

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS – CCAA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

GILDILENE TEIXEIRA PESTANA

**DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS PARA PEIXES REDONDOS**

CHAPADINHA – MA  
2022

GILDILENE TEIXEIRA PESTANA

**DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS PARA PEIXES REDONDOS**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim

Co - orientador: Mes. Rafael Silva Marchão

CHAPADINHA – MA

2022

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

PESTANA, GILDILENE TEIXEIRA.

DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS PARA PEIXES REDONDOS /  
GILDILENE TEIXEIRA PESTANA. - 2022.

37 f.

Coorientador(a): RAFAEL SILVA MARCHÃO.

Orientador(a): MARCOS ANTONIO DELMONDES BONFIM.

Monografia (Graduação) - Curso de Zootecnia,  
Universidade Federal do Maranhão, CHAPADINHA - MA, 2022.

1. AVALIAÇÃO. 2. HÍBRIDOS. 3. PEIXES NATIVOS. 4.  
PISCICULTURA. I. DELMONDES BONFIM, MARCOS ANTONIO. II.  
MARCHÃO, RAFAEL SILVA. III. Título.

GILDILENE TEIXEIRA PESTANA

**DIGESTIBILIDADE DE ALIMENTOS PARA PEIXES REDONDOS**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bonfim  
(Orientador/Universidade Federal do Maranhão -UFMA)

---

Prof. Dr. Alécio Matos Pereira  
(Membro interno /Universidade Federal do Maranhão – UFMA)

---

Mes. Antônia Francisca Lima Cardoso  
(Membro interno/ Universidade Federal do Maranhão - UFMA)

Dedico às minhas amadas e saudosas avós Josefa e Mariquinha (in memória) por terem sido grandes incentivadoras e que sempre torciam por minhas conquistas. Aos meus filhos Martinha e Luís Eduardo, aos meus pais e irmãos e a todos meus familiares.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por todas as bênçãos a mim direcionadas.

Aos meus amados filhos, Martinha e Luís Eduardo, por terem sido compreensivos durante a minha ausência, por terem sido bons filhos, bons netos, bons sobrinhos e principalmente por terem sido companheiros e amigos por todo o tempo que estive ausente.

Aos meus amados pais, Gilson e Ednalva, a quem eu sou grata por terem cuidado tão bem dos meus filhos durante a minha ausência e a quem eu devo a minha vida, meu muito obrigado meus pais.

Aos meus irmãos, Felipe, Rayana, Natália e Emanuelle, que mesmo de forma contrária sempre quiseram o meu melhor.

Aos meus avôs José Teixeira e Gerson Pestana, por serem grandes homens a quem eu tenho como exemplo e inspiração.

Às minhas tias Núbia Pestana, Andréa Pestana e Vera Teixeira, por sempre me impulsionarem a seguir com meus objetivos.

Às minhas primas Thâmara Pestana, Tatiana Pestana e Taciana Pestana, que sempre torceram por minhas conquistas.

Ao meu primo Thomersom, por ter vivido comigo todos os desafios de estar longe de casa, morando em outra cidade.

À minha chefe e também amiga Clesiane Silva a quem devo enorme gratidão, por ser uma das pessoas que sempre me incentivou a nunca desistir e seguir com minha graduação.

Às minhas queridas amigas Lainy e Bianca, que sempre estiveram ao meu lado e a quem tenho muita gratidão pela amizade e companheirismo nesses últimos anos.

À família Arouche, tia Inês, Eduardo, Taynara e Walney, por terem me acolhido tão bem, fazendo com que eu me sentisse como um integrante da família.

Aos meus amigos Clésio, Maicon Abreu e Daniele por tudo que fizeram por mim quando estive ausente no meu trabalho e também por sempre torcerem por minhas conquistas.

Aos amigos da turma 2015.2: Danrley, Cledson, Fernando, Bruno, Cláudia, Francilene, Jonas, Ismael, Rayane e Bruna, pelo companheirismo durante os estudos.

Aos integrantes do grupo LANUMA, Rafael, Beatriz, Carol, Rômulo, Mayla, Maylane, Vinicius, Vanilsa, Seu Cléber, Thiago e Geise.

Ao meu orientador e professor, Marcos Bonfim pelos ensinamentos e ajuda sempre que foi possível e por ter aceito ser meu orientador.

A todos os amigos e amigas que a Universidade Federal do Maranhão me presenteou ao longo desses anos, os amigos de disciplinas, de turma e de estágios, que fica impossível falar de cada um, saibam que todos tem uma grande participação na minha vida acadêmica.

A todos os professores das disciplinas que cursei em especial, Professor Alécio e Rafael Carvalho.

“E são tantas marcas, que já fazem parte do que sou agora. Mas ainda sei me virar.”

*Os Paralamas do Sucesso*

## RESUMO

A piscicultura é uma modalidade de criação de peixes que tem se expandido muito nos últimos anos gerando um grande movimento na economia do Brasil, e que atualmente vem cada vez mais utilizando peixes nativos. Dentre estes, o pacu e o tambaqui e seus híbridos que são considerados peixes redondos, têm sido bastante cultivados, pois são peixes tradicionalmente consumidos pela população brasileira nos seus locais de origem. A qualidade da dieta pode ser avaliada quantificando a habilidade dos peixes redondos durante a digestão dos alimentos. Para formular rações e adicionar os alimentos adequados para os peixes, é essencial que se considere a quantidade de proteína necessária para que se obtenha uma dieta equilibrada, além de conhecer a qualidade do alimento adicionado na dieta, já que a composição desse alimento possa afetar a digestibilidade. Este trabalho teve como objetivo identificar, agrupar e avaliar os coeficientes de digestibilidade de proteína, energia e nutrientes em ingredientes de rações para peixes redondos (tambaqui, pacu, pirapitinga e seus híbridos). Observou-se que os estudos sobre a avaliação dos coeficientes de digestibilidade estão carecendo de estudos para as espécies tambatinga (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*) e pirapitinga (*Piaractus brachupomus*), pois ainda são escassas. Estudos sobre os coeficientes de digestibilidade de aminoácidos, fibras, vitaminas e minerais ainda são escassos.

**Palavras – chave:** Avaliação. Híbridos. Peixes nativos. Piscicultura.

## ABSTRACT

Fish farming is a type of fish farming that has expanded a lot in recent years, generating a great movement in the Brazilian economy, and which is currently increasingly using native fish. Among these, pacu and tambaqui and their hybrids, which are considered round fish, have been widely cultivated, as they are fish traditionally consumed by the Brazilian population in their places of origin. Diet quality can be assessed by quantifying the ability of round fish to digest food. In order to formulate rations and add suitable food for fish, it is essential to consider the amount of protein needed to obtain a balanced diet, in addition to knowing the quality of the food added to the diet, since the composition of this food can affect the digestibility. This work aimed to identify, group and evaluate the digestibility coefficients of protein, energy and nutrients in feed ingredients for round fish (tambaqui, pacu, pirapitinga and their hybrids). It was observed that studies on the evaluation of digestibility coefficients are lacking in studies for tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) and pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) species, as they are still scarce. Studies on the digestibility coefficients of amino acids, fiber, vitamins and minerals are still scarce.

**Keywords:** Evaluation. hybrids. native fish. Psychiculture.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) de alimentos utilizados em rações para tambaqui determinados em alguns estudos.....22
- Tabela 2.** Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de ingredientes utilizados em rações para Pacu determinados em estudos. .... 25
- Tabela 3.** Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) de ingredientes utilizados em rações para Tambatinga determinados em estudos.....27
- Tabela 4.** Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de energia bruta (EB) de alimentos alternativos utilizados em rações para juvenis de tambacu.....28
- Tabela 5.** Coeficientes de digestibilidade aparente (%) da proteína bruta (PB) de ingredientes convencionais e alternativos por juvenis de Tambacu determinados em estudos.....28
- Tabela 6.** Coeficientes de digestibilidade aparente (%) da matéria seca (MS), Proteína bruta (PB) e Energia bruta (EB) de alimentos utilizados em rações para Pirapitinga determinados em estudos.....29
- Tabela 7.** Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de ingredientes utilizados em rações para Pirapitinga determinados em estudos.....30

## LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

CDAPB – Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Proteína Bruta

CDAEB – Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Energia Bruta

CDAMS – Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Matéria Seca

CDAEE – Coeficiente de Digestibilidade Aparente de Extrato Etéreo

CDA – Coeficiente de Digestibilidade Aparente

PB – Proteína Bruta

EB – Energia Bruta

CHO – Carboidratos

MS – Matéria Seca

EE – Extrato Etéreo

ENN – Extrato Não Nitrogenado

ED – Energia Digestível

FS – Farelo de Soja

FP – Farinha de peixe

M – Milho

FT – Farelo de Trigo

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	Geral.....	14
2.2	Específicos .....	15
3	REVISÃO DE LITERATURA .....	15
3.1	Os Peixes Redondos.....	15
3.2	Digestibilidade de alimentos em peixes.....	17
3.3	Fatores que afetam os coeficientes de digestibilidade nos alimentos para peixes. ....	18
4	MATERIAL E MÉTODOS .....	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	19
5.1	Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de ingredientes utilizados em rações para tambaqui.....	19
5.2	Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de ingredientes utilizados em rações para pacu.....	222
5.3	Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de ingredientes utilizados em rações para tambatinga.....	266
5.4	Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de ingredientes utilizados em rações para tambacu.....	277
5.5	Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de ingredientes utilizados em rações para pirapitinga. ....	288
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	31
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32

## 1 INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma modalidade de criação de peixes que tem se expandido muito nos últimos anos gerando um grande movimento em grande parte da economia no mercado do Brasil atualmente. Além de ser um grande produtor o Brasil tem se tornado um dos maiores países que consomem peixes no mundo (ENGEPESSCA, 2018).

Segundo o IBGE (2021), a produção aquícola brasileira atingiu 551,9 mil toneladas e valor bruto de produção de R\$ 5,9 bilhões. Com avanços de 4,3% em relação a 2019. A tilápia foi a principal espécie produzida com 62,3% do total de peixes produzidos, somando R\$ 2.9 milhões de reais da produção. A segunda espécie mais produzida foi o tambaqui com 18,2% da produção nacional de peixe (CNA,2021).

Em ambientes confinados, os peixes não dispõem de alimento em quantidade e de qualidade que atendam às exigências nutricionais para desempenho produtivo e reprodutivo ótimos. Visando isso, os nutricionistas têm concentrado esforços para obter informações que permitam formular rações mais eficientes (nutricionalmente completas) para maximização da produtividade, de menor custo e geração de resíduos aos efluentes. Isso implica no conhecimento de exigências nutricionais para as diversas espécies de peixes, do valor nutritivo (composição e capacidade do aproveitamento dos nutrientes e energia) dos alimentos passíveis de serem utilizados na sua formulação (PEZZATO et al., 2009, CYRINO et al., 2010).

As espécies nativas tanto no ambiente natural quanto no cativeiro, exigem diferentes nutrientes para manutenção de suas atividades fisiológicas normais. Proteína e energia assumem grande importância na composição de dietas para peixes com maior destaque para a fração proteica, que é exigida em quantidades elevadas. A relação energia/proteína da dieta interfere de forma expressiva na determinação da concentração ótima de proteína em rações para peixes. Dessa forma, é importante que sejam estabelecidos os níveis adequados de proteína, bem como das relações energia/proteína (BOSCOLO et al., 2011).

A formulação de rações para a maioria das espécies nativas de interesse comercial na aquicultura brasileira é realizada majoritariamente com base na composição/valor nutricional de alimentos determinado para espécies exóticas (por exemplo: tilápia do Nilo) ou espécies de clima temperado. Neste sentido, a necessidade de desenvolver tecnologias que viabilizem a produção de espécies nativas tem levado os pesquisadores brasileiros a constantes estudos, especialmente em relação à alimentação

e nutrição de peixes (ABIMORAD et al., 2007). Em se tratando de peixes híbridos esta premissa tem se tornado ainda mais complexa, uma vez a formulação para estes em geral, quando disponível, se utiliza de valores nutricionais (ingredientes e exigência) determinados para as espécies parentais.

O tambaqui (*Colossoma macropomum*), a pirapitinga (*Piaractus brachupomus*), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e os diferentes híbridos possíveis entre estas três espécies são conhecidas popularmente como “peixes redondos”. A soma da produção dos peixes redondos, representado pelo tambaqui, pacu, pirapitinga e seus híbridos, foi de 154 mil toneladas, uma redução de 1,5% na produção de redondos, em relação ao ano anterior (IBGE, 2020).

A determinação da digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima é o primeiro cuidado quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão em uma ração para peixes, pois o valor nutricional do alimento está relacionado ao seu conteúdo de nutrientes e da capacidade do animal de ingeri-los e absorvê-los (SOARES, et al., 2017).

Diferenças em peso, fase, idade dos animais e condições experimentais podem exercer influência nos resultados encontrados nos estudos de digestibilidade para uma mesma espécie e alimento utilizado, devem ser conhecidos os coeficientes de digestibilidade de fontes protéicas e energéticas empregadas em rações para peixes, pois as diferentes espécies apresentam habilidades intrínsecas quanto à utilização dos nutrientes presentes na ração, correlacionadas principalmente ao hábito alimentar e às características anatômicas e morfológicas do sistema digestório (BOMFIM & LANNA, 2004).

Apesar das características zootécnicas e dos indicadores produtivos dos peixes redondos, há a necessidade de pesquisas para estimar o valor nutricional de ingredientes utilizados na elaboração de rações para estas espécies e/ou híbridos, bem como de trabalhos de revisão para agrupar essas informações dispersas nas publicações.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Realizar um levantamento bibliográfico com objetivo de identificar digestibilidade de energia e nutrientes em ingredientes de rações para peixes redondos (tambaqui, pacu, pirapitinga e seus híbridos).

## 2.2 Específicos

- Agrupar informações sobre os estudos avaliando a digestibilidade de energia e nutrientes para peixes redondos;
- Discutir os dados de trabalhos publicados (similaridades e diferenças);
- Viabilizar informações que poderão servir para a elaboração de rações nutricionalmente eficientes para as espécies e/ou híbridos.

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Os Peixes Redondos

O tambaqui, pacu e pirapitinga são os principais peixes redondos cultivados em água doce no Brasil, bem como seus híbridos (exemplo: tambacu e paqui), possibilitando diversas opções para cultivo, visto que o cruzamento origina híbridos com características desejáveis como ganho de peso e resistência ao frio.

Estes peixes também são cultivados em países vizinhos, como é o caso do pacu cultivado no Paraguai e na Bolívia, e do tambaqui e da pirapitinga, nativos e cultivados no Peru, na Colômbia e na Venezuela. Estes peixes são reofílicos (percorrem longas distâncias durante o período reprodutivo e realizam a desova total na época da piracema). O rápido crescimento (podem atingir entre 1 e 1,5kg de peso no primeiro ano de cultivo), o hábito alimentar diversificado (no habitat natural comem frutas, sementes, moluscos, plantas, pequenos peixes, caranguejos, entre outros alimentos), a rusticidade sob condições de cultivo, a facilidade de captura (despesca com redes), a esportividade e a carne de boa qualidade contribuíram para uma rápida popularização do cultivo desses peixes (PANORAMA DA AQUICULTURA, 2004).

De acordo o Anuário 2021 da Associação Brasileira de Piscicultura (PEIXE BR), o Maranhão é o terceiro maior produtor brasileiro de peixes nativos no ano de 2020, com uma produção estimada de 40.800 toneladas e o 4º maior produtor de outras espécies. A principal espécie cultivada é o tambaqui, com mais de 90% da produção. Espécies como o curimatã (peixe nativo), tilápia e panga (exóticos) e os híbridos do tambaqui (tabatinga e tambacu) também são produzidos no estado (IMIRANTE.COM, 2021).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*), originário da América do Sul, especificamente das bacias dos rios Amazonas e Orinoco, é uma espécie de peixe da classe *Osteichthyes*, subclasse *Actinopterygii*, ordem *Characiformes*, família *Characidae* e subfamília *Myleinae* (DAIRIKI & SILVA, 2011). É o segundo maior

peixe de escamas do Brasil. Além de ser uma das espécies de peixe mais importantes para a economia da Amazônia, é a espécie nativa mais cultivada na Amazônia brasileira e a mais frequente em pisciculturas de todo o país (LOPERA-BARRETO et al., 2011). O tambaqui é uma espécie amplamente adaptada às condições de cultivo e muito utilizada em sistemas intensivos de viveiros escavados e tanques-rede (PAULA, 2009).

O Pirapitinga (*Piaractus brachipomus*) é considerada a terceira maior entre os peixes de escamas da Amazônia. Chega a atingir 0,8 m de comprimento e pesar 20 Kg. É natural dos rios Amazonas, Solimões, Orinoco e respectivos afluentes. Possui hábito alimentar onívoro, naturalmente se alimentam de frutas, sementes, folhas e micro crustáceos (LIMA, 2014).

O Tambatinga é um peixe híbrido resultante do cruzamento da fêmea do tambaqui (*Colossoma macropomum*) com o macho do pirapitinga (*Piaractus brachipomus*). Ambas as espécies parentais da Tambatinga apresentam hábito alimentar onívoro, elevada taxa de crescimento e fácil adaptação a diferentes sistemas de cultivo. É um híbrido que possui rastros branquiais mais desenvolvidos que em pirapitinga, possibilitando uma maior eficiência do processo de filtragem do plâncton existente no meio (GUERRA et al., 1992).

O Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) é um peixe da família *Characidae*, largamente distribuído em território brasileiro, sendo originalmente encontrado na Bacia do Prata e no Pantanal (BORGETTI & CANZI, 1993). É considerado um peixe onívoro, com forte tendência a herbívoro, alimentando-se de frutos, detritos orgânicos, crustáceos, moluscos e pequenos peixes. Seu corpo apresenta forma de disco, com escamas pequenas e numerosas e possui dentes molariformes que podem quebrar pequenos frutos fibrosos e duros.

O Tambacu é um híbrido resultante do cruzamento da fêmea do *Colossoma macropomum* (tambaqui) com o macho do *Piaractus mesopotamicus* (pacu). Apresenta hábito alimentar onívoro e reúne a rusticidade e a resistência a baixas temperaturas do pacu e a precocidade do tambaqui, poucas informações estão disponíveis sobre as exigências nutricionais do tambacu (PEREIRA et al., 2011).

Mesmo tendo uma produção nacional significativa, ainda há escassez de informações referentes às exigências nutricionais e da avaliação da digestibilidade de alimentos para o tambaqui, pacu, tambatinga e seus híbridos.

### 3.2 Digestibilidade de alimentos em peixes

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

Neste sentido, os valores digestíveis são os que melhor estimam a parcela potencialmente “disponível” para o metabolismo do animal em relação aos valores brutos/totais, e a formulação com base em valores digestíveis é mais adequada nutricionalmente (FURUYA et al., 2010; DAIRIKI & SILVA, 2011; NRC, 2011; FRACALOSSO & CIRINO, 2013).

Furuya (2010) afirmou que no Brasil, pesquisas têm sido conduzidas com o intuito de padronizar as metodologias de digestibilidade em peixes, quer sejam estudando marcadores ou formas de coleta de fezes; porém, é preciso salientar que ainda são poucos os trabalhos e poucas as espécies estudadas para este fim.

Os alimentos convencionais para fabricação de rações podem, circunstancialmente, serem mais caros, tornando-se necessário a avaliação de alimentos alternativos (composição e, principalmente a digestibilidade), em especial os regionais, para possibilitar a formulação de rações de menor custo e capacidade poluente (Pascoal et al., 2006; Soares et al., 2017). Entretanto, a composição química de um mesmo alimento pode variar em função de fatores como: a origem, a variedade, o processamento e o ataque de pragas e doenças; influenciando na sua composição bromatológica e, conseqüentemente, nos seus valores digestíveis (NASCIMENTO et al., 2011a). Esse problema é maior quando se utilizam alimentos que, normalmente, apresentam uma grande variabilidade na sua composição, como as farinhas de origem animal e alguns subprodutos de origem vegetal, exemplificando a farinha de carne e ossos e a torta de babaçu, respectivamente.

Nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2017), consta uma composição média de 5 (cinco) tipos de farinha de carne e ossos (38, 43, 48, 52 e 60% de proteína bruta, com variação de  $\pm 2,5\%$  para cada nível tabelado).

Para minimizar essa variação, os valores correspondentes à composição química e digestibilidade de alimentos contidos nas tabelas de referência para animais não ruminantes, em geral, representam a média das observações obtidas nos diferentes ensaios publicados (FURUYA et al., 2010; NRC, 2011; FRACALOSSO & CYRINO, 2013; ROSTAGNO et al., 2017).

### **3.3 Fatores que afetam os coeficientes de digestibilidade nos alimentos para peixes.**

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

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

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

Os indicadores de digestibilidade têm que ser um composto totalmente indigestível, que não seja de origem endógena e que esteja presente no alimento em quantidades que permitam sua fácil detecção pelos métodos analíticos (Vidal Junior, 2000). Podem ser utilizados indicadores internos, um componente indigestível do próprio alimento, ou externos, componente inerte adicionando no alimento. O indicador externo óxido crômico vem sendo extensivamente utilizado em ensaios de

digestibilidade, mas novos indicadores têm sido avaliados e/ou utilizados. O dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) pode ser utilizado como indicador externo, em alternativa ao óxido crômico, em estudos de digestão, tendo ainda um custo relativamente menor (BRAGA et al., 2006; SOARES et al, 2017;).

Para peixes de interesse zootécnico no Brasil, as pesquisas realizadas para determinação de equações de predição ainda são incipientes e se resumem a poucos estudos com tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (VIDAL et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2014) e ainda não apresentam elevado coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). Isto se deve, provavelmente, em função de limitadas informações da correlação entre a composição dos alimentos e a digestibilidade de seus componentes, que possibilitem a obtenção de equações mais abrangentes e/ou de maior ajuste (R<sup>2</sup>).

#### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

Foi feito um levantamento bibliográfico, por meio de trabalhos científicos indexados ou não, com o objetivo de identificar a digestibilidade de energia e nutrientes dos ingredientes utilizados em rações para peixes redondos (tambaqui, pacu, pirapitinga e seus híbridos).

Os trabalhos que foram selecionados para compor o banco de dados tiveram que atender os seguintes critérios de estudos:

1. Publicações entre os anos de 1990 e 2021 com todas as faixas de peso;
2. Foram utilizados como referência: artigos científicos (indexados ou não), trabalhos de conclusão de curso, teses; dissertações e resumos.

#### **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

##### **5.1 Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de ingredientes utilizados em rações para tambaqui.**

Os dados pesquisados tiveram como objetivos a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB), energia bruta (CDAEB) e aminoácidos em rações para Tambaqui que estão sumarizados na Tabela 1.

Vidal Junior et al. (2004) em dois experimentos utilizando o fubá de milho e o farelo de soja como alimentos testes em dietas para tambaqui, compararam o uso de indicadores externos (óxido crômico e carbonato de bário) e internos (cinza insolúvel em ácido, cinza insolúvel em detergente ácido, fibra bruta e fibra detergente ácido) com a técnica de determinação direta. Constam na Tabela 1 os valores médios dos

coeficientes de digestibilidade verdadeira da matéria seca e da proteína bruta do fubá de milho e do farelo de soja. Os resultados dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do farelo de soja e do fubá de milho apresentaram diferenças significativas ( $< 0,05$ ) em função do indicador utilizado nos cálculos. Quando determinados com a técnica de coleta total de fezes, foram superiores aos citados para catfish, truta (NRC, 1993) e salmão (STOREBAKKEN et al., 2000) e próximos aos valores observados para tilápia do Nilo (NRC, 1993; FONTAÍNHAS-FERNANDES et al., 1999). Foi concluído que a determinação direta se mostrou eficiente para estimar os coeficientes de digestibilidade dos alimentos para tambaqui.

Esses resultados foram similares aos encontrados por Riche et al. (1995), que, ao compararem o uso destes dois indicadores na determinação da digestibilidade de alimentos pela tilápia, também não encontraram diferenças significativas na sua recuperação. A técnica de determinação direta mostrou-se eficiente para estimar os coeficientes de digestibilidade dos alimentos para tambaqui.

Buzollo et al. (2018) determinaram os coeficientes de digestibilidade aparente de aminoácidos de 13 ingredientes, que foram divididos em energéticos (milho, farelo de trigo, arroz quebrado e sorgo) e protéicos (glúten de milho, farinha de trigo, farelo de soja, farinha de subproduto de ave, farinha de salmão, farinha de peixe (resíduo de processamento de tilápia), farinha de glúten, farinha de penas, farinha de semente de algodão e levedura de álcool (spray seco)). Neste trabalho foi concluído que os ingredientes protéicos e energéticos, são bem utilizados por juvenis de tambaqui. Milho e farelo de trigo tem a maior média de coeficientes de digestibilidade de aminoácidos totais entre os ingredientes energéticos (95 e 92% respectivamente), enquanto o farelo de glúten de milho e o farelo de soja têm o maior coeficiente de digestibilidade de aminoácidos totais entre os ingredientes protéicos (97,6 e 96,6% respectivamente), apresentados na Tabela 1.

Araújo et al. (2020) observou os valores de CDAs e digestíveis das farinhas de subprodutos de abacaxi, manga e maracujá. Onde o coproduto de manga apresentou o maior CDA-MS e o menor CDAPB, enquanto os demais ingredientes apresentados na Tabela 1, foram iguais entre si. Os três ingredientes apresentaram CDAEE e CDA-MM iguais estatisticamente.

O CDA-EB do coproduto do maracujá foi estatisticamente inferior aos demais. Ao serem considerados os resultados obtidos em diversos estudos de avaliação de

digestibilidade (TUESTA, 2018; COSTA et al., 2009; LOUSADA JÚNIO et al., 2006) foi possível observar que os valores referentes à composição nutricional dos resíduos da produção de polpas de frutas testados neste estudo apresentaram variação considerável, se comparados a outros produtos com potencial uso na fabricação de rações.

Isto se deve principalmente aos diferentes processos de produção pelos quais as frutas são submetidas, conseqüentemente formando resíduos com proporções variadas de cascas, bagaços fibrosos, caroços e sementes, tornando mais complexa a comparação e análise de resultados destes estudos em comparação aos do presente trabalho. De maneira geral, pode-se afirmar que estes coprodutos são caracterizados por baixos níveis de proteína bruta (não superiores a 10%) e altos níveis de fibra bruta (não inferiores a 10%) se forem consideradas como padrão as exigências nutricionais estimadas de tambaquis. Foi concluído que mesmo havendo boa digestibilidade da proteína bruta das farinhas de subprodutos de frutas, os baixos valores de energia digestível, principalmente para o maracujá, somados aos altos níveis de fibra bruta, podem consistir em fatores limitantes ao uso destes ingredientes nas rações de peixes.

Soares et al. (2017), determinou a composição química e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e energia bruta do farelo de arroz integral, farinha do feno da folha de leucena, farinha do feno da folha da mandioca, raspa da raiz integral da mandioca e torta de babaçu para tambaqui na fase de crescimento. Dentre os alimentos testados no presente estudo, a torta de babaçu apresentou os menores valores de digestibilidade aparente para MS, PB, EE e EB, ficando próximo aos valores observados na folha da mandioca, com valores de 38,29% CDAMS, 29,16% CDAPB, 37,90% CDAEE e 25,68% CDAEB, apresentado na tabela 1. Não existe na literatura mais trabalhos de digestibilidade da torta do babaçu para peixes, o que inviabilizou comparações. Neste trabalho concluíram que a farinha do feno da folha da mandioca, farinha do feno da folha da leucena e da torta de babaçu contêm elevados teores de fibras, o que reduz os coeficientes de digestibilidade destes alimentos. O farelo de arroz integral e a raspa da raiz integral da mandioca apresentam os maiores CDAMS, CDAPB, CDAEE e CDAEB, indicando que podem ser alimentos com potencial para uso em rações para tambaqui na fase de crescimento, apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) de ingredientes utilizados em rações para tambaqui determinados em alguns estudos.

Alimentos	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)			Referências
	Proteína bruta	Energia bruta	Matéria seca	
Fubá de milho	82,56	-	84,53	Vidal Júnior et al. (2004)
Farelo de soja	91,89	-	83,69	Vidal Júnior et al. (2004)
Milho	94,5	68,23	-	Buzollo et al (2018)
Farelo de trigo	86,08	68,23	-	Buzollo et al (2018)
Farelo de soja	95,08	76,82	-	Buzollo et al (2018)
Farelo de glúten de milho	98,09	96,91	-	Buzollo et al (2018)
Farelo de abacaxi	82,26	53,25	57,26	Araújo et al (2020)
Farelo de manga	66,61	57,21	69,65	Araújo et al (2020)
Farelo de maracujá	86,07	19,94	30,48	Araújo et al (2020)
Farelo de arroz integral	80,97	78,54	71,34	Soares et al (2017)
Torta de babaçu	29,16	25,68	38,29	Soares et al (2017)
Raspa da raiz integral da mandioca	88,69	89,09	88,52	Soares et al (2017)

## 5.2 Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de ingredientes utilizados em rações para pacu.

Fabregat et al (2008), determinaram a digestibilidade aparente de energia e da proteína do amido de milho, do glúten de milho, do farelo de girassol e da celulose purificada. Os valores de digestibilidade da proteína encontrados neste estudo foram relativamente elevados, variando entre 78,57% para o glúten de milho e 98,55% para a celulose purificada, apresentados na Tabela 2. A digestibilidade da proteína do glúten de milho foi menor ( $P < 0,05$ ) em relação aos outros alimentos. Foi observado que a digestibilidade da energia foi menor para os ingredientes fibrosos, indicando que a fibra provavelmente não é utilizada como fonte de energia. Por outro lado, os resultados

indicam que os juvenis de pacu possuem alta eficiência de aproveitamento da proteína dos diferentes ingredientes.

Abimorad e Carneiro (2004) também encontraram variações na digestibilidade aparente da energia de outros alimentos para o pacu. As diferenças nos valores de digestibilidade de energia normalmente estão relacionadas com variações na composição química, processamento e origem dos diferentes ingredientes.

Abimorad e Carneiro (2004) determinaram os coeficientes de digestibilidade aparente da fração protéica e da energia de 14 ingredientes mais utilizados na formulação de rações para pacu (farinha de penas, farinha de peixes, farinha de vísceras, farinha de sangue, farelo de soja, farinha de carne e ossos, soja tostada, farelo de algodão, soja crua, levedura, farelo de trigo, sorgo, farelo de arroz e milho). Neste estudo foi observado que os valores médios de digestibilidade da proteína dos alimentos de maneira geral, apresentaram-se altos, não variando estatisticamente (entre 93,89 e 75,73%), observados para o farelo de trigo e a farinha de penas respectivamente, apresentados na Tabela 2. De modo geral, os concentrados protéicos estudados apresentaram-se como boas fontes de proteína para o pacu, apesar que seus valores brutos serem relativamente baixos, tiveram boa digestibilidade desse nutriente, proporcionando níveis satisfatórios de proteína digestível. Os alimentos que apresentaram maiores concentrações de energia digestível para o pacu foram: a soja tostada (4973,36 kcal/kg), a soja crua (4715,48 kcal/kg) e o farelo de arroz (4211,29 kcal/kg), em razão dos altos teores de gordura e coeficientes de digestibilidade da energia. Os resultados deste estudo concluíram que a maioria dos concentrados protéicos pode ser utilizada como ótimas fontes de proteína, com exceção da farinha de sangue e a levedura. Os alimentos energéticos confirmaram-se como excelentes fontes de energia em dietas para pacu.

Stech et al. (2010) determinaram as atividades dos inibidores de tripsina, hemaglutinante e teores de taninos presentes no farelo de soja e nas sojas integrais crua, macerada, tostada e extrusada e avaliaram suas implicações sobre a qualidade da fração protéica destes produtos para o pacu, por meio de ensaio de digestibilidade. Os resultados dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica das sojas tostada, extrusada e do farelo de soja não apresentaram diferenças entre si ( $p > 0,05$ ), mas diferiram entre si ( $p < 0,01$ ). Foi observado que as sojas cruas e maceradas apresentaram menor teor de proteína digestível diferindo estatisticamente do farelo de soja e soja

extrusada, apresentados na Tabela 2. No entanto foi concluído que pode ser considerado que todos os materiais analisados possuem alto teor de proteína digestível para o pacu e a utilização do farelo de soja e as sojas extrusada e tostada implicam em melhoria na qualidade da dieta. Portanto o uso de soja tostada e extrusada ou de farelo de soja deve ser priorizada perante as sojas crua ou macerada em vista de seus maiores coeficientes de digestibilidade da fração protéica.

Timpone et al. (2008) avaliou a digestibilidade aparente da casca de soja e da polpa cítrica utilizando a cinza ácida insolúvel e o óxido de cromo como marcadores externos em ensaios com juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Os coeficientes foram determinados pelo método de coleta parcial de excretas e foi avaliada a adição na dieta de 0,5 e 1% de cinza insolúvel em ácido (Celite™) e 1% de óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como marcadores inertes. Onde, de acordo com a análise estatística não houve diferença significativa entre os marcadores nas rações com a inclusão da polpa cítrica e da casca de soja, indicando que ambos os marcadores são apropriados para a determinação da digestibilidade aparente de ingredientes para o pacu. No estudo em questão a CIA foi eficiente na avaliação das digestibilidades da polpa cítrica e da casca de soja, apresentados na Tabela 2. Entretanto, os coeficientes para a casca de soja apresentaram variação bastante grande. Esse resultado pode estar relacionado com o alto teor de fibra (FB=30%) desse ingrediente. Há, portanto, a necessidade de se conhecer os níveis máximos toleráveis de fibra bruta que devem conter as rações das diferentes espécies de peixes.

Fernandes et al. (2004), determinou os coeficientes de digestibilidade aparente para matéria seca, energia, proteína e lipídio de alguns ingredientes dietéticos comuns (farinha de soja, farinha de peixe, milho e farelo de trigo) para pacu. Neste estudo os maiores valores para a proteína bruta para o pacu foram os de farinha de peixe (90,5%) e milho (85,1%), confirmando a capacidade do pacu para digerir alimentos animais e vegetais.

O farelo de soja obteve baixos valores para o pacu, o que pode refletir uma resposta específica da espécie a fatores antinutricionais presentes no farelo de soja, ou diferenças na forma como o farelo de soja foi processado em diferentes estudos. No presente trabalho foi concluído que a maior parte das digestibilidades dos alimentos estudados (farinha de peixe, milho e farelo de trigo) para o pacu foram semelhantes a estudos para outras espécies onívoras de águas quentes. Os valores de digestibilidade

protéica, lipídica e energética do farelo de soja em *P. brachypomus* foram menores do que de outras onívoras de água quente, exceto *P. mesopotamicus* intimamente relacionado.

**Tabela 2.** Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de ingredientes utilizados em rações para Pacu determinados em estudos.

Ingredientes	Coeficiente de digestibilidade aparente		Referências
	Proteína (%)	Energia bruta (% Kcal/kg)	
Glúten de milho	78,57	67,15	Fabregat et al (2008)
Amido de milho	92,91	99,98	Fabregat et al. (2008)
Farelo de girassol	89,62	46,45	Fabregat et al (2008)
Celulose purificada	98,55	27,62	Fabregat et al (2008)
Farelo de trigo	93,89	81,16	Abimorad & Carneiro (2004)
Farinha de penas	75,73	79,52	Abimorad & Carneiro (2004)
Soja tostada	92,04	91,45	Abimorad & Carneiro (2004)
Soja crua	83,46	92,71	Abimorad & Carneiro (2004)
Farelo de arroz	80,82	92,73	Abimorad & Carneiro (2004)
Farelo de soja	93,88	-	Stech et al (2010)
Soja crua	80,06	-	Stech et al (2010)
Soja macerada	82,80	-	Stech et al (2010)
Polpa cítrica	82,9	54,9	Timpone et al (2008)
Casca de soja	80,1	73,2	Timpone et al (2008)
Farinha de peixes	90,49	3,826kcal/kg	Fernandes et al (2004)
Milho	85,06	3,353kcal/kg	Fernandes et al (2004)
Farelo de trigo	61,62	1,784kcal/kg	Fernandes et al (2004)
Farelo de soja	75,88	2,383kcal/kg	Fernandes et al (2004)

### **5.3 Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de ingredientes utilizados em rações para tambatinga.**

Oliveira (2017) avaliou as médias dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) para a folha de amoreira, resíduo do caroço de açaí, resíduo industrial do tomate e torta de buriti para tambatinga que estão apresentadas na Tabela 3.

Foram encontradas diferenças significativas para os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e da energia, em função do alimento avaliado. Observou-se que para os alimentos analisados, o resíduo do caroço de açaí e a torta de buriti apresentaram os maiores coeficientes de digestibilidade aparente para a proteína, seguido pelos valores dos CDA da folha de amoreira e do resíduo industrial do tomate.

Os resultados para o coeficiente de digestibilidade aparente da PB obtidos para o resíduo do caroço de açaí e para a torta de buriti foram próximos ao relatado por ALMEIDA (2017) avaliando o resíduo de mangapara o tambaqui, obtendo 78,20% para o CDA da proteína. OLIVEIRA et al. (1997), avaliando a torta de dendê para pacus, também encontraram valor próximo, sendo de 75,76% para a CDA da proteína. Ainda com alimentos 8 semelhantes, TIMPONE et al. (2008), avaliando a digestibilidade da casca de soja e da polpa cítrica em pacus, encontraram valores médios de 73,2 e 75,7% para os coeficientes de digestibilidade da proteína.

Entretanto, BRAGA et al. (2010), avaliando um alimento semelhante à torta de buriti, o farelo de cacau (12,96% de PB e 26% de FB), encontraram valores abaixo para a digestibilidade da proteína (38,47%), em tilápia-do Nilo. Os autores evidenciaram que o alto teor de fibra em detergente ácido (34%) e a presença de fatores antinutricionais podem ter prejudicado o aproveitamento dos nutrientes.

LEITE et al (2018) determinaram os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta e da energia bruta do alimento alternativo resíduo industrial do tomate para a tambatinga e obtiveram os seguintes resultados: foram de 64,69% para a proteína e de 35,54% para a energia.

O valor do CDA da proteína para o resíduo industrial do tomate foi semelhante ao obtido por FURUYA et al. (2008) quando utilizaram polpa de tomate na alimentação de tilápia-do-Nilo (69,04%), entretanto esses autores obtiveram um CDA da energia de 47,93%, valor superior ao encontrado nesse estudo. Os resultados obtidos neste estudo observaram os níveis de aproveitamento dos nutrientes, especialmente a energia, foram

influenciados pelo teor de fibra presente no alimento avaliado. Como conclusão apesar do resultado de digestibilidade da proteína e da energia do resíduo industrial do tomate ser discreto em relação a alimentos convencionais, a utilização deste pode se tornar importante, mesmo que de forma limitada, para viabilizar rações em regiões que tentam alta produção desse alimento.

**Tabela 3.** Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) de ingredientes utilizados em rações para Tambatinga determinados em estudos

Alimentos	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)		Referências
	Proteína bruta	Energia bruta	
Folha de amoreira	67,24	56,62	De Oliveira, (2017)
Residuo do caroço do açaf	80,58	23,87	Almeida (2017)
Residuo industrial do tomate	64,69	35,54	Leite et al (2018)
Torta de buriti	78,22	63,94	Almeida (2017)

#### 5.4 Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de ingredientes utilizados em rações para tambacu.

Araújo et al. (2012) avaliou os coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB) dos ingredientes alternativos farelo de algaroba (*Prosopis juliflora*), farelo do resíduo do processamento de feijão (*Phaseolus vulgaris, L.*) e farelo do resíduo de macarrão para juvenis de tambacu. O CDAEB do resíduo de macarrão (84,6±1,3%) foi significativamente superior ao do farelo de algaroba (40,2±6,5%) e do resíduo de feijão (46,6±3,4%), não existindo diferença entre os CDAEB destes últimos. Onde os valores calculados de ED para os farelos de resíduo de macarrão, de algaroba e do resíduo de processamento do feijão foram 2.436, 1.612 e 1.929 kcal kg<sup>-1</sup> respectivamente. No presente trabalho foi concluído que o resíduo de macarrão é uma fonte energética alternativa superior, entre os ingredientes avaliados, para substituir os ingredientes tradicionalmente empregados na formulação de rações para juvenis de tambacu.

**Tabela 4.** Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de energia bruta de alimentos alternativos utilizados em rações para juvenis de Tambacu determinados em estudos.

Espécie/ingrediente	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)		Referências
	Energia bruta (%)	Energia digestível (kcal/kg)	
Farelo do resíduo de feijão	46,6	1.929	Araújo et al (2012)
Resíduo de macarrão	84,6	2.436	Araújo et al (2012)
Farelo de algaroba	40,2	1.612	Araújo et al (2012)

Bicudo et al (2014), determinou os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) na farinha de resíduo de feijão comum (RFC), farelo de algodão (ALG), milho (MIL), farelo de algaroba (FA), farinha de resíduo de macarrão (MAC), farelo de soja (FS) e farelo de trigo (FT) para o híbrido tambacu (*Colossoma macropomum* x *Piaractus mesopotamicus*). No presente trabalho a digestibilidade aparente da MS e EB dos ingredientes diminuiu com o aumento do conteúdo de fibra dos ingredientes, variando de 27- 90% para MS e 40,2-93,3% para EB. A digestibilidade aparente da PB variou de 26,7-97,3% e 66,3-90,3% para as fontes energéticas e proteicas, respectivamente. O menor CDA da PB foi observado no farelo de algodão entre as fontes energéticas e na farinha de resíduo de feijão comum nas fontes proteicas vegetais, apresentados na Tabela 5. A farinha de resíduo de macarrão pode ser utilizada em dietas para tambacu.

**Tabela 5.** Coeficientes de digestibilidade aparente (%) da proteína bruta (PB) de ingredientes convencionais e alternativos por juvenis de Tambacu determinados em estudos.

Alimentos	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)		Referências
	Proteína bruta		
Energéticos	26,7 – 97,3%		Bicudo et al. (2014)
Protéicos	66,3 – 90,3%		Bicudo et al. (2014)

### 5.5 Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de ingredientes utilizados em rações para pirapitinga.

Torres et al. (2013) avaliaram os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína e energia de alimentos de origem animal e vegetal, utilizada

na ração do pirapitinga ou cachama (*Piaractus brachypomus*). Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) de proteína variou de 92,1 a 84,7% entre os ingredientes proteicos de origem vegetal, de 85,0 a 68,5% nas proteínas de origem animal, e de 83,7 a 57,6% entre as de origem vegetal com baixo teor protéico. Os CDAs de energia de bolo de soja, glúten de milho, farinha de mandioca integral e todos os ingredientes de origem animal renderam valores maior que 76%. Os CDAs máximos de MS variaram entre 71 e 78% e foram observados em glúten, farinha de mandioca e em ingredientes de origem animal, apresentados na Tabela 6. No presente trabalho foi concluído que, os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca são maiores para ingredientes de origem animal, que a digestibilidade da proteína foi maior do que 81% na maioria dos ingredientes investigados, exceto em farinhas de sangue, carne e ossos e em trigo, arroz, milho e farinhas de mistura de ração de milho e que a alta digestibilidade do glúten de milho indica que este ingrediente pode ser considerado uma excelente fonte de proteína na dieta de pirapitinga.

**Tabela 6.** Coeficientes de digestibilidade aparente (%) da matéria seca (MS), Proteína bruta(PB) e Energia bruta (EB) de alimentos utilizados em rações para Pirapitinga determinados em estudos.

Alimentos	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)			Referências
	Proteína bruta	Energia bruta	Matéria seca	
Farinha de milho	74,6	44,8	32,2	Torres et al., (2013)
Bolo de soja	92,1	79,3	62,5	Torres et al., (2013)
Glúten de milho	84,7	75,8	71,1	Torres et al., (2013)
Farinha de mandioca integral	83,7	79,9	74,8	Torres et al., (2013)
Farinha de sangue	77,8	78,2	78,6	Torres et al., (2013)
Farinha de carne e ossos	68,5	76,6	72,7	Torres et al., (2013)
Farinha de trigo	86,4	67,1	53,5	Torres et al., (2013)
Farinha de arroz	75,0	66,0	59,8	Torres et al., (2013)

Gutiérrez-Espinosa et al., (2008) determinaram os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia (CDAP e CDAE, respectivamente) da soja *Glycine max*,

utilizada na formulação de dietas para cachama (*Piaractus brachypomus*). Os coeficientes de digestibilidade para proteína (CDAP) e energia (CDAE) da soja analisados (soja integral torrada, soja integral crua e torta de soja), são mostrados na Tabela 7. O CDAP para a torta de soja neste experimento foi maior do que o relatado por FERNANDES et al. (2004) nesta mesma espécie (75,9%), mas inferior ao observado para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), uma espécie do mesmo gênero de cachama, com 90,6% (ABIMORAD et al., 2008).

No trabalho de Abimorad et al. (2008) foram determinados o CDA de aminoácidos obtendo valores que variou entre 88,1 e 95,7% e entre 86,2 e 95,4% para aminoácidos essenciais e não essenciais respectivamente; esses resultados, juntamente com os observados neste experimento, indicam que para peixe do gênero *Piaractus* a torta de soja é matéria-prima proteína vegetal de alta digestibilidade, muito apropriado para a formulação de rações para aumentar.

Para a soja integral torrada, o valor de CDAP de 81,1% observado neste experimento foi semelhante ao relatado por VITÓRIA et al. (2003) em tilápia *Oreochromis sp.*, que avaliou esta matéria-prima incluindo-a em quatro níveis entre 25 e 40% da dieta obtendo CDAP que também variou entre 84,5% e 86,6% e inferior ao reportado por ABIMORAD e CARNEIRO (2004) para pacu onde o CDAP do SIT foi de 92,04%;

**Tabela 7.** Coeficientes de digestibilidade aparente (%) de ingredientes utilizados em rações para Pirapitinga determinados em estudos.

Alimentos	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)		Referências
	Proteína bruta	Energia bruta	
Soja inteira crua	75,6	66,7	Gutiérrez-Espinosa et al., (2008)
Soja integral torrada	81,1	59,1	Gutiérrez-Espinosa et al., (2008)
Torta de soja	83,2	59,9	Gutiérrez-Espinosa et al., (2008)

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para os peixes redondos mencionados no presente trabalho existe vasta quantidade de publicações relevantes. Porém estudos sobre a determinação de digestibilidade de aminoácidos, ácidos graxos essenciais, vitaminas e minerais são escassos, os estudos estão mais direcionados para a determinação dos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta e energia dos alimentos. Existe um maior número de estudos para as espécies, tambaqui e pacu e já para as outras espécies ou híbridos como a tambatinga, tambacu e pirapintiga há poucas informações. O uso adequado dos alimentos fornecidos nas dietas para os peixes redondos mencionados pode orientar a formulação de dietas de alta qualidade para os peixes, fazendo com que o produtor de peixes possa ter uma maior produção que conseqüentemente lhe trará mais benefícios e pouco custo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. 2004. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) Holmberg, 1887. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1101-1109, 2004.
- ABIMORAD, E., G.; SQUASSONI, G., H.; CARNEIRO, D., J. 2008. Aparente digestibilidade de proteínas, energia e aminoácidos em alguns ingredientes de ração selecionados para pacu (*Piaractus mesopotâmico*). **Nutrição da Aquicultura**. 2008; 14: 374-380.
- ABIMORAD, E.. G., CARNEIRO, D., J., & URBINATI, E., C., 2007. Growth and metabolism of pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887) juveniles fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. **Aquaculture Research**, 38, 36-44.
- ALENCAR ARARIPE, M.N.B.; ARARIPE, H.G.A.; LOPES, J.B.; CASTRO, P.L.; BRAGA, T. E.A.; FERREIRA A.H.C.; ABREU, M.L.T. 2011. Redução da proteína bruta com suplementação de aminoácidos em rações para alevinos de tambatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1845–1850, 2011<sup>a</sup>
- APPER-BOSSARD, E.; FENEUIL, A.; WAGNER, A.; RESPONDEK, F. 2013 Uso de glúten de trigo vital em alimentos para aquicultura. **Aquatic Biosystems**, 9: 21. PMID: 24237766.
- ARAÚJO, T., A., T.; SILVA, T., R., M.; TONINI, W., C., T.; BRAGA, L., G., T.; HISANO, H., BICUDO, A., J., A., 2012. Valores de energia digestível de alimentos alternativo para juvenis de tambacu (*Colossoma macropomum* × *Piaractus mesopotamicus*). In: **Embrapa Agropecuária Oeste-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: **CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA**, 5., 2012, Palmas. Unir, consolidar e avançar: anais. Palmas: **AQUABIO**, 2012. Organizado por: Sílvia Ricardo Maurano; **AQUACIÊNCIA** 2012., 2012.
- BICUDO, A., J., A.; ARAUJO, T., A., T.; BRAGA, L.. G., T.; TONINI, W., C., T.; HISANO, H. 2014. Digestibilidade aparente de ingredientes convencionais e alternativos por juvenis de tambacu. In: **VI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA** (AQUACIÊNCIA, 2014, Foz do Iguaçu. (resumo publicado em congresso).
- BICUDO, A., J., de A.; ARAÚJO, T., A., T., de; RESENDE, A., M.; BRAGA, L., G., T.; HISANO, H. Valores de energia digestível de alimentos convencionais para juvenis de tambacu (*Colossoma macropomum* × *Piaractus mesopotamicus*). In: Embrapa Agropecuária Oeste-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: **CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA**, 5. 2012, Palmas, TO.
- BOMFIM, M., A., D.; LANNA, E., A., T. 2004. Fatores que afetam os coeficientes de digestibilidade nos alimentos para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n°1, p.20-30, 2004.

BONALDO, A.; PARMA, L.; MANDRIOLI, L.; SIRRI, R.; FONTANILLAS, R.; BADIANI, A.; GATTA, P., P. 2011. O aumento de proteínas vegetais na dieta afeta o desempenho de crescimento e a excreção de amônia, mas não a digestibilidade e a histologia intestinal em juvenis de pregado (*Psetta maxima*). **Aquacultura** (Amsterdã, Holanda), 318(1-2): 101-108.

BORGHETTI, J., R; CANZI, C. 1993. Efeito da temperatura da água e da taxa de alimentação sobre a taxa de crescimento de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) criado em tanques-rede. **Aquaculture**, v.114, p.93-101, 1993.

BOSCOLO, W., R., SIGNOR, A., FREITAS, J., D., BITTENCOURT, F., & FEIDEN, A.; 2011. Nutrição de peixes nativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40(supl. especial), 145-154.

BRAGA, G.M.; FRANCO, L., S.; LEAL, C., C.; RICALDE, R., S.; CORREA, J., S. 2006. Comparison of two dietary marks in the determination of amino acid digestibility in some foodstuffs for growing broiler chickens. **Revista Interciência**. vol. 31 Nº 12. dec. 2006.

BRAGA, L.G.T.; RODRIGUES, F.L.; AZEVEDO, R.V.; CARVALHO, J.S.O. e RAMOS, A.P.S. 2010. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de coprodutos agroindustriais para tilápia do Nilo. **Rev Bras Saúde Prod Anim**, 11: 1127-1136.

BUZOLLO, H; NASCIMENTO, T., M., T. do; SANDRE, L., C., G., de; NEIRA, L., M.; JOMORI, R., K.; CARNEIRO, D., J. 2018. Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos utilizados em dietas para tambaqui. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 44, n. 2, pág. 547-555, dez. 2018. ISSN 1678-2305.

CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Pesquisa Pecuária Municipal 2020. Disponível em: <[https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletins/Comunicado-Tecnico-CNA-ed-30\\_2021.pdf](https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/boletins/Comunicado-Tecnico-CNA-ed-30_2021.pdf)> . Acesso em: 03 fev 2022.

COSTA, W. M.; LUDKE, M. C. M. M.; BARBOSA, J. M.; HOLANDA, M A.; SANTOS, E. L.; RICARTE, M. Digestibilidade de nutrientes e energia de resíduos de frutas pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECCIA**, 46, 2009, Paraná. Anais... Maringá: [s.n.] 2009. p.1-3.

CYRINO, J., E., P.; BICUDO, A., J.A.; SADO, R., Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J., K., A. Piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.68-87, 2010.

DAIRIKI, J. K.; SILVA, T. B. A. Revisão de literatura: exigências nutricionais do tambaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. Manaus: **Embrapa Amazônia Ocidental**, 2011. 44p (Embrapa Amazônia Ocidental, 91).

DE MAGALHÃES ARAÚJO, D., BORDINHON, A. M., FUJIMOTO, R. Y., DA SILVA, W. M., & DA SILVA, D. R. 2020. Digestibilidade de farinhas de coprodutos

de abacaxi, manga e maracujá pelo tambaqui (*Colossoma macropomum*). **HOLOS**, 5, 1-10.

ENGEPECA: Piscicultura: Tudo que você precisa saber sobre criação de peixes. Disponível em: <<https://www.engepesca.com.br/post/piscicultura-tudo-que-voce-precisa-saber-sobre-criacao-de-peixes>>. Acesso: 03 fev 2022.

FABREGAT, T., E., H., P.; FERNANDES, J., B., K.; RODRIGUES, L., A.; BORGES, F., de F.; PEREIRA, T., S.; NASCIMENTO, T., M., T., do; 2008. Digestibilidade aparente da energia e da proteína de ingredientes selecionados para juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus*. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 6, n. 4, p. 459-464, 2008.

FERNANDES, J., B., K.; LOCHMANN, R.; BOCANEGRA, F., A. 2004. Coeficientes de digestibilidade aparente de energia e nutrientes de ingredientes dietéticos para pacu *Piaractus brachyomus*. **Revista da Sociedade Mundial de Aquicultura**, v. 35, n. 2, pág. 237-244, 2004. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/67744>>.

FONTAÍNHAS-FERNANDES, A.; GOMES, E.; REISHENRIQUES, M.A. Replacement of fish meal by plant proteins in diet of Nile tilapia: digestibility and growth performance. **Aquaculture Institute**, v.7, n.1, p.57-68, 1999.

FRACALOSSO, D.M; CYRINO, J.E.P. 2013. **Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. 1ª edição. Florianópolis – SC: Aquabio, 2013. 232p.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; BOSCOLO, W. R.; CYRINO, J. E. P.; FURUYA, V. R. B.; FEIDEN, A. 2010. **Tabelas brasileiras para nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100p.

FURUYA, W.M.: E FURUYA, V.R.B. 2010. Rações de Baixo Impacto Ambiental para Peixes. Palestras (CD ROM). In: **20 th Congresso Brasileiro de Zootecnia**, Palmas, Brasil, 2010.

FURUYA, W.M.; FURUYA, V.R.B. 2010. Nutritional innovations on amino acids supplementation in Nile tilapia diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.39, p.88-94, 2010.

GATLIN, D., M; BARROWS, F., T; BROWN, P.; DABROWSKI, K.; GAYLORD, T., G; HARDY, R., W; HERMAN, E.; ABRAÇO.; KROGDAHL, Å.; NELSON, R.; OVERTURF, K.; RUST, M.; SEALEY, W.; SKONBERG, D.; SOUZA, E., J; APEDREJADO.; WILSON, R.; WURTELE, E. 2007. Expandindo a utilização de produtos vegetais sustentáveis em aquafeeds: uma revisão. **Pesquisa de Aquicultura**, 38(6): 551-579.

GUERRA, H. F.; ALCANTARA, F. B.; SANCHEZ, H. R.; AVALOS, S. Q. 1992. Hibridacion de paco, *Piaractus brachyomus* (Cuvier, 1818) por gamitana, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) en Iquitos – Peru. **Folia Amazonica**. Iquitos, 4: 107- 114.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020. **Pesquisa da Pecuária Municipal**.

IMIRANTE.COM. Maranhão se destaca no ranking nacional de produção de pescado. Disponível em: <<https://imirante.com/maranhao/noticias/2021/05/05/maranhao-se-destaca-no-ranking-nacional-de-producao-de-pescado.shtml>>. Acesso em: 03 fev 2022.

KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo de tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. Acqua Imagem. **Revista Panorama da Aquicultura**, vol. 14, n. 82. 2004.

LEITE, M. D. O., de OLIVEIRA, V. T. N., MENDES, H. R. C., SILVA, S. J. G., PEREIRA, T., de GRÓS, M. L., ... & de OLIVEIRA, A. L. 2018. Digestibilidade da proteína e energia do resíduo industrial de tomate para a tambatinga. **CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA** – agosto 2018.

LIMA, M., C., D., C.; 2014. Desenvolvimento embrionário e larval de *Colossoma macropomum*, *Piaractus brachypomus* e do híbrido tambatinga. **Departamento de Zootecnia**. Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

LOPERