de ração (HISANO et al., 2015) e ajudar a reduzir a excreção de nitrogênio no ambiente (BOTARO et al., 2007; ABDEL et al., 2010; FERNANDES J.R et al., 2016; BOSISIO et al., 2017).

A energia é uma palavra de origem grega (en ergon) que significa a capacidade de realizar uma determinada atividade para obtenção de resultados, como, aproveitamento de um alimento, ganho de peso e reprodução (BERTECHINI, 2013). De acordo com Sakomura e Rostagno (2016), a energia consumida é convertida em calor ou armazenada nos tecidos corporais para ocorrer o processo de transferência de energia. Neste sentido, a energia química se transforma em energia mecânica (atividade muscular) ou calorífica (regulação da temperatura corporal).

O balanceamento da energia e proteína é importante na composição de rações pois o nível dessa relação é determinante para otimizar a proteína na dieta. Rações com excesso de energia podem proporcionar redução do consumo de proteína, e, conseqüentemente de aminoácidos necessários para maximizar a

deposição de proteína corporal (GONÇALVES et al., 2013). Já as rações com baixos teores de energia, parte dos aminoácidos serão utilizados para fins energéticos, reduzindo suas disponibilidades para a deposição de proteína corporal e aumentando a produção de resíduos metabólicos nitrogenados (BRISQUELEAL et al., 2020).

## **2.7 Alimentos alternativos**

A exploração regional de baixo custo é uma alternativa para o desenvolvimento da piscicultura que visa minimizar a dependência por alimentos escassos, caros ou insustentáveis (ADÉYEMI et al., 2020). Assim, a busca por alimentos alternativos aos atuais ingredientes convencionais de ração exige que a digestibilidade dos ingredientes seja favoravelmente comparável aos ingredientes de rações convencionais (SARKER et al., 2016).

O desafio de utilizar esses alimentos regionais é o limitado conhecimento sobre a eficiência nutricional e aproveitamento desses produtos pelos peixes, limitando seu uso nas formulações das rações (GUIMARÃES; FILHO, 2004; CARVALHO et al., 2012). Nesse sentido, é necessário a avaliação da composição e, principalmente da digestibilidade desses alimentos para conhecer o potencial de inclusão dos ingredientes na dieta (BEZERRA et al., 2014; SOARES et al., 2017). Adicionalmente, a avaliação do custo/ benefício, no qual, tem em vista o equilíbrio entre qualidade da matéria-prima, custo e disponibilidade (VIDAKOVIC et al., 2016).

## **2.8 Alimentos proteicos de origem vegetal**

### **2.8.1 Farelo de Soja**

O farelo de soja, subproduto do processamento do grão de soja, destaca-se dentre os alimentos proteicos de origem vegetal por possuir boa palatabilidade e concentração adequada de aminoácidos essenciais para peixes, principalmente para as espécies com hábito alimentar onívoro, sendo a fonte mais utilizada na substituição de farinhas de origem animal (FERNANDES et al., 2001; VEIVERBERG et al., 2008).

O farelo de soja é classificado com base no teor de proteína bruta sendo: farelo de soja com 44% de proteína bruta, no qual o seu processamento apresenta a adição de casca de soja; farelo de soja com 48% proteína bruta, no qual não ocorre a adição de casca pois os grãos são descascados antes da extração do óleo; e o farelo de soja com 46% proteína bruta, no qual a quantidade de casca já se encontra no grão

(GERBER et al., 2006). Os teores de energia bruta e fósforo total médios são de 4.056 Kcal/kg e 0,57%, respectivamente (ROSTAGNO et al., 2017).

Apesar da proteína soja ser limitante em metionina e cistina, tem como benefícios a riqueza em lisina, triptofano, treonina, isoleucina e valina (CARRILLO et al., 2012), podendo integrar de 20 a 60% nas rações e algumas vezes constitui a principal fonte proteica nas rações (MEURER et al., 2008).

### 2.8.2 Soja Integral Tostada

A soja apresenta diversos subprodutos que dependem da forma do processamento industrial para utilização em rações, dentre eles estão a soja integral tostada que apesar de possuir menor valor proteico comparado ao farelo de soja, possui energia superior aos demais farelos (CRUZ e RUFINO, 2017).

Esse alimento, assim como o farelo de soja, necessita de um tratamento térmico para ser utilizado na alimentação animal no intuito de melhorar o valor nutricional, ou seja, diminuir os fatores antinutricionais presente no alimento para assim ocorrer maior absorção dos nutrientes presente no alimento (VASCONCELOS et al., 2001). Os fatores antinutricionais podem provocar efeitos fisiológicos adversos ou diminuir a biodisponibilidade de nutrientes. A soja integral tostada contém em média 37,3% de proteína bruta, 5.098 Kcal/kg de energia bruta e 0,53% de fósforo total (ROSTAGNO et al., 2017).

O processamento hidrotérmico apresenta dois pontos positivos que é a eliminação dos fatores antinutricionais, como também, a ruptura de sua parede celular, liberando a proteína complexada ou enclausurada, responsável pelo baixo aproveitamento proteico (MENDES et al., 2004).

A temperatura ideal é em torno de 130°C, visto que a quantidade de calor insuficiente não elimina adequadamente os fatores antinutricionais e o superaquecimento pode resultar em destruição de alguns aminoácidos, assim, comprometendo a qualidade nutricional desse alimento (COSTA et al., 2006; LEITE et al., 2012).

### 2.8.3 Farelo de babaçu

O babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) conhecido como guaguaçu, uauaçu, gebara-uçu, coco-demacaco, coco-de-palmeira, coco-naiá é um alimento regional do nordeste do Brasil que tem como subproduto a torta de babaçu, obtido através do



processo de prensagem da amêndoa, após extração do óleo (ARAÚJO et al., 2020; DELLA et al., 2021).

É uma palmeira nativa, sendo encontrada em quase todo o país. Contudo, são nos Estados do Maranhão, Piauí, e algumas áreas isoladas no Ceará, Pernambuco e Alagoas, onde se localizam as principais ocorrências, com predominância no Estado do Maranhão (SILVA et al., 2018).

Essa palmeira atinge cerca de 20 metros de altura, frutifica a partir do sétimo ano, com pico de produção aos 15 anos e vida produtiva em média de 35 anos (SOUZA, 1996). O óleo presente no fruto é subproduto para a fabricação de uma torta utilizada na produção de ração animal e de óleo comestível (SILVA et al., 2018).

Pode ser adquirida com facilidade por produtores regionais de peixes e fábricas de rações, movimentando a economia local e diminuindo a dependência dos pequenos e médios aquicultores por ingredientes tradicionais (FERREIRA et al., 2023).

Segundo Ferreira et al. (2023) esse alimento é utilizado na alimentação animal de forma artesanal, o que desperta o interesse em estudos sobre sua inclusão na dieta. Em estudo com alevinos de tilápia do Nilo sua inclusão recomendada foi de no máximo 7,5% devido aos fatores limitantes para a inclusão e sua concentração elevada de fibra, essa taxa foi a indicada para que houvesse um balanceamento ideal dos nutrientes para a espécie.

A composição física do fruto do babaçu indica quatro partes aproveitáveis: epicarpo (11%), mesocarpo (23%), endocarpo (59%) e amêndoa (7%) (SOLER et al., 2007). Segundo Rostagno et al. (2017), a torta de babaçu apresenta, em média, 20% de proteína bruta, 3.687 Kcal/kg de energia bruta e 0,94% de fósforo total.

## **2.9 Alimentos energéticos de origem vegetal**

### **2.9.1 Milho**

O milho pertence a ordem Poales, família Poaceae, subfamília Panicoideae, gênero *Zea*, espécie *Zea mays* (QUEIROZ, 2006). É considerada a maior cultura agrícola do mundo (MIRANDA, 2014), que é utilizada como fonte de energia em dietas comerciais para peixes onívoros e carnívoros (SILVA et al., 2014; VIDAL et al., 2015).

É considerado um alimento energético padrão (GOES et al., 2013). Seu significativo valor energético decorre da elevada concentração de extrativos não

nitrogenados (ENN), essencialmente amido na forma mais digestível (70-73%), composto por dois tipos de moléculas: amilose e amilopectina (proporção aproximada de 27% e 73%, respectivamente) (BUTOLO, 2002). Segundo Rostagno et al. (2017) o milho apresenta, em média, 7,86% de proteína bruta, 3.901 Kcal/kg de energia bruta 0,24% de fósforo total.

Do ponto de vista econômico, o milho é um dos componentes que contribui para elevação do custo nas rações comerciais, por assegurar os teores de nutrientes e a ausência de substâncias tóxicas, especialmente micotoxinas (CRUZ; RUFINO, 2017).

### 2.9.2 Farelo de Arroz Integral

O arroz é submetido a diversos processos industriais, nos quais uma série de produtos e subprodutos são gerados, entre eles, o farelo de arroz integral (KAUR et al., 2016). O farelo de arroz integral (FAI) é produzido durante o brunimento e o polimento dos grãos (PARRADO et al., 2006), sendo o destino principal a ração animal (NETO et al., 2019).

Trata-se de um alimento rico em lipídios, vitaminas, fibras alimentares, proteínas, de alto valor nutricional, rica em aminoácidos essenciais, especialmente lisina (SOHAIL et al., 2017) e diversos minerais (GURPREET; SOGI, 2007). Entretanto, por ter alta quantidade de óleo pode sofrer uma rápida rancificação, que corresponde ao processo de oxidação completa ou incompleta do alimento quando exposto ao ar, luz ou umidade ou por ação bacteriana, resultando em sabor e odor desagradáveis prejudicando seu valor nutricional e causando problemas gastrointestinais nos animais (LACERDA et al., 2010; LEDUR, 2011; LIMA, 2011).

De acordo com Rostagno et al. (2017), o FAI possui 13,3% de proteína bruta, 4.317 Kcal/kg de energia bruta e 1,71% de fósforo total. Possui em sua matriz nutricional, a presença de fitatos e inibidores de tripsina que podem limitar seu uso na formulação de rações reduzindo a biodisponibilidade e digestibilidade de nutrientes (SAIDELLES, 2012; SHARIF et al., 2014).

De acordo com Tacon et al. (2011), a utilização do FAI na produção de tilápia aproxima-se de 10 a 30% de inclusão. Entretanto, a inclusão do farelo de arroz na dieta deve ser feita considerando a espécie alvo e a forma de processamento da ração (FRACALLOSSI; CYRINO, 2012).

### 2.9.3 Quirera de Arroz

A quirera de arroz (*Oryza sativa*) é um coproduto do arroz composta pelos grãos defeituosos e quebrados resultantes do polimento do grão que pode ser empregada na alimentação animal (SALEH; MEULLENET, 2013).

De acordo com Rostagno et al. (2017), a quirera de arroz apresenta 8,34% de proteína bruta, 3.842 Kcal/kg de energia bruta e 0,06% de fósforo disponível.

É um alimento considerado de qualidade devido seus valores proteicos e energéticos serem similares ao milho. No entanto, apresenta menor teor de lipídeos, compensado pelo alto teor de amido e menor concentração de fibra, além de conter níveis de lisina e metionina superior, o que permite seu uso na formulação de rações promovendo redução nos custos com alimentação (JUNQUEIRA et al., 2009; ROSTAGNO et al., 2017). Neste sentido, tem despertado interesse dos pesquisadores em virtude de sua atrativa composição bromatológica a a possibilidade de substituição de fontes padrões na alimentação animal (LANSING; KREMER, 2011).

### 2.9.4 Raspa Integral de Mandioca

A raspa integral da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é uma planta nativa do Brasil, cultivada praticamente em todo o território (ALLEM, 2002). Os principais fatores que contribuíram para a disseminação e a propagação do cultivo de mandioca no território nacional são: facilidade técnica do cultivo; baixa exigência nutricional dos solos (como no caso dos solos ácidos da Amazônia); alta resistência as pragas e doenças; boa capacidade de regeneração e de adaptação ecológica; boa reprodução vegetativa; elevada tolerância a períodos de estiagem (GOMES, 1987) e possibilidade de cultivo com outras culturas (CAMPOS, 1978).

A raspa integral da mandioca é um subprodutos considerado rico em energia, sendo propício sua utilização na alimentação animal como uma fonte alternativa que se apresenta em alta disponibilidade no mercado brasileiro e menor custo em relação aos ingredientes convencionalmente utilizados em rações para peixes (SANTOS et al., 2009).

Segundo Rostagno et al. (2017), a raspa integral da mandioca apresenta 2,88% de proteína bruta, 3.621 Kcal/kg de energia bruta e 0,08% de fósforo total.

### 2.9.5 Farelo de trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.) tem como subproduto o farelo de trigo que é

constituído por grãos de menor qualidade, ou seja, grão defeituosos que ficam fora do padrão comercial e assim excedem da produção (DELLA, 2015).

De acordo com Rostagno et al. (2017) o FT possui 15,1% de proteína bruta, 3.818 Kcal/kg de energia bruta e 0,94% de fósforo total. É rico em niacina, tiamina, P, ferro e pobre em caroteno, pigmentantes, cálcio e riboflavina (GOES et al., 2013).

Devido a gordura presente no trigo, o risco de rancificação é maior quando armazenado por tempo prolongado e em condições de alta temperatura e umidade (GOES et al., 2013), como também, as micotoxinas, que são consideradas contaminantes (MALLMANN, 2018).

Em rações para peixes onívoros, esse subproduto pode ser adicionado em torno de 20 à 35%, devido a grande quantidade de polissacarídeos não amiláceos, que interferem na digestão dos alimentos, portanto é utilizado na alimentação animal mas com limitação de inclusão (FRACALLOSSI e CYRINO, 2012).

## **2.10 Fatores antinutricionais em alimentos de origem vegetal**

Os fatores antinutricionais consistem em substâncias presentes em alimentos de origem vegetal que de alguma forma alteram a biodisponibilidade de algum nutriente, diminuindo o valor nutritivo, ou que tenham algum efeito tóxico relevante (KEYATA et al., 2021).

De acordo com Souza et al. (2019), diversos são os efeitos negativos que são atribuídos a estas substâncias presentes naturalmente em alguns vegetais, tais como: redução na biodisponibilidade de minerais (oxalatos e fitatos), redução na digestibilidade de proteínas (taninos), inibição do citocromo oxidase (cianeto), formação de substâncias carcinogênicas (nitritos) e inibição da ativação de enzimas proteolíticas (inibidores de proteases).

O farelo de soja e a soja integral tostada possuem os inibidores de tripsina que podem afetar a digestibilidade dos aminoácidos, como também, as saponinas, representadas pelas conglucina e  $\beta$ -conglucina, que provocam reações de hipersensibilidade na mucosa intestinal (LIMA et al., 2013).

O farelo de arroz integral e a quirera de arroz possuem PNA (polissacarídeos não amiláceos) solúveis, fitato (60 a 80%) e a significativa concentração de fibra (CORDEIRO, 2015). O farelo de babaçu possui uma concentração elevada de fibra, que compromete a digestibilidade dos demais nutrientes de uma ração (FERREIRA et

al., 2023). A ingestão excessiva também pode ocasionar inflamação nas pregas intestinais, levando a perda celular (COWIESON et al., 2004; CAO et al., 2007).

O milho apresenta o fitato e xilanos (pentosanos) (KRABBE, 2011). O farelo de trigo possui pentosanas (PNA) e inibidores de proteases (tripsina e quimiotripsina) (ARAÚJO, 2007) que dificultam a digestão proteica. A raspa integral da mandioca possui o ácido cianídrico (HCN) cujo o consumo regular e frequente de cianógenos causa a intoxicação que pode levar a óbito (BROCH et al., 2018).

Em monogástricos, os efeitos do excesso de PNAs solúveis, são associados ao aumento da viscosidade, culminando nas alterações do tempo de trânsito intestinal, modificação na estrutura da mucosa intestinal, interferindo negativamente na taxa de absorção e utilização dos nutrientes da dieta (OLUKOSI et al., 2008; RAVINDRAN, 2013).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo Geral

Determinar os coeficientes de digestibilidade proteica, energética e de fósforo de alimentos concentrados proteicos e energéticos convencionais e alternativos de origem vegetal para tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Determinar a digestibilidade proteica, energética e de fósforo total dos alimentos proteicos de origem vegetal: farelo de soja (FS), soja integral tostada (SIT), farelo de babaçu (FB) e concentrados energéticos: milho (MI), farelo de trigo (FT), farelo de arroz integral (FAI), quirera de arroz (QA) e raspa integral da mandioca (RIM) para tambaqui (*C. macropomum*) e tilápia do Nilo (*O. niloticus*) em fase de crescimento;
  
- Comparar a digestibilidade proteica, energética e de fósforo dos alimentos proteicos de origem vegetal: farelo de soja (FS), soja integral tostada (SIT), farelo de babaçu (FB) e concentrados energéticos: milho (MI), farelo de trigo (FT), farelo de arroz integral (FAI), quirera de arroz (QA) e raspa integral da mandioca (RIM) para tambaqui (*C. macropomum*) e tilápia do Nilo (*O. niloticus*) em fase de crescimento.

## REFERÊNCIAS

- ABARIKE, E.D; OBODAI E.A.; ATTIPOE F.Y.K. Growth and economic performance of fingerlings of *Oreochromis niloticus* fed on different non- conventional feeds in outdoor hapas at Akosombo in Ghana. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 26, p. 3384-3391, 2013.
- ABDEL-TAWWAB, M.; AHMAD, M.H.; KATTAB, Y.A.; SHALABY, A.M. Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.298, n.3-4, p.267-274, Jan. 2010.
- ABELHA, M.C.F.; AGOSTINHO, A.A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.
- ADÉYÈMI, A. D.; KAYODÉ, A. P. P.; CHABI, I. B.; ODOUARO, O. B. O.; NOUT, M. J. R.; LINNEMANN, A.R. Screening local feed ingredients of Benin, West Africa, for fish feed formulation **Aquaculture Reports** , v. 17, p. 100386, 2020.
- ALBINO, L.F.T.; COELHO, M.G.R.; RUTZ, F.; BRUM, P.A.R. Valores energéticos e de triptofano de alguns alimentos determinados em aves jovens e adultas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, p. 1301-1306, 1987.
- ALLEM, A.C. The origins and taxonomy of cassava. *In*: Hillocks, R.J.; Thresh, J.M.; Belloti A.C. **Cassava: Biology, Production and Utilization**. CABI Publishing, p. 1-16, 2002.
- ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMING, J.S.; SOUZA, G.A; BONA-FILHO, A. **Nutrição Animal**, ed. Nobel, v.1, p. 395, 1982.
- ANJOS, N.F.; TOMITA, R.Y. Estudo do valor nutricional do pescado visando agregação de valor e estímulo ao seu consumo. *In*: **VII Simpósio de Controle de Qualidade do Pescado**, Anais, São Paulo, Brasil, 2016.
- ARAUJO J.C.; RIBEIRO N.M.; BEZERRA K.C.B.; LANDIM L.A.S.R. Desenvolvimento de kefir em leite de coco babaçu. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. 35591-35599, 2020.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2ª ed. Santa Maria: Editora UFSM. p.53-75, 2009..
- BARROS, I.C. Avaliação Biofarmacotécnica de potencial excipiente farmacêutico: pó de mesocarpo de Babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.). Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas (PPGCF) da Universidade Federal do Piauí (UFPI). **Dissertação de Mestrado em Ciências Farmacêuticas**. Teresina, 2011.
- BERTECHINI, A. G. Nutrição de monogástricos. 2da Edição Revisada. **Ed. UFLA, Lavras, Minas Gerais, Brasil**, p. 373, 2013.

BEZERRA, S.K.; SOUZA, R.C.; MELO, J.F.B.; CAMPECHE, D.F.B. Crescimento de tambaqui alimentado com diferentes níveis de farinha de manga e proteína na ração. **Archivos de zootecnia**, v. 63, n. 244, p. 587-598, 2014.

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.

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**, Teresina, v. 15, n. 2, p. 122-140, 2013.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 8-13, 2004.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; FURUYA, W.M.; MEURER, F. Desempenho e Características de Carcaça de Machos Revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), Linhagens Tailandesa e Comum, nas Fases Inicial e de Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.5, p.1391-1396, 2001.

BOSISIO, F.; REZENDE, K.F.O.; BARBIERI, E. Alterations in the hematological parameters of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) submitted to different salinities. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v.12, n.2, p.146-154, 2017.

BOTARO, D.; FURUYA, W. M; SILVA, L. C. R; SANTOS, L. D; SILVA, T. D. C; SANTOS, V. D. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) criado em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.36,v.3, p.517-525, 2007.

BRABO, M.F.; DA SILVA, A.R.L.; DAS NEVES BARROS, K.D.; RODRIGUES, R.P.; CAMPELO, D.A.V.; VERAS, G.C. Custo de produção de rações alternativas para peixes onívoros no estado do Pará, Amazônia, Brasil. **Agrarian**, v. 14, n. 51, p. 127-135, 2021.

BRABO, M.F.; DIAS, B.C.B.; SANTOS, L.D.; FERREIRA, L.D.A.; VERAS, G.C.; CHAVES, R.A. Competitividade da cadeia produtiva da piscicultura no Nordeste paraense sob a perspectiva dos extensionistas rurais. **Informações Econômicas**. São Paulo, v. 44, n. 5, p. 1-13, 2014.

BROCH, J.; NUNES, R. V.; DA SILVA, I. M.; DE SOUZA, C. Carboidratos e coproduto da mandioca na alimentação de frangos de corte: revisão. **Agropecuária Catarinense**, v. 31, n. 2, p. 82-86, 2018.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. J.E Butolo, 2002.



BUZOLLO, H.; DO NASCIMENTO, T.M.T.; DE SANDRE, L.C.G.; NEIRA, L.M.; JOMORI, R.K.; CARNEIRO, D.J. Apparent digestibility coefficients of feedstuff used in tambaqui diets. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 44, n. 2, 2018.

CAO, L.; WANG, W.; YANG, C.; YANG, Y.; DIANA, J.; YAKUPITIYAGE, A.; LUO, Z.; LI, D. Application of microbial phytase in fish feed. **Enzyme and Microbial Technology**, China, v. 40, n. 40, p. 497-507, 2007.

CAIPANG, C.M.A.; DECHAVEZ, R.B.; AMAR, M.J.A. Potential application of microbial phytase in aquaculture. *Extreme Life, Biospeology & Astrobiology International*. **Journal of the Bioflux Society**, v. 3, n. 1, p. 55-66, 2011.

CAMPOS, O.F.; SILVA, J.F.C. **Determinação de valor nutritivo da raspa de cativoiro**. In: CRIANDO PEIXES NA AMAZONIA, p. 75-82, 1995.

CAMPOS, O. F.; SILVA, J. F. C. Determinação de valor nutritivo da raspa de mandioca e da crueira para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v. 38, p. 6-10. 1978.

CARRILLO, Y.S.; HERNANDEZ, C.; HARDY, R.W.; RODRIGUEZ, B.G.; VARGASMACHUCA, S.C. The effect of substituting fish meal with soybean meal on growth, feed efficiency, body composition and blood chemistry in juvenile spotted rose snapper *Lutjanus guttatus*. **Aquaculture**, v. 364-366, p. 180-185, Oct. 2012.

CASTRO, K.J. **Torta de babaçu: consumo, digestibilidade, desempenho, energia metabolizável, energia líquida e produção de metano em ruminantes**. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. 2012.

CHO, C.Y.; SLINGER, S.J. Medição da digestibilidade aparente em alimentos para truta arco-íris In: Simpósio de Palavras sobre Nutrição de Peixes Finais e Tecnologia de Alimentação de Pratos. Hamburgo. **Anais...** Heeneman: Halver, J. & Tiews, K., p. 239-247, 1979.

COELHO, A.M. **A implantação da cultura do sorgo. Sistema de Produção**, Embrapa Milho e Sorgo, ed. 6ª, v.2, 2010.

CONCI, V.A.; MAGALHÃES, R.M.; BENDER, P.E. Avaliação de subprodutos do arroz na alimentação de suínos. A quireira de arroz nas fases de recria e terminação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**. v.1, p.79-88, 1996.

COWIESON, A.J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M.R. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 45, n.1, p. 101-108, 2004.

CORDEIRO, J. Farelo de arroz integral em dietas de frango para corte. **Universidade Federal de Santa Catarina**, Centro de Ciências Agrárias. Graduação em Zootecnia. Florianópolis, SC, p. 38, 2015.

COSTA, F. G.P.; OLIVEIRA, F.N.; SILVA, J.H.V.; NASCIMENTO, G.A.J.; AMARANTE JÚNIOR, V.S.; BARROS, L.R. Desempenho de pintos de corte alimentados com rações contendo soja integral extrusada em diferentes temperaturas, durante as fases pré-inicial e inicial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 1, p. 1- 10, 2006.

COSTA, G.; OLIVEIRA, L.; LIMA, M.; KARSBURG, I.; SCHUINGUES, C. Aspectos morfológicos do estômago de *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), tambaqui. **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n.22, p. 2844, 2015.

CRUZ, J.P.F.; RUFINO, J.P.F. **Formulação e fabricação de rações (aves, suínos e peixes)**. Manaus, AM: EDUA, 2017.

DA SILVA, A.Y.H.; COZZOLINO, S.M.F. Fósforo. *In*: COZZOLINO, S.M.F. **Biodisponibilidade de nutrientes**, 2ª ed., p. 447-458, 2007.

DAIRIKI, J.K.; SILVA, T.B.A. **Revisão de literatura: Exigências nutricionais do tambaqui – Compilações de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos; 91, p. 44. Serie III, 2011.

DE 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**, v. 38, n. 1, p. 61-69, 2012.

DE LIMA, G.J.M.M. **Uso do arroz e seus subprodutos no beneficiamento na alimentação de suínos**. Guia Gessulli da Avicultura e Suinocultura Industrial, 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/913727>. Acesso em: 26 jan. 2023.

DE SOUZA, C.G.; de MOURA, A.K.B.; da SILVA, J.N.P.; SOARES, K.O.; da SILVA, J.V.C.; VASCONCELOS, P.C. Fatores antinutricionais de importância na nutrição animal: Composição e função dos compostos secundários. **Pubvet**, v. 13, p. 166, 2019.

DELLA FLORA, M.A.L.; de ALBUQUERQUE, M.P.F.; MENDES, M.; de SOUSA REGO, R.; VIANA, R.R.; CAVALCANTE, W.M., JUNIOR, R.N.C.C. Efeitos da inclusão de diferentes níveis do farelo de babaçu na dieta de suínos. **Veterinária e Zootecnia**, v. 28, p. 1-8, 2021.

DELLA, M.P. **Valor nutricional de coprodutos de trigo para poedeiras leves**. Dissertação (Área de concentração Produção Animal), Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2015.

DENG, J.; ZHANG, X.; BI, B.; KONG, L.; KANG, B. Dietary protein requirement of juvenile Asian red-tailed catfish *Hemibagrus wyckioides*. **Animal feed science and technology**, v. 170, n. 3-4, p. 231-238, Dec.2011.

FAO Fisheries and Aquaculture Department. 2020. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020**. Sustainability in action. Rome. Disponível em:

<https://doi.org/10.4060/ca9229en>. Acesso em: 14 jun. 2023.

FELIX E.; SILVA, A.; COPATTI, C.E; OLIVEIRA, E.P; BONFÁ, H.C; MELO, F.V.S.T; CAMARGO, A. C.S; MELO, J.F.B. Efeitos da inclusão de farelo de banana integral em substituição ao fubá de milho na digestibilidade, desempenho de crescimento, variáveis hematológicas e bioquímicas em dietas práticas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Relatórios de aquicultura**, v. 17, p. 100-307, 2020.

FERNANDES, A.C.; CARVALHO, P.L.P.F.; PEZZATO, L.E.; KOCH, J.F.A.; TEIXEIRA, C.P.; CINTRA, F.T., DAMASCENO, F.M.; AMORIM, R.A.; BARROS, M.M. The effect of digestible protein to digestible energy ratio and choline supplementation on growth, hematological parameters, liver steatosis and size-sorting stress response in Nile tilapia under field condition. **Aquaculture**, v.456, p.83-93, 2016.

FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 617-626, 2001.

FERREIRA, A. H. C.; SILVA, A. B. M.; BRITO, J. M.; OLIVEIRA, L. T. S.; FREITAS, A. K. S.; SANTOS, D. C. Avaliação Econômica do Farelo de Babaçu na Dieta de Tilápia do Nilo. **Ciência Animal**, v. 33, n. 3, p. 34 -44, 2023.

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

FRACALOSSO, D.M.; CYRINO, J.E.P. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**, 2012. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/445022199/NUTRIAQUA-Nutricao-e-alimentacao-de-especies-de-interesse-para-a-aquicultura-brasileira-pdf> Acesso em: 26 nov. 2023.

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W.N.; VAN DER LAAN, R. **Catalog of fishes: Genera, Species, References**. 2022. Disponível: <<http://researcharchive.calacademy.org> n.asp>. Acesso em: 14 mai. 2023.

GERBER, L.F.P.; PENZ JUNIOR, A.M.; RIBEIRO, A.M.L. Efeito da composição do farelo de soja no desempenho e no metabolismo de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1359-1365, 2006.

GOES, R.H.D.T.; SILVA, L.H.X.D.; SOUZA, K.A.D. Alimentos e alimentação animal. **Coleção Cadernos Acadêmicos**, 2013. Disponível em: <https://omp.ufgd.edu.br/omp/index.php/livrosabertos/catalog/book/211>. Acesso em: 14 mai. 2023.

GOMES, J.C. Considerações sobre adubação e calagem para a cultivar da mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, v.6, n. 2, p. 99-107, 1987. 2023.

GOMES, P. E. B.; LOPES, J. B.; MOREIRA, E. M. S. C.; MERVAL, R. R.; RIBEIRO, M. N.; ALBUQUERQUE, D. M. N.; SEGUNDO, B. L. M.; MOREIRA FILHO, M. A.;

LEMOS, J. G. S. Farelo de babaçu em dietas para suínos mestiços. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1515- 1524, 2020.

GONÇALVES, 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: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**, 2013. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/34672?locale=en>. Acesso em: 14 mai. 2023.

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

HISANO, H.; FLORA, MALD; PILECO, JL; MENDONÇA, S. Digestibilidade aparente de nutrientes, energia e aminoácidos de tortas de pinhão-manso atóxicas e destoxificadas para tilápia do Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.5, n.09, p.849-853, 2015.

GUIMARÃES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; TACHIBANA, L. Nutrient digestibility of cereal grain products and by-products in extruded diets for Nile tilapia. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.39, n.6, p.781-789, 2008.

HUANG, F.; WANG, L.; ZHANG, C.; SONG K. Replacement of fishmeal with soybean meal and mineral supplements in diets of *Litopenaeus vannamei* reared in low-salinity water. **Aquaculture**, v. 473, p.172–180, 2017.

IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, v. 48, 2020. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2020\\_v48\\_br\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2020_v48_br_informativo.pdf)>. Acesso em: 10 março. 2023.

JUNQUEIRA, O.M.; DUARTE, K.F.; CANCHERINI, L.F.A.; OLIVEIRA, M.C.; de GARCIA, E. A. Composição química, valores de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de subprodutos do arroz para frangos de corte. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p. 2497-2503, 2009.

KAUR, B.; RANAWANA, V.; HENRY, J. The glycemic index of rice and rice products: a review, and table of GI values. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 56, n. 2, p. 215-236, 2016.

KEYATA, E.O.; TOLA, Y.B.; BULTOSA, G.; FORSIDO, S.F. Optimization of nutritional and sensory qualities of complementary foods prepared from sorghum, soybean, karkade and premix in Benishangul-Gumuz region, Ethiopia. **Heliyon**, v. 7, n. 9, 2021.

KRABBE, E. Aplicação e pontos críticos no uso de enzimas. In: CONGRESSO SOBRE ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1., 2011, Campinas, SP. Enzimas Campinas: **CBNA**, 2011.

LACERDA, C.H.F.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; BOSCOLO, W.R.; KAVATA, L.C.B. Farelo de mandioca (*Manihot esculenta*) Crantz em substituição ao milho (*Zea*

mays L.) em rações para alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*). *Acta Scientiarum: Animal Sciences*, v. 27, n. 2, p. 241-245, 2005.

LACERDA, D. B. C. L.; JÚNIOR, M. S. S.; BASSINELLO, P. Z.; CASTRO, M. V. L.; SILVA-LOBO, V. L.; CAMPOS, M. R. H.; SIQUEIRA, B. S. Qualidade de farelos de arroz cru, extrusado e parboilizado. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 40, p. 521-530, 2010.

LANA, R.P. Sistema Viçosa de formulação de rações. Viçosa: UFV, p.60, 2000.

LANSING, J. S.; KREMER, J.N. Rice, fish, and the planet. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 108, n. 50, p. 19841-19842, 2011.

LEDUR, V.S. **Desempenho e metabolizabilidade em frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz e complexo enzimático.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul - RS, 2011.

LEITE, P.R.S.C.; MENDES, F.R.; PEREIRA, M.L.R.; LACERDA, M.J.R. Limitações da utilização da soja integral e farelo de soja na nutrição de frangos de corte. *Enciclopédia Biosfera*, v.8, n.15; p. 1138-1157, 2012.

LIMA, R.M. Valor nutritivo e níveis de inclusão de ingredientes proteicos utilizados em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista eletrônica Nutritime*, v. 10, n. 04, p. 2546- 2582, 2013.

LINNAEUS, C. *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis.* Tomus I. Editio decima, reformata. **Holmiae** [= Stockholm]: L. Salvii, p.824,1978.

LOVSHIN, L.L. Tilápia farming; a growing worldwide aquaculture industry. *In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES.* Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luís de Queiroz", v.1,p.137-164, 1997.

LOVSHIN, L.L.; CYRINO, J.E.P. Status of commercial fresh water fish culture in Brazil. *In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES*,2, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: CBNA, p.1-20,1998..

MALLAMANN, A. O. Amostragem de grãos em silos para análise de micotoxinas e impacto micotoxicológico e nutricional de híbridos de milho no custo da ração de frangos. **Tese** (Pós-Graduação em Medicina Veterinária), UFSM, Santa Maria- RS, 2018.

MENDES, W.S.; SILVA, I.J.; FONTES, D.O.; RODRIGUEZ, N.M.; MARINHO, P. C., SILVA, F.O.; SILVA, F.C.O. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 207-213, 2004.

MENDONÇA, P.P; VIDAL JUNIOR, M.V.; POLESE, M. F.; SANTOS, M.V.B.D.;

REZENDE, F.P.; ANDRADE, D.R.D. Morphometrical development of tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) under different photoperiods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 6, p. 1337-1341, 2012.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BARBERO, L.M.; SANTOS, L.D.; BOMBARDELLI, L.A.; COLPINI, L.M.S Farelo de soja na alimentação de tilápias-do-nylo durante o período de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.791- 794, 2008.

MIRANDA, R. A.; LÍCIO, A. M. A.; PURCINO, A. A. C.; PAULINELLI, A.; PARENTONI, S. N.; DUARTE, J. O.; GONTIJO NETO, M. M.; LANDAU, E. C.; QUEIROZ, V. A. V.; OLIVEIRA, I. R. Diagnóstico dos problemas e potencialidades da cadeia produtiva do milho no Brasil. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, (**Embrapa Milho e Sorgo**. Documentos, 168), p.102. 2014.

NETO A.L.G.; PÖTTER, L.; ROCHA, M.G.; SILVA, M.F.; VICENTE, J.M.; SALVADOR, P.R.; ROSA, V.B. Análise bioeconômica do farelo de arroz na recria de bezerras de corte em azevém. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 1403-1410, 2019.

NETO, J.R.; REIS, G.P.; VASCONCELOS, V.C.; GUIMARÃES, I.M.; SANTOS, E.L. Morfologia comparativa do trato digestório de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivadas em sistema semi-intensivo vs da pesca artesanal. **Jornal Interdisciplinar de Biociências**, v. 3, n. 2, p. 19-24, 2018.

NRC (National Research Council). **Nutrient requirements of fish and shrimp**. National Academy Press, Washington, DC, USA, 2011. Disponível em: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/13039/nutrient-requirements-of-fish-and-shrimp>. Acesso em: 25 mai. 2023.

OECD-FAO. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026**. Paris: OECD Publishing, 2018. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2017- en](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2017- en). Acesso em: 13 março de 2023.

OLIVEIRA, M.M.; PIMENTA, M. E.S.G.; CAMARGO, A.C.S.; FIORINI, J.E.; PIMENTA, C.J. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico – análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p.1218-1223, 2006.

OLUKOSI, O.A.; COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. Energy utilization and growth performance of broilers receiving diets supplemented with enzymes containing carbohydrase or phytase activity individually or in combination. **British Journal of Nutrition**, v. 99, n. 3, p. 682-690, 2008.

OST, P.R.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T.; BERTECHINI, A.G.; SILVA, H.O. Aminoácidos digestíveis verdadeiros de alguns alimentos protéicos determinados em galos cecotomizados e por equações de predição. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1820-1828, 2007.

PADUA, D.M. C; SILVA, P.C.; PADUA, J.T.; URBINAT, 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, 2009.

PARRADO, J.; MIRAMONTES, E.; JOVER, M.; GUTIERREZ, J.F.; TERAN, L. C.; BAUTISTA, J. Preparation of a rice bran enzymatic extract with potential use as functional food. **Food Chemistry**, v. 98, n. 4, p. 742-748, 2006.

PANDEY, G. Formulação de ração e tecnologia de alimentação para peixes, Int. **Res. J. Pharm**, v.4, n.3, p. 23-29, 2013.

PEIXE, BR. Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário Peixe BR de Piscicultura**, 2022. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anoario-peixe-br-da-piscicultura-2022/>>. Acesso em: 20 set. 2023.

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.

PONTES, E.C; OLIVEIRA, M.M; ROSA, P.V; FREITAS, R.T.F; PIMENTA, M.E.S.G; RODRIGUES, P.B. Níveis de farinha de peixe em rações para juvenis de tilápia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39,n.8, p.1626-1632,2010.

PONTES, T.C.; CAGOL, L.; DUTRA, F.M.; PORTZ, L. Disponibilidade do fósforo em alimentos de origem Vegetal: atuação na nutrição de peixes. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, v. 18, n. 3, 2015.

QUEIROZ, L.R. Leguminosas como fonte de nitrogênio para a cultura do milho. **Tese** (Doutorado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, campos dos Goytacazes, 2006.

QUINTERO-PINTO, L.G.; PARDO-GAMBOA, B.S.; QUINTERO-PARDO, A.M.C.; PEZZATO, L.E. Exigências e disponibilidade de fontes de fósforo para tilápias. **Veterinary & Animal Science/Veterinaria y Zootecnia**, v. 5, n. 2, p. 30- 43, 2011.

RAVINDRAN, V. Feed enzymes: the science, practice, and metabolic realities. **Journal Applicate Poultry Research**, v. 22, n. 3, p. 628-636, 2013.

ROMBENSO, A.N.; ESMAEILI, M.; ARAÚJO, B.; EMERENCIANO, M.; TRUONG, H.; VIANA, M. T.; LI, E.; SIMON, C. **Macronutrient Research in Aquaculture Nutritio**. Retrieved from. Disponível em: <https://www.globalseafood.org/advocate/macronutrient-research-in-aquaculture-nutrition/>. Acesso: 12 abr. 2023.

ROSTAGNO H.S.; ALBINO L. F. T.; HANNAS M. I.; DONZELE L.J.; SAKOMURA N. K.; PERAZZO F. G.; SARAIVA A.; TEIXEIRA L.M.; RODRIGUES B.P.; OLIVEIRA F.R.; BARRETO T.L.S.; BRITO O.C. Tabelas brasileiras para aves e suínos. **Composição de alimentos e exigências nutricionais**, 4. Ed. – Viçosa: Departamento de Zootecnia, UFV, 2017.

SAIDELLES, A.P.F.; SENNA, A.J.T.; KIRCHNER, R.; BITENCOURT, G. Gestão de

resíduos sólidos na indústria de beneficiamento de arroz. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, p. 904-916, 2012.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. 2.ed. Jaboticabal: **FUNEP**, p.262. 2016.

SALEH, M.; MEULLENET, J.F. Broken rice kernels and the kinetics of rice hydration and texture during cooking. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 7, p. 1673-1679, 2013.

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

SARKER, P.K.; GAMBLE, M.M.; KELSON, S.; KAPUSCINSKI, A.R. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) show high digestibility of lipid and fatty acids from marine *Schizochytrium* sp. and of protein and essential amino acids from freshwater *Spirulina* sp. feed ingredients. **Aquaculture Nutrition**, v. 22, n.1, p. 109-119, 2016.

SCHULTER, E.P.; VIEIRA FILHO, J.E.R. **Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia**. 2017. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8043/1/td\\_2328.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8043/1/td_2328.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2023.

SHARIF, M.K.; BUTT, M.S.; ANJUM, F.M.; KHAN, S.H. Rice bran: a novel functional ingredient. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, p.6, 807-816, 2014.

SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; POTRICH, F.R.; SIGNOR, A.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Rações farelada, peletizada e extrusada na produção de exemplares juvenis de tilápia do Nilo. **Revista Cultivando o Saber**, v.4, n.3, p.20-31, 2011.

SILVA, L.C.R.; FURUYA, W.M.; SANTOS, L.D.; SANTOS, V.G.; SILVA, T.S.C; PINSETTA, P.J. Níveis de treonina em rações para tilápias-donilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1258-1264, 2006.

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. p.95-109, 2014.

SILVA, R. S.; SANTO, R. V. E.; BARBOSA, A. V. C.; SANTOS, M. A. S.; CORRÊA, R. D. O.; MARTINS, H.; LOURENÇO, J. B. Digestibilidade aparente do farelo de palmiste em tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, n. 71, p.1595-1600, 2019.

SILVANO, J.; MIMIM, J.M. Piscicultura da ETEC Orlando Quagliato: porcentagem padrão de reversão de alevinos de tilápia. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Técnico em Agropecuária), Curso Técnico em Agropecuária da Etec Orlando Quagliato - SP, 2021.



SMITH, B. J.; SMITH, S.A.; TENGGARROENKUL, B.; LAWRENCE, T.A. Gross morphology and topography of the adult intestinal tract of the tilapia fish, *Oreochromis niloticus* L. **Cells Tissues Organs**, v. 166, n. 3, p. 294-303, 2000.

SOARES, K.J.A.; RIBEIRO, F.B.; BOMFIM, M.A.D; MARCHÃO, R.S. Nutritional value of alternative food for tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 256, p. 491-497, 2017.

SOHAIL, M.; RAKHA, A.; BUTT, M.S.; IQBAL, M.J.; RASHID, S. Rice bran nutraceuticals: A comprehensive review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 17, p. 3771-3780, 2017.

SOLER, M.P.; VITALI, A.A.; MUTO, E.F. Tecnologia de quebra do coco babaçu (*Orbignya speciosa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, p. 717- 722. 2007.

SOUZA, A.G.C.; SOUSA, N.R.; SILVA, S.E.L. Fruteiras da Amazônia. Brasília: **EMBRAPA – SPI**, p. 27-8, 1996. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/664664>. Acesso em: 14 jun.2023

STREIT, Jr., D.P.; POVH, J.A.; FORNARI, D.C.; GALO, J.M.; GUERREIRO, L.R.J.; OLIVEIRA, D.; DIGMAYER, M.; GODOY, L. C. **Recomendações técnicas para a reprodução do tambaqui**. Embrapa Meio-Norte, Documento 212, p.30, 2012.

TACON, A.G.J.; HASAN, M.R.; METIAN, M. Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans: trends and prospects. **FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper**, v. 564, p. 88, 2011.

TAKISHITA, S. S.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; BOMFIM, M. A. D.; QUADROS, M.; SOUSA, M. P. Níveis de lisina digestível em rações para alevinos de tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.11, p.2099-2105, 2009.

TOLEDO, F.D. Tecnologia das sementes. **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 571-619, 1980.

TONISSI, R.H.; GOES, B.; SILVA, L. H. X.; SOUZA, K.A. Alimentos e Alimentação. Dourados, MS. **Editora: UFGD**, p.80, 2013.

TORRES, R.G.A.; GONZÁLEZ, P.S.; PEÑA, S.E. Descripción Anatómica, Histológica y Ultraestructural de la Branquia e Hígado de Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **International Journal of Morphology**, v.28, n. 3, p.703-712, 2010.

VAN SOEST, P.J. Nutritional Ecology of the Ruminant. **Academic Press**, San Diego, 2019. VAN SOEST, P.J. Carbohydrates. *In: NUTRITIONAL ecology of the ruminant*. **Cornell University Press**, ed. 2, p.164, 1994.

VASCONCELOS, I.M.; MAIA, A.A.; SIEBRA, E.A.; OLIVEIRA, J.T.; CARVALHO, A.; MELO, V.M.; CASTELAR, L.I.D. Nutritional study of two Brazilian soybean (*Glycine*

*max*) cultivars differing in the contents of antinutritional and toxic proteins. **Journal of Nutrition and Biochemistry**, v. 12, n. 1, p. 55 - 62, 2001.

VEIVERBERG, C.A.; BERGAMIN, G.T.; RADÜNZ NETO, J.; LAZZARI, R.; CORRÊIA, V.; ROSSATO, S.; SUTILI, F.J.; FERREIRA, C.C. Farelo de soja como substituto à farinha de carne e ossos em dietas para juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon Idella*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 3, p. 463-472, 2008.

VIDAKOVIC, A.; LANGELAND, M.; SUNDH, H.; SUNDELL, K.; OLSTORPE, M.; VIELMA, J.; LUNDH, T. Avaliação do desempenho de crescimento e função de barreira intestinal em charr ártico (*Salvelinus alpinus*) alimentados com levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), fungos (*Rhizopus oryzae*) e mexilhão azul (*Mytilus edulis*). **Aquaculture Nutrition**, v.22, p. 1348–1360, 2016.

VIDAL, L.V.O.; XAVIER, T.O.; MICHELATO, M.; MARTINS, E.N.; PEZZATO, L. E.; FURUYA, W.M. Apparent protein and energy digestibility and amino acid availability of corn and coproducts in extruded diets for Nile tilapia. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.46, n.2, p.183-190, 2015.

WAKIL, U.; HARUNA, A.; MOHAMMED, G.; NDIRMBITA, W.; YACHILLA, B.; KUMAI, M. Examinations of the stomach contents of two fish species (*C. gariepinus* and *O. niloticus*) in Lake Alau, North-Eastern Nigeria. **Agriculture, Forestry & Fishery**, v. 3, n.5, p.405-409. 2014.

WANG, M.; LU, M. Tilapia polyculture: a global review. **Aquaculture research**, v. 47, n. 8, p. 2363-2374, 2016.

WILSON, J.M.; CASTRO, L.F.C. Morphological diversity of the gastrointestinal tract in fishes. Fish Physiology. **The Multifunctional Gut of Fish**, v. 30, p. 1-55, 2010.

WOYNÁROVICH, A.; VAN ANROOY, R. Guia de campo para a cultura do tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1816). **Documento Técnico de Pesca** da FAO, n. 624, p.1–121, 2019.

XIMENES, L.F.; VIDAL, M. F. Pesca e Aquicultura: Piscicultura. 2023.  
ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.D.; DIAN, P.H.M.; GERON, L.J.V.; CALDAS NETO, S.F.D.; MAEDA, E.M.; FALCÃO, A.J.D.S. Recuperação fecal de indicadores internos avaliados em ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1865-1874, 2002.

**CAPÍTULO II: Digestibilidade de alimentos de origem vegetal para Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e Tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*)**

## 1 INTRODUÇÃO

A aquicultura apresenta como um dos seus ramos a piscicultura que desenvolve a atividade de cultivo de peixes (SILVANO; MIMIM, 2021). Na piscicultura, a ração é considerada a parte mais onerosa que pode chegar a comprometer até 70% dos gastos produtivos (CYRINO e FRACALLOSSI, 2013) .

Entre os componentes que constituem as rações utilizadas na piscicultura, a proteína é considerada a parte mais cara e essencial para o desenvolvimento do animal, pois seu déficit limita o desempenho do peixe e o excesso aumenta a emissão de amônia nos efluentes (BOMFIM, 2013; ROMBENSO et al., 2021). Portanto, assegurar a quantidade de proteína aumenta a eficiência alimentar (PONTES et al., 2010), reduz o custo da ração (HISANO et al., 2015) e minimiza a excreção de nitrogênio no ambiente (BOTARO et al., 2007; ABDEL et al., 2010; FERNANDES J.R et al., 2016; BOSISIO et al., 2017). Além da exigência proteica, deve-se levar em consideração o nível energético da ração (relação energia:proteína), que pode influenciar no desempenho e na eficiência de utilização proteica das rações balanceadas. Rações com excesso de energia podem proporcionar redução do consumo de proteína, comprometendo o desempenho dos peixes. Rações com baixos teores de energia, ocorre aumento no catabolismo de aminoácidos para fins energéticos (BOMFIM, 2013).

O fósforo é outro componente que se destaca pois é um dos principais minerais essenciais para o desenvolvimento do animal, como: crescimento e mineralização óssea. Porém, seu excesso possui carga poluidora que compromete a qualidade da água e causa a eutrofização do meio (SILVA et al., 2021).

Tendo em vista a minimização da dependência em alimentos tradicionais (padrão), a variação sazonal na disponibilidade e, conseqüentemente, do custo de aquisição no mercado regional (ADÉYEMI et al., 2020), os subprodutos da agroindústria são uma alternativa que, normalmente, apresentam baixo custo e maior disponibilidade no mercado regional (BRABO et al., 2021). Estes ingredientes podem substituir – ou reduzir – o uso de matérias-primas convencionais (CYRINO et al., 2010) que são constituídos principalmente por: farelo de soja, milho e farinha de peixe (LIMA, 2013).

As principais espécies da produção brasileira são a tilápia (*Oreochromis niloticus*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*). A tilápia é a principal espécie

produzida no Brasil e o segundo grupo de peixes mais cultivados no mundo, e o tambaqui é a espécie nativa do Brasil mais comercializada e a segunda mais exportada no Brasil (PEIXE BR, 2023). Ambas as espécies apresentam caracteres semelhantes como: resistência às condições adversas; são onívoras, possibilitando o uso de rações com maior variação no uso de alimentos na formulação; e aceitabilidade no mercado consumidor. Apesar das suas características em comum, os peixes podem apresentar variação na digestibilidade dos alimentos (FELIX e SILVA et al. 2020).

Segundo NRC (2011), a determinação da digestibilidade dos nutrientes é o primeiro passo para avaliar uma matéria prima e seu potencial de inclusão na dieta. Portanto, a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) de ingredientes alternativos de uma dieta é essencial pois permite a avaliação da capacidade de aproveitamento digestivo dos componentes nutricionais e a formulação de dietas nutricionalmente completas, com reduzido potencial poluente no ambiente de criação; condição fundamental para garantir o bem estar animal e ganhos em produtividade (LIMA et al., 2013; BUZZOLO et al., 2018).

Nesse contexto, objetivou-se determinar os coeficientes de digestibilidade proteica, energética e de fósforo de concentrados proteicos (soja integral tostada, farelo de soja e farelo de babaçu) e concentrados energéticos de origem vegetal (farelo de trigo, farelo de arroz, quirera de arroz e raspa integral da mandioca) para tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição e Alimentação de Organismos Aquáticos do Maranhão (LANUMA), no Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão (CCCh/UFMA). O experimento foi aprovado pela comissão de ética em experimentação animal com protocolo de nº 23115.012035/2018-37.

## 2.2 Espécies do estudo e delineamento experimental

Foram utilizados 72 tambaquis (*C. macropomum*) e 72 tilápias (*O. niloticus*) (figura 1 e 2) com peso de  $198,15 \pm 3,11$  e  $134,89 \pm 2,22$  gramas, respectivamente. O experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial composto por 16 tratamentos (2 espécies x 8 alimentos), três repetições no tempo e oito peixes por unidade experimental. As coletas, em cada tempo, ocorreram até a obtenção do quantitativo necessário de amostras para realizar as análises laboratoriais. Como foi utilizado o método indireto para determinação dos coeficientes de digestibilidade, um grupo adicional de 8 peixes por espécie foi utilizado para determinação da digestibilidade da ração referência.

## 2.3 Dietas experimentais

Confeccionaram-se nove rações incorporando 0,10% de óxido de cromo ( $\text{Cr}^2\text{O}^3$ ) como indicador externo indigestivo na determinação de coeficientes de digestibilidade por método indireto (NRC, 2011), sendo: uma referência à base de milho e farelo de soja (99,90% da ração referência + 0,10% do indicador); e as demais compostas por 69,90% da ração referência, 30% dos alimentos testados (milho, farelo de arroz integral, quirera de arroz, farelo de trigo, farelo de soja, soja integral tostada, raspa integral da mandioca e farelo de babaçu) e 0,10% do indicador. A composição da ração referência pode ser visualizada na Tabela 1 e a composição dos alimentos avaliados pode ser visualizado na Tabela 2.

A composição dos alimentos (Tabela 2) apresenta compatibilidade em relação aos valores contidos nas tabelas de composição de alimentos, em especial às Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2017) e Tabelas Brasileiras para Nutrição de Tilápias (FURUYA, 2010).

Os ingredientes das rações experimentais foram moídos, misturados e peletizados com aproximadamente 0,5 mm de diâmetro (HAYASHI et al., 1999). As dietas foram secas em estufa com recirculação forçada de ar a  $55,0^\circ\text{C}$  por 12 horas para minimizar a possibilidade de lixiviação e armazenadas em freezer ( $-18,0^\circ\text{C}$ ) sob refrigeração até o uso experimental.

**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 <sup>(1)</sup>	0,500
Vitamina C <sup>(2)</sup>	0,050
Sal	0,508
Antioxidante (BHT)	0,020
Composição calculada <sup>(3)</sup>	
Proteína Bruta – PB (%)	27,88
Energia Bruta – EB (kcal/kg)	4.105,33
Extrato Etéreo (%)	6,61
Fibra Bruta (%)	3,54
Ca Total (%)	0,86
P total (%) <sup>4</sup>	0,60
Na Total (%)	0,22
Lisina Total (%)	1,514
Met. + Cist Total (%)	0,908
Treonina Total (%)	1,059
Triptofano Total (%)	0,341
Relação EB/PB (Kcal/g)	14,72

. <sup>(1)</sup>Suplemento vitamínico e mineral comercial (5 kg/t), com níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.200.000 UI; Vit. D<sub>3</sub>, 200.000 UI; Vit. E, 1.200 mg; Vit. K<sub>3</sub>, 2.400 mg; Vit. B<sub>1</sub>, 4.800 mg; Vit. B<sub>2</sub>, 4.800 mg; Vit. B<sub>6</sub>, 4.800 mg; Vit. B<sub>12</sub>, 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. <sup>(2)</sup>Vit. C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo. <sup>(3)</sup>Com base nos valores propostos por Rostagno et al. (2017).

**Tabela 2.** Composição bromatológica da matéria natural dos alimentos FS (farelo de soja), SIT (soja integral tostada), FB (farelo de babaçu), MI (milho), FAI (farelo de arroz), QA (quirera de arroz), RIM (raspa integral da mandioca) e FT (farelo de trigo).

Alimentos	Matéria seca (MS)	Proteína bruta (PB)	Extrato etéreo (EE)	Fibra bruta (FB)	FDN	FDA	Matéria mineral (MM)	Energia bruta (EB)	Fósforo (P)
FS	86,87	45,99	1,13	4,66	18,85	6,85	5,75	4.166,0	0,65
SIT	91,61	36,10	22,37	6,98	27,57	13,40	4,89	5.367,0	0,52
FB	94,10	16,76	4,71	29,66	66,06	41,25	3,60	4.143,0	0,69
MI	89,80	8,06	2,84	1,27	16,36	2,20	0,01	3.989,0	0,19
FAI	91,34	9,56	10,65	16,90	33,71	21,82	7,56	4.143,0	1,19
QA	89,88	7,92	1,43	0,34	6,48	1,31	0,59	3.833,0	0,17
RIM	91,32	2,13	0,53	1,92	4,45	3,84	1,81	3.761,0	0,08
FT	90,02	15,49	4,21	9,47	38,30	12,08	4,77	4.035,0	1,07

FDN - Fibra em Detergente Neutro

FDA - Fibra em Detergente Ácido

## 2.4 Instalações, procedimento de arraçoamento e coleta de fezes

Inicialmente, os peixes foram adaptados ao manejo nas incubadoras cônicas utilizadas para as coletas (incubadoras confeccionados em fibra de vidro), ou seja, foram transferidos antes de iniciar o experimento para vivência do meio e às dietas experimentais. O período de adaptação teve duração de 05 dias.

Os peixes permaneceram nas incubadoras durante todo o período experimental, sendo alimentados 6 vezes por dia, às 08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 15:00 e às 16:00 h no período diurno até a saciedade aparente do animal.

Durante o período experimental, o intervalo de 1 hora após a última alimentação diária destinava-se a limpeza das incubadoras e renovação de 70% da água, possibilitando a remoção de eventuais resíduos de ração que poderiam contaminar as amostras de fezes. Previamente ao período de coleta foi colocado lonas pretas sobre cada incubadora para evitar contaminação de resíduos provenientes do ar.

No período noturno foram realizadas as coletas das fezes entre 18:00 às 06:00 h do dia seguinte em dias consecutivos com intervalo de 02 horas entre cada coleta. Nas incubadoras de fibra de vidro foram acopladas na porção inferior coletores de polietileno adaptados para coletar as fezes por decantação (pelo método de Guelph modificado), conforme Abimorad e Carneiro (2004). Para evitar a fermentação das fezes, os coletores foram mantidos em caixas térmicas com gelo durante todo período de coleta que ocorreu em intervalos de duas horas, em média. Após cada coleta, fechava-se o registro acoplado entre o coletor e a incubadora, retirava o coletor, descartava-se o sobrenadante e a porção inferior, contendo as fezes. As fezes foram depositadas em placa de petri e levada a estufa de circulação forçada para secagem, sob temperatura de 65°C durante 72 horas para fins de análises laboratoriais.

O abastecimento de água das incubadoras foi proveniente de poço artesiano. A temperatura foi aferida diariamente, duas vezes ao dia (08:00h e 16:00h), com o auxílio de um termômetro de bulbo de mercúrio, graduado de 0 a 50°C. O controle do pH, o teor de oxigênio dissolvido e a amônia na água foram aferidos a cada sete dias, por intermédio de um potenciômetro, oxímetro e kit comercial para teste de amônia tóxica, respectivamente.



## 2.6 Coeficiente e digestibilidade aparente

A digestibilidade aparente da proteína bruta, energia bruta e do fósforo total de cada ingrediente foi estimada por meio do cálculo do fator de indigestibilidade, utilizando-se as fórmulas apresentadas por CHO (1993).

$$CDAr(\%) = 100 - \left[ 100 \times \left( \frac{\%Cr_2O_{3d}}{\%Cr_2O_{3f}} \right) \times \left( \frac{\%Nd}{\%Nf} \right) \right]$$

Em que:

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

%Cr<sub>2</sub>O<sub>3d</sub> = percentagem de óxido de cromo na dieta;

%Cr<sub>2</sub>O<sub>3f</sub> = percentagem de óxido de cromo nas fezes;

%Nd = percentagem do nutriente na dieta;

% Nf = percentagem do nutriente nas fezes.

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

Em que:

CDA<sub>ing</sub> (%) = coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente;

CD<sub>rt</sub> = coeficiente de digestibilidade aparente da ração teste;

CD<sub>rb</sub> = coeficiente de digestibilidade aparente da ração basal;

b = percentagem da ração basal;

a = porcentagem do ingrediente teste.

A composição bromatológica dos alimentos e fezes foram realizadas na empresa C.B.O Análises Laboratoriais LTDA, com exceção das determinações da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fósforo e do indicador, que foram conduzidas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, conforme procedimentos descritos por Detmann et al. (2021).

## 2.6 Análise estatística dos dados

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SAS 9.0 (2002). Os dados foram interpretados por meio de análise de variância ao nível de 5% de probabilidade. No caso de diferença estatística, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade da água durante o experimento mantiveram-se na faixa recomendada para criação de ambas as espécies, segundo EL-SAYED (2006) e GOMES et al. (2010). Registrou-se valores de temperatura, oxigênio dissolvido, pH e amônia total de  $25,26 \pm 0,91^{\circ}\text{C}$  (manhã) e  $26,74 \pm 0,62^{\circ}\text{C}$  (tarde);  $7,43 \pm 0,76$  ppm; pH  $5,9 \pm 0,33$  e  $\leq 1,00$  ppm, respectivamente.

Para os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) foi observado interação ( $P < 0,05$ ) entre os alimentos e as espécies, indicando que o aproveitamento digestivo da proteína bruta dos alimentos varia entre as diferentes espécies (Tabela 3). Observou-se diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre as espécies apenas para o farelo de arroz integral, em que o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta da tilápia foi 7,48% superior ao do tambaqui.

Os coeficiente de digestibilidade aparente de proteína bruta do farelo de arroz integral foram de 74,63% para o tambaqui e 82,11% para a tilápia, caracterizando como os menores valores em comparação aos demais alimentos avaliados.

Em ambas as espécies, os ingredientes que apresentaram maiores CDAPB foram o farelo de soja (93,66%) e a raspa integral de mandioca (88,74%).

Ao comparar os resultados dos diferentes alimentos observados de CDAPB com outros estudos para ambas as espécies verificou-se que, em geral, estão inseridos na variação observada entre os diferentes estudos. No caso do farelo de arroz integral, estudos com tambaqui desenvolvidos por Santana et al. (2019) determinou valor superior (92,97%) e Soares et al. (2017) valor similar (80,97%). Para a tilápia, os valores encontrados por Brisqueleal (2020) foi ligeiramente superior (85,11%) e Gonçalves et al. (2009) similar (77,48%).

Com relação ao milho, O CDAPB médio observado para ambas as espécies (88,28%) foi ligeiramente inferior a 94,50% e 93,40% determinados por Buzollo et al. (2018) e Boscollo et al. (2002), respectivamente; assemelhou-se a 87,50%, 89,76% determinados por Guimarães et al. (2014) e Gonçalves et al., (2009), respectivamente; é superior a 78,97% observado por Sato et al. (2016).

**Tabela 3.** Médias e desvio padrão ( $\pm$ ) dos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta (CDAPB) e valores de proteína digestível (PD) do MI, FS, FAI, QA, FT, RIM, SIT e do FB para tambaqui e tilápia em fase de crescimento.

Espécie	Coeficientes de digestibilidade (%)							
	MI	FS	FAI	QA	FT	RIM	SIT	FB
<b>Tambaqui</b>	87,97 $\pm$ 1,77 <sup>Abc</sup>	94,21 $\pm$ 1,02 <sup>Aa</sup>	74,63 $\pm$ 1,94 <sup>Bd</sup>	83,72 $\pm$ 0,36 <sup>Ac</sup>	89,21 $\pm$ 0,16 <sup>Ab</sup>	89,00 $\pm$ 1,18 <sup>Ab</sup>	80,14 $\pm$ 1,99 <sup>Ac</sup>	84,85 $\pm$ 1,51 <sup>Abc</sup>
<b>Tilápia</b>	88,59 $\pm$ 2,17 <sup>Aab</sup>	93,11 $\pm$ 2,56 <sup>Aa</sup>	82,11 $\pm$ 0,27 <sup>Abc</sup>	83,01 $\pm$ 0,27 <sup>Abc</sup>	86,74 $\pm$ 2,09 <sup>Ab</sup>	88,48 $\pm$ 2,24 <sup>Aab</sup>	82,07 $\pm$ 2,04 <sup>Abc</sup>	81,58 $\pm$ 0,19 <sup>Ac</sup>
<b>Média</b>	88,28 $\pm$ 1,80	93,66 $\pm$ 1,84	78,37 $\pm$ 4,28	83,36 $\pm$ 0,48	87,98 $\pm$ 1,89	88,74 $\pm$ 1,63	81,11 $\pm$ 2,09	83,21 $\pm$ 2,03
<b>CV (%)</b>	1,86							
Valores digestíveis (%)								
<b>PD Tambaqui</b>	7,09 $\pm$ 0,14	43,32 $\pm$ 0,47	7,13 $\pm$ 0,19	6,63 $\pm$ 0,03	13,82 $\pm$ 0,02	1,90 $\pm$ 0,03	28,93 $\pm$ 0,72	14,22 $\pm$ 0,25
<b>PD Tilápia</b>	7,14 $\pm$ 0,18	42,82 $\pm$ 1,18	7,85 $\pm$ 0,03	6,57 $\pm$ 0,02	13,44 $\pm$ 0,32	1,88 $\pm$ 0,05	29,63 $\pm$ 0,74	13,67 $\pm$ 0,03
<b>Média</b>	7,12 $\pm$ 0,02	43,07 $\pm$ 0,50	7,49 $\pm$ 0,11	6,60 $\pm$ 0,01	13,63 $\pm$ 0,21	1,89 $\pm$ 0,02	29,28 $\pm$ 0,01	13,95 $\pm$ 0,16

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos (teste de Tukey,  $P < 0,05$ );  $P > F$ : Significância do teste "F" de análise de variância; CV= Coeficiente de variação. Milho (MI), Farelo de Soja (FS), Farelo de Arroz Integral (FAI), Quirera de Arroz (QA), Farelo de Trigo (FT), Raspa Integral da Mandioca (RIM), Soja Integral Tostada (SIT) e do Farelo de Babaçu (FB) para tambaqui e tilápia em fase de crescimento.

Com relação à quirera de arroz, O CDAPB médio observado para ambas as espécies (83,36%) foi semelhante a 84,70% encontrado por Rodrigues et al. (2011); inferior a 88,17% e 95,88% determinados por Santana et al. (2019) e Gonçalves et al. (2009), respectivamente; e superior a 67,33% e 71,21% obtidos por Pezzato et al. (2009) e Buzollo et al. (2018), respectivamente.

Com relação à raspa integral de mandioca, O CDAPB médio observado para ambas as espécies (88,74%) é similar a 88,69% obtido por Soares et al. (2017); é superior a 81,70% e 72,04% determinados por Guimarães et al. (2014) e Santos et al. (2009), respectivamente.

Com relação ao farelo de soja, o CDAPB médio observado para ambas as espécies (93,66%) é ligeiramente inferior a 96,68% e 96,80% obtidos por Jasper et al. (2011) e Vidal et al. (2017), respectivamente.

Com relação ao farelo de trigo, o CDAPB médio observado para ambas as espécies (87,98%), assemelhou-se a 86,72% obtido por Sato (2016); foi ligeiramente superior a 86,08% encontrado por Buzollo et al. (2018); e foi inferior a 94,80% obtido por Mass et al. (2019).

Com relação ao farelo de babaçu, o CDAPB médio observado para ambas as espécies (83,21%) foi superior a 29,16% e 36,59% determinados por Soares et al. (2017) e Almeida et al. (2022), respectivamente.

Apesar de não ser identificado estudos de digestibilidade de proteína bruta da soja integral tostada para o tambaqui e a tilápia, Abimorad e Carneiro (2004), em estudo com pacu, determinou o valor de 92,04%, que foi superior o CDAPB médio observado para ambas as espécies (81,11%).

Em geral, ingredientes que apresentam quantidades significativas de polissacarídeos não amiláceos solúveis, como o farelo de arroz integral, e insolúveis, como o farelo de babaçu, acarretam um efeito na maximização da viscosidade do bolo alimentar e aumentam a velocidade de trânsito alimentar, respectivamente, diminuindo a digestibilidade dos alimentos pois dificultam a atuação de enzimas digestivas, podendo alterar a morfologia intestinal e interferir na absorção dos nutrientes (BORGHESI et al., 2009; WAYNE; XIUHUA, 2010; CHOWDHURY et al., 2012).

A lignina é uma macromolécula responsável pela rigidez e resistência da planta porém é indigestível e está presente no componente fibroso nos alimentos de origem vegetal, interferindo negativamente nos coeficientes de digestibilidade dos

alimentos como o farelo de arroz e torta de babaçu (GASPARINI et al., 2015). Alimentos ricos em hemicelulose, que apresenta capacidade de retenção de água e é indigestível enzimaticamente, também compromete a digestibilidade dos demais componentes do alimento potencialmente digestíveis (VIEIRA, 2007; CASTRO, 2012; GASPARINI et al., 2015).

No caso específico do farelo de arroz integral, a diferença entre os resultados de diferentes estudos pode estar relacionada com a variação na composição química bromatológica provocada pela adição da casca de arroz ao produto, aumentando os teores de sílica e lignina, alterando sua composição e, conseqüentemente, o aproveitamento digestivo (TONISSI et al., 2012).

Para os coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB) foi observado interação ( $P < 0,05$ ) entre os alimentos e as espécies, indicando que o aproveitamento digestivo da energia dos alimentos varia entre as diferentes espécies (Tabela 4). Entre as espécies, observou-se diferença estatística ( $P < 0,05$ ) para o farelo de arroz integral, no qual o tambaqui apresentou CDAEB superior em relação a tilápia (67,34% e 55,03%, respectivamente).

Com relação aos demais alimentos, em ambas as espécies, os ingredientes que apresentaram maiores CDAEB foram o milho (85,04%) e a raspa integral de mandioca (88,38%) e o pior foi o farelo de babaçu (28,60%)

Ao comparar os resultados obtidos com os alimentos avaliados para ambas as espécies verificou-se que, em geral, estão inseridos na variação entre os observados em outros estudos. No caso do farelo de arroz integral, estudos com tambaqui desenvolvidos por Santana et al. (2019) e para tilápia desenvolvido por Brisqueleal (2020) (87,40%) estimaram valores superiores aos obtidos neste estudo (86,13% e 87,40%, respectivamente).

Com relação ao milho, O CDAEB médio observado para ambas as espécies (85,04%) foi superior a 69,90% encontrado por Sato (2016); assemelhou-se a 86,15% encontrado por Gonçalves et al. (2009); é ligeiramente inferior a 88,70% encontrado por Buzollo (2018); e inferior a 91,33% encontrado por Jasper et al. (2011).

Com relação à quirera de arroz, O CDAEB médio observado para ambas as espécies (83,67%) foi semelhante a 84,07%, 85,52% e 86,60% encontrados por Santana (2019), Buzollo et al. (2018) e Rodrigues et al. (2012), respectivamente; inferior a 95,34% encontrado por Guimarães et al. (2008) e superior a 75,48% encontrado por Gonçalves et al. (2009).

**Tabela 4.** Médias e desvio padrão ( $\pm$ ) dos coeficientes de digestibilidade da energia bruta (CDAEB) e valores de energia digestível (ED) do MI, FS, FAI, QA, FT, RIM, SIT e do FB para tambaqui e tilápia em fase de crescimento.

Espécie	Coeficientes de digestibilidade (%)							
	MI	FS	FAI	QA	FT	RIM	SIT	FB
<b>Tambaqui</b>	84,98 $\pm$ 2,09 <sup>Aa</sup>	78,58 $\pm$ 1,80 <sup>Ab</sup>	67,34 $\pm$ 1,69 <sup>Ac</sup>	82,93 $\pm$ 1,39 <sup>Aab</sup>	63,37 $\pm$ 2,09 <sup>Ac</sup>	84,14 $\pm$ 1,09 <sup>Aa</sup>	75,36 $\pm$ 1,93 <sup>Ab</sup>	27,22 $\pm$ 1,00 <sup>Ad</sup>
<b>Tilápia</b>	85,09 $\pm$ 2,16 <sup>Aa</sup>	76,91 $\pm$ 2,09 <sup>Ab</sup>	55,03 $\pm$ 2,04 <sup>Bd</sup>	84,41 $\pm$ 1,04 <sup>Aa</sup>	63,34 $\pm$ 1,85 <sup>Ac</sup>	84,62 $\pm$ 2,09 <sup>Aa</sup>	74,75 $\pm$ 2,18 <sup>Ab</sup>	29,99 $\pm$ 1,16 <sup>Ae</sup>
<b>Média</b>	85,04 $\pm$ 1,90	77,74 $\pm$ 1,97	61,18 $\pm$ 6,95	83,67 $\pm$ 1,37	63,35 $\pm$ 1,77	84,38 $\pm$ 1,51	75,06 $\pm$ 1,87	28,60 $\pm$ 1,80
<b>CV (%)</b>	2,55							
Valores digestíveis (Kcal/kg)								
<b>ED Tambaqui</b>	3390,0 $\pm$ 83,5	3273,4 $\pm$ 74,9	2789,9 $\pm$ 70,1	3178,6 $\pm$ 53,1	2556,8 $\pm$ 84,5	3164,4 $\pm$ 40,8	4044,6 $\pm$ 103,6	1179,64 $\pm$ 43,6
<b>ED Tilápia</b>	3394,0 $\pm$ 86,0	3204,0 $\pm$ 87,1	2279,7 $\pm$ 84,4	3235,5 $\pm$ 39,9	2555,7 $\pm$ 74,8	3182,3 $\pm$ 78,6	4011,7 $\pm$ 117,6	1299,77 $\pm$ 50,3
<b>Média</b>	3392,5 $\pm$ 1,7	3238,7 $\pm$ 8,6	2534,8 $\pm$ 10,1	3207,1 $\pm$ 9,3	2556,3 $\pm$ 6,8	3173,4 $\pm$ 26,7	4028,2 $\pm$ 9,5	1239,7 $\pm$ 4,8

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos (teste de Tukey,  $P < 0,05$ );  $P > F$ : Significância do teste "F" de análise de variância; CV= Coeficiente de variação. Milho (MI), Farelo de Soja (FS), Farelo de Arroz Integral (FAI), Quirera de Arroz (QA), Farelo de Trigo (FT),

Com relação à raspa integral de mandioca, O CDAEB médio observado para ambas as espécies (84,38%) foi inferior a 89,09% e 92,20% encontrado por Soares et al. (2017) e Carvalho et al. (2012), respectivamente.

Com relação ao farelo de soja, o CDAEB médio observado para ambas as espécies (77,74%) foi inferior a 91,25% e 90,90% determinados por Jasper et al. (2011) e Vidal et al. (2017), respectivamente.

Com relação ao farelo de trigo, o CDAEB médio observado para ambas as espécies (63,35%), foi superior a 55,38% e 48,94% obtidos nos estudos de Sato et al. (2016) e Guimarães et al. (2008), respectivamente; ligeiramente inferior a 68,23% obtido no estudo de Buzollo et al. (2018) e inferior a 87,10% encontrado por Mass et al., (2019).

Com relação ao farelo de babaçu, o CDAEB médio observado para ambas as espécies (28,60%) assemelha-se a 25,68% encontrado por Soares et al. (2017) e foi ligeiramente inferior a 35,97% obtido por Almeida et al. (2022).

Apesar de não ser identificado estudos de digestibilidade de energia bruta da soja integral tostada para o tambaqui e a tilápia, Abimorad e Carneiro (2004), em estudo com pacu, determinou o valor de 91,45%, que foi superior o CDAEB médio observado para ambas as espécies (75,06%). Segundo o NRC (2011), o farelo de soja integral tostado apresenta elevado teor de extrato etéreo, o que diminui o valor da proteína e faz com que sua energia digestível seja superior, por tanto, sendo um alimento com nível elevado de energia.

O milho, quirera de arroz e a raspa integral da mandioca apresentam em comum baixo teor de fibra e elevado teor de amido, favorecendo sua maior digestibilidade energética em ambas as espécies em comparação aos demais alimentos (BRAGA et al., 2008; SILVA et al., 2014; CRUZ e RUFINO, 2017). Ao contrário, o farelo de babaçu, para ambas as espécies, apresentou menor CDAEB por se tratar de um alimento com alto teor de fibra insolúvel, que além de ser uma fonte energética indigestível, aumenta a velocidade de trânsito intestinal, interferindo nos processos de digestão e absorção dos demais componentes da ração (JANSSEM; CARRÉ, 1989; IJI; SAKI; TIVEY, 2001). Desta forma, há um limite quanto ao uso de alimentos com elevado teor de fibra bruta nas rações (HETLAND et al., 2004; KROGDAHL et al., 2005; FREITAS et al., 2005).

Essas diferenças nos resultados obtidos reforçam que apesar de possuir o mesmo hábito alimentar onívoro, as espécies possuem suas particularidades e suas

próprias adaptações fisiológicas, que podem influenciar no aproveitamento digestivo de determinado alimento (GOMINHO-ROSA, 2012).

Para os coeficientes de digestibilidade aparente do fósforo total (CDAFT) foi observado interação ( $P < 0,05$ ) entre os alimentos e as espécies, indicando que o aproveitamento digestivo do fósforo total dos alimentos varia entre as diferentes espécies (Tabela 5).

Entre as espécies, observou-se diferença estatística ( $P < 0,05$ ) para o milho, farelo de soja, quirera de arroz, farelo de trigo, raspa integral da mandioca e farelo de babaçu. O tambaqui apresentou maiores CDAFT para a quirera de arroz (52,17%) e farelo de babaçu (59,94%) em relação à tilápia (34,73% e 40,28%, respectivamente). A tilápia apresentou maiores CDAFT para o milho (73,85%), farelo de soja (79,21%), farelo de trigo (86,79%), em relação ao tambaqui (45,55%, 67,49%, 44,82%, respectivamente).

O farelo e arroz integral, raspa integral da mandioca e a soja integral tostada apresentaram CDAFT similares entre as espécies (médias de 16,00%, 85,40% e 81,37%, respectivamente).

Independentemente das espécies, os maiores CDAPT foram obtidos com a raspa integral da mandioca e o farelo de soja tostado e as piores com o farelo de arroz integral (médias de 85,40%, 81,37% e 16,00%, respectivamente).

Com relação aos demais alimentos, em ambas as espécies, os ingredientes que apresentaram maiores CDAFT foram o milho (85,04%) e a raspa integral de mandioca (88,38%) e o pior foi com o farelo de babaçu (28,60%).

Os peixes em fase de desenvolvimento mostraram superioridade para digerir e absorver os nutrientes a partir das fontes protéicas de origem vegetal (QUINTERO-PINTO et al., 2011). Guimarães et al. (2008) verificaram coeficientes de disponibilidade (digestibilidade aparente) do fósforo em dietas para *O. niloticus* de aproximadamente 86 g e encontraram valores de 26,96% para farelo de soja, inferior aos valores obtidos para ambas as espécies.



**Tabela 5.** Médias e desvio padrão ( $\pm$ ) dos coeficientes de digestibilidade do fósforo total (CDAFT) e valores de fósforo digestível (FD) do MI, FS, FAI, QA, FT, RIM, SIT e do FB para tambaqui e tilápia em fase de crescimento.

Espécie	Coeficientes de digestibilidade (%)							
	MI	FS	FAI	QA	FT	RIM	SIT	FB
<b>Tambaqui</b>	43,55 $\pm$ 1,20 <sup>Be</sup>	67,49 $\pm$ 1,55 <sup>Bb</sup>	16,99 $\pm$ 0,34 <sup>Af</sup>	52,17 $\pm$ 1,51 <sup>Ad</sup>	44,82 $\pm$ 0,89 <sup>Be</sup>	86,56 $\pm$ 1,76 <sup>Aa</sup>	82,17 $\pm$ 1,50 <sup>Aa</sup>	59,94 $\pm$ 3,12 <sup>Ac</sup>
<b>Tilápia</b>	73,85 $\pm$ 1,62 <sup>Ac</sup>	79,21 $\pm$ 3,85 <sup>Abc</sup>	15,00 $\pm$ 1,02 <sup>Ae</sup>	34,73 $\pm$ 2,51 <sup>Bd</sup>	86,79 $\pm$ 2,38 <sup>Aa</sup>	84,24 $\pm$ 1,58 <sup>Aab</sup>	80,56 $\pm$ 2,23 <sup>Ab</sup>	40,28 $\pm$ 0,93 <sup>Bd</sup>
<b>Média</b>	58,70 $\pm$ 16,64	73,35 $\pm$ 6,94	16,00 $\pm$ 1,29	43,45 $\pm$ 9,73	65,80 $\pm$ 23,04	85,40 $\pm$ 1,96	81,37 $\pm$ 1,92	50,11 $\pm$ 10,96
<b>CV (%)</b>	3,29							
Valores digestíveis (%)								
<b>ED Tambaqui</b>	0,08 $\pm$ 0,02	0,41 $\pm$ 0,04	0,20 $\pm$ 0,04	0,09 $\pm$ 0,04	0,48 $\pm$ 0,01	0,07 $\pm$ 0,02	0,42 $\pm$ 0,08	0,41 $\pm$ 0,02
<b>ED Tilápia</b>	0,14 $\pm$ 0,03	0,55 $\pm$ 0,06	0,15 $\pm$ 0,04	0,05 $\pm$ 0,04	0,92 $\pm$ 0,02	0,06 $\pm$ 0,01	0,41 $\pm$ 0,01	0,27 $\pm$ 0,06
<b>Média</b>	0,11 $\pm$ 0,01	0,48 $\pm$ 0,01	0,178 $\pm$ 0,029	0,07 $\pm$ 0,00	0,70 $\pm$ 0,01	0,06 $\pm$ 0,01	0,42 $\pm$ 0,03	0,34 $\pm$ 0,01

Letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos (teste de Tukey,  $P < 0,05$ );  $P > F$ : Significância do teste "F" de análise de variância; CV= Coeficiente de variação. Milho (MI), Farelo de Soja (FS), Farelo de Arroz Integral (FAI), Quirera de Arroz (QA), Farelo de Trigo (FT),

Um fator que pode influenciar nos coeficientes de digestibilidade dos alimentos é o padrão de consumo dos peixes. Quanto menor o consumo, diminui a proporção dos resíduos alimentares em relação às perdas endógenas nas fezes, aumentando a diferença entre a digestibilidade verdadeira e a aparente (BOMFIM, 2013). Shen et al. (2002) em experimento com suínos verificaram que a contribuição relativa das excreções endógenas de fósforo diminui exponencialmente à medida que se aumenta os teores deste mineral na ração experimental, subestimando em, pelo menos, 35% os coeficientes de digestibilidade verdadeira do fósforo para o milho.

Moraes e Almeida (2020) destacaram que à medida que o consumo se intensifica a disponibilidade de substrato aumenta, resultando em maior atividade das enzimas digestivas, indicando que o maior consumo pode promover melhora na digestibilidade. Para esta pesquisa, a ração referência foi a mesma para ambas as espécies. Apesar de não ter aferido o consumo neste estudo, há a possibilidade de ter havido diferenças no consumo voluntário, resultando nas diferenças observadas em determinados CDAs entre as espécies para alguns alimentos (SILVA et al., 2022).

Nos alimentos de origem vegetal a maior parte do fósforo encontra-se associado à molécula do fitato, tornando-o indisponível em virtude da ausência de produção endógena da enzima fitase (QUINTERO-PINTO et al., 2011). Alguns grãos, entre eles o farelo de trigo, apresentam atividade fitásica que favorece o melhor aproveitamento do fósforo no complexo fitato, tornando-o mais disponível ao animal (SKIBA et al., 2004; SLOMINSKI, 2011).

A soja integral tostada apresentou um dos maiores coeficiente de digestibilidade aparente do fósforo total. É provável que o processamento desse alimento, no qual passa por um tratamento térmico que diminui ou elimina fatores antinutricionais termolábeis, provocando a ruptura da parede celular, melhore aproveitamento desse nutriente (MENDES et al., 2004).

As diferenças nos valores de digestibilidade em relação aos trabalhos similares publicados também podem ser devido a fatores como: a diferença no tamanho e espécie dos peixes utilizados para experimentação, temperatura da água de experimentação, bem como as condições de processamento das rações e a diferenças metodológica (CHO e BUREAU, 2001; NRC, 2011).

Diferenças anatômicas também podem influenciar em diferenças nos coeficientes de digestibilidade entre as espécies. O tambaqui é uma espécie que

possui diferenças anatômicas e funcionais no trato gastrointestinal e órgãos associados que lhe torna capaz de hidrolisar por meio da atuação de enzimas digestivas (KROGDAHL et al., 2005). De acordo com Ferreira et al. (2013) a quantidade de cecos pilóricos é menor em espécies onívoras, pois essas estruturas aumentam a superfície interna do intestino, o que eleva a absorção dos nutrientes (SILVA et al., 2005).

Em contrapartida, o trato gastrointestinal da tilápia por envolver múltiplas alças e espiras aumenta o tempo de permanência do alimento devido ser alongado. Além disso, o intestino médio ocupa grande área da cavidade peritoneal, constituindo principal local de digestão química e absorção dos nutrientes, favorecendo os processos de digestão e absorção (WILSON e CASTRO, 2010). Essa grande área intestinal seria uma compensação anatômica na evolução da espécie para obter maior área de digestão e absorção dos nutrientes.

É importante determinar os coeficientes de digestibilidade na formulação de rações porque níveis excessivos de fósforo digestível proporcionam aumento da excreção fecal desse mineral (NERVIS et al., 2015; TANG et al., 2012), demonstrando que a eficiência de utilização do fósforo diminuiu com a elevação da sua concentração dietética, devido ao transporte passivo.

Desta forma, fica evidenciado que os altos níveis dietéticos são desnecessários pois tornam a ração onerosa e com alta carga poluidora e o conhecimento dos valores nutricionais dos alimentos e das exigências nutricionais podem maximizar a utilização dos nutrientes proporcionando maiores desempenho, eficiência alimentar e menor excreção de resíduos metabólicos e fecais (GUIMARÃES, 2006; PEZZATO et al., 2009; BOMFIM et al., 2013).

#### **4 CONCLUSÃO**

Para ambas as espécies, os menores coeficientes de digestibilidade aparente de proteína bruta (CDAPB), de energia bruta (CDAEB) e de fósforo total (CDAFT) foram obtidos com o farelo de arroz integral (78,37%), o farelo de babaçu (28,60%) e o farelo de arroz integral (16,00%), respectivamente. Os alimentos apresentam CDAPB e CDAEB similares em ambas as espécies, com excessão do farelo de arroz integral. Os alimentos apresentam CDAFT similares apenas no farelo de arroz integral, raspa integral da mandioca e soja integral tostada.

## REFERÊNCIAS

- ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta e da energia bruta de alimentos para pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p. 1101-1109, 2004.
- ALMEIDA, L. S. DE. Composição química e valores nutricionais do farelo de arroz integral e torta de babaçu para tilápia. **Curso de Zootecnia**, Universidade Federal do Maranhão, CHAPADINHA, 2022.
- BRAGA, L. G. T.; BORGHESI, R.; CYRINO, J. E. P. Apparent digestibility of ingredients in diets for *Salminus brasiliensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.2, p.271-274, 2008.
- BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K.; CYRINO, J.E.P. Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for dourado *Salminus brasiliensis*. **Aquaculture Nutrition**, v.15, p.453-458, 2009.
- BOTARO, D.; FURUYA, W. M.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, L. D.; SILVA, T. D. C.; SANTOS, V. D. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) criado em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p. 517-525, 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**, Teresina, v. 15, n. 2, p. 122-140, 2013.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, Fábio. Digestibilidade Aparente da Energia e Nutrientes de Alimentos Convencionais e Alternativos para a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.539-545, 2002.
- BOSISIO, F.; REZENDE, K. F. O.; BARBIERI, E. Alterations in the hematological parameters of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) submitted to different salinities. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 12, n. 2, p. 146-154, 2017.
- BLAUFUSS, P.; TRUSHENSKI, J. Exploring Soy-Derived Alternatives to Fish Meal: Using Soy Protein Concentrate and Soy Protein Isolate in Hybrid Striped Bass Feeds. **North American Journal of Aquaculture**, v. 74, n. 1, p. 8-19, 2012.
- BRISQUELEAL, J.C.P. Digestibilidade aparente de alimentos energéticos com diferentes níveis de inclusão em dietas para tilápia do Nilo. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca), Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, 2020.
- BUENO, G. W.; FEIDEN, A.; NEU, D. H.; LUI, T. A.; WÄCHTER, N.; BOSCOLO, W. R. Digestibilidade do fósforo em dietas como estratégia nutricional para redução de

efluentes da tilapicultura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, p. 183-191, 2012.

BUZOLLO, H.; DO NASCIMENTO, T. M. T.; DE SANDRE, L. C. G.; NEIRA, L. M.; JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J. Apparent digestibility coefficients of feedstuff used in tambaqui diets. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 44, n. 2, 2018.

CARVALHO, J. D. V. Cultivo de babaçu e extração do óleo. **Dossiê técnico**: Centro de Apoio ao desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Brasília – CDT/UnB, p.22, 2007.

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**, v.38, n.1, p.61 – 69, 2012.

CORRÊA, A.D.; SANTOS, S.R.; ABREU, C.M.P.; JOKL, L.; SANTOS, C.D. Remoção de polifenóis da farinha de folhas de mandioca. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 2, p.159-164, 2004.

CHO, C.Y.; BUREAU, D.P. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. **Aquaculture Research**, v. 32, p. 349-360, 2001.

CHOWDHURY, M.A.K.; TACON, A.G.J.; BUREAU, D.P. Digestibility of amino acids in Indian mustard protein concentrate and Indian mustard meal compared to that of a soy protein concentrate in rainbow trout and Atlantic salmon. **Aquaculture**, v.356, p.128-134, 2012.

DETMANN, E.; SILVA, L. F. C.; PALMA, M. N. N.; ROCHA, G. C.; RODRIGUES, P. P. R. **Métodos para análise e alimentos**. 2ª. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, p.350, 2021.

EL-SAYED, A.F.M. Tilapia culture CABI Publishing. **Wallingford, Oxon, UK**, p. 294, 2006.

FERNANDES, A.C.; CARVALHO, P.L.P.F.; PEZZATO, L.E.; KOCH, J.F.A.; TEIXEIRA, C.P.; CINTRA, F.T., DAMASCENO, F.M.; AMORIM, R.A.; BARROS, M.M. The effect of digestible protein to digestible energy ratio and choline supplementation on growth, hematological parameters, liver steatosis and size-sorting stress response in Nile tilapia under field condition. **Aquaculture**, v.456, p.83-93, 2016.

FERREIRA, A. H. C.; ALENCAR ARARIPE, M. N. B.; GUERRA, S. P. L.; LOPES, J. B.; ARARIPE, H. G. A.; ANDRADE, F. T.; SANTANA JÚNIOR, H. A. Anatomia do aparelho digestório do tambatinga. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.10, n.3, p. 2501 - 2512, 2013.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R.; SANTOS, A.L.; FERNANDES, J. B. K. Efeito do Processamento da Soja Integral sobre a Energia Metabolizável e a

Digestibilidade dos Aminoácidos para Aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1938-1949, 2005.

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, p.100 , 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**.v. 28, p.126-134, 2015.

GOMINHO-ROSA, M.D.C.; MORAES, G.; FRACALOSSO, D.M. Níveis crescentes de amido de milho em dietas para o jundiá (*Rhamdia quelen*): desempenho, digestibilidade e metabolismo. **TESE** (doutorado), Programa de Pós graduação em aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina- SC, 2012.

GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; PADILHA, P.D.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, p. 1473-1480, 2007.

GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; ROCHA, D.F.; KLEEMAN, G.K.; SANTA ROSA, M.J. Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para a tilápia do Nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 2, p. 201-213, 2009.

GOMES, L.C.; SIMÕES, L.N.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: Baldisserotto, B.; Gomes, L.C. (Org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2ª. Ed. Editora UFSM, Santa Maria. 2010. p.175-204.

GUIMARÃES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; TACHIBANA, L. Nutrient digestibility of cereal grain products and by-products in extruded diets for Nile tilapia. **Journal of the World Aquaculture Society**, n. 39, v. 6, p. 781-789, 2008.

GUIMARÃES, I.G. Digestibilidade aparente, pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), de alimentos extrusados. Dissertação (Mestrado – Pós graduação em Zootecnia), **Universidade Estadual de São Paulo**, 2006.

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, 2014.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**. v. 60, p.415-419, 2004.

HISANO, H.; FLORA, M.A.L.D; PILECO, J.L; MENDONÇA, S. Digestibilidade aparente de nutrientes, energia e aminoácidos de tortas de pinhão-manso atóxicas e destoxificadas para tilápia do Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.9, p.849-853,2015.

IJI, P.A.; SAKI, A.A.; TIVEY, D.R. Intestinal development and body growth of broiler chicks on diets supplemented with non-starch polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, v.89, p.175-188, 2001.

JANSSEM, W.M.M.A.; CARRÉ, B. Influence of fiber on digestibility of poultry feeds In: COLE, D.J.A.; HARESIGN, W. (Eds.) **Recent developments in poultry nutrition**, p.78-93, 1989.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.43-51, 2009.

KROGDAHL, Â.; HEMRE, G.L.; MOMMSEN, T.P. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. **Aquaculture Nutrition**, v.11, p.103-122, 2005.

MAAS R. M.; VERDEGEM M. C.; SCHRAMA J. W. Efeito da composição de polissacarídeos não amiláceos e suplementação enzimática no desempenho de crescimento e digestibilidade de nutrientes em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Nutrição da Aquicultura**, v. 25, p.622-632, 2019.

MELO, J.F.B.; TAVARES-DIAS, M.; LUNDESTEDT, L.M. e MORAES, G. Efeito do conteúdo de proteína na dieta sobre os parâmetros hematológicos e metabólicos do bagre sul americano *Rhamdia quelen*. **Ciência Agroambiental**, v.1, p.43-51, 2006.

MENDES, W.S.; SILVA, I.J.; FONTES, D.O.; RODRIGUEZ, N.M.; MARINHO, P.C.; SILVA, F.O.; SILVA, F.C.O. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 207-213, 2004.

MORAES, G.; ALMEIDA, L. C. **Nutrição e aspectos funcionais da digestão de peixes**. In: Baldisseroto, B.; Cyrino, J.E.P.; Urbinati, E.C. *Biologia e fisiologia de peixes neotropicais de água doce*. FUNEP, UNESP. Jaboticabal, p. 251-271. 2020.

NERVIS, J.A.L.; FEINDEN, A.; MORO, E.B.; MORENO, M.C.; KLEIN, S.; BOSCOLO, W.R. Apparent digestibility of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) diets containing different levels of phosphorus. **Semina: Ciências Agrárias**, Universidade Estadual de Londrina - Londrina, Brasil, vol. 36, n. 2, p. 4553-4563, 2015.

NRC (National Research Council). **Nutrient requirements of fish and shrimp**. National Academy Press, Washington, DC, USA, 2011. Disponível em: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/13039/nutrient-requirements-of-fish-and-shrimp>. Acesso em: 02 Jun. 2023.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.43-51, 2009.

QUINTERO-PINTO, L.G.; PARDO-GAMBOA, B.S.; QUINTERO-PARDO, A.M.C.; PEZZATO, L.E. Exigências e disponibilidade de fontes de fósforo para tilápias.



**Veterinary & Animal Science/Veterinaria y Zootecnia**, v. 5, n. 2, p. 30- 43, 2011.

RODRIGUES, A. P. O.; GOMINHOP-ROSA, M. D. C.; CARGINI-FERREIRA, E.; DE FRANCISCO, A.; FRACALLOSSI, D. M. Different utilization of plant sources by the omnivores jundiá catfish (*Rhandia quelen*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, v.18, p. 65-72, 2012.

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**. 4ª. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.488, 2017.

SANTANA, P.M.S.; ALMEIDA, A.C.A.; PEREIRA, U.C.; SANTOS, B.V.; VIEIRA, J.S.; BOMFIM, C.N.C. Apparent digestibility of rice bran and broken rice for tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). **Medicina Veterinária** (Brasil), v. 13, n. 3, p. 438-445, 2019.

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

SANTOS, E. L.; LUDKE, M. C. M.; BARBOSA, J. M.; RABELLO, C. B.V.; LUDKE, J. V. Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo de goiaba pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 175-180, 2009.

SATO, L.S. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia-do-Nilo em tanques rede. Dissertação (Centro de Aquicultura), **Universidade Estadual Paulista - SP**, 2016.

SHEN, Y.; FAN, M. Z.; AJAKAIYE, A.; ARCHBOLD, E. A. Use of the regression analysis technique to determine the true phosphorus digestibility and the endogenous phosphorus output associated with corn in growing pigs. **Journal Nutrition**, v.132, p.1199-1206, 2002.

SILVA, N.B.; GURGEL, H.C.B.; SANTANA, M.D. Histologia do Sistema digestório de saguiru *Steindachnerina notonota* (Miranda Ribeiro, 1937)(Pisces, Curimatidae), do Rio Ceará Mirim, Rio Grande do Norte, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 1, p. 1-8, 2018.

SILVA, M. F. O.; ROMANELI, R. DE S.; MUSSOI, L. F.; MASAGOUNDER, K.; FRACALLOSSI, D. M. Impact of reference diet composition on apparent digestibility coefficients of two protein-rich ingredients in Nile tilapia. **Scientia Agricola**, v. 80, p. 1-9, 2022.

SILVA, T. R. M.; ANDRADE, M. L. S.; CHUNG, S.; BICUDO, A. J. A. Substituição parcial do milho pelo resíduo de macarrão em dietas para tilápia-do-nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.40, n.4, p.669-676, 2014.

SOARES, K.J.A.; RIBEIRO, F.B.; BOMFIM, M.A.D; MARCHÃO, R.S. Nutritional value of alternative food for tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 256, p. 491-497, 2017.

SKIBA, F.; CALLU, P.; CASTAING, J.; PADOEUF, F.; CHAUVEL, J.; JONDREVILLE, C. Variabilité intra-matière première de la digestibilité du phosphore des céréales et du pois chez le porc en croissance. **Journées Recherche Porcine**, v.36, p.9-16, 2004.

SLOMINSKI, B.A. Recent Advances in research on enzymes for poultry diets. **Poultry Science**, Cary, v. 90, n. 9, p. 2013-2023, 2011.

SOUZA, I. DA C.; MENDES, V. A. S.; DUARTE, I. D.; ROCHA, L. D.; AZEVEDO, V. C.; MATSUMOTO, S. T.; ELLIOTT, M.; WUNDERLIN, D. A.; MONFERRAN, M. V.; FERNANDES, M. N. Nanoparticle transport and sequestration: Intracellular titanium dioxide nanoparticles in a neotropical fish. **Science of the Total Environment**, v. 658, p. 798-808, Mar. 2019.

TANG, Q.; WANG, C.; XIE, C.; JIN, J.; HUANG, Y. Dietary Available Phosphorus Affected Growth Performance, Body Composition, and Hepatic Antioxidant Property of Juvenile Yellow Catfish *Pelteobagrus fulvidraco*. **The Scientific World Journal**, v. 2012, Aug. 2012.

TONISSI, R.H.; GOES, B.; SILVA, L.H.X.; SOUZA, K.A. **Alimentos e Alimentação**. Editora: UFGD, p. 80, 2013.

VIDAL, L.V.O.; XAVIER, T.O.; MOURA, L.B.; GRACIANO, T.S.; MARTINS, E.N.; FURUYA, W.M. Apparent digestibility of soybean coproducts in extruded diets for Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Nutrition**, v. 23, n. 2, p. 228-235, 2017.

WAYNE, L.B.; XIUHUA, L.I. Amino acid digestibility and poultry feed formulation: expression, limitations and application. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 279-287, 2010.

**ANEXO**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**  
**COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS - CEUA**

**CIAEP: 02.0341.2019**



Comissão de Ética no Uso de Animais

**CERTIFICADO\***

Certificamos que a proposta intitulada: **“COMPOSIÇÃO E DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS CONVENCIONAIS E ALTERNATIVOS PARA TAMBAQUI E TILÁPIA DO NILO”**, Processo n. **23115.012035/2018-37**, sob a responsabilidade do **Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim**, que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi considerado **APROVADO** pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA - UFMA) da Universidade Federal do Maranhão, na reunião realizada em 30/04/2018.

We certify that the proposal: **"COMPOSITION AND DIGESTIBILITY OF CONVENTIONAL AND ALTERNATIVE FOODS FOR TAMBAQUI AND TILAPIA DO NILO"**, Process n. **23115.012035/201837**, under the responsibility of **Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim**, which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, sub phylum Vertebrata (except humans beings) for scientific research purposes (or teaching) - is in accordance with Law No. 11,794, of October 8, 2008, Decree No. 6.899, of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **APPROVED** by the Ethics Committee on Animals Use of the Federal University of Maranhão (CEUA - UFMA), in meeting of 04/30/2018.

**Finalidade da Proposta: Pesquisa**

**Área: Nutrição Animal**

**\*Vigência da Proposta: 01/011/2018 à 31/08/2021**

**\*Alteração de vigência**

**Origem\*** PROAQ – Projeto de Aquicultura – LTDA  
 CNPJ: 02.271.878/0001-97

Rafaela de Melo e Alvim de Jesus Tavares – ME -Fazenda Serra Negra CNPJ:  
 12.183.768/0001-27

		<b>Amostra</b>	
<b>Espécie</b>	<b>Peixes</b>	<b>Sexo</b>	Machos e Fêmeas
	<i>Colossoma macropomum</i>	<b>Idade</b>	Fase Crescimento <b>500</b>
		<b>Peso</b>	100g

**Linhagem/Raça: Tambaqui**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**  
**COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS - CEUA**

**CIAEP: 02.0341.2019**



Comissão de Ética no Uso de Animais

**Local do experimento:** Laboratório de Nutrição de Peixes do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão.

**\*Não aplicável a Biotério**

São Luís, 21 de setembro de 2020.

*Prof. Dr. Rafael Cardoso Carvalho*  
Presidente da Comissão de Ética no uso de Animais – CEUA/UFMA



Comissão de Ética no Uso de Animais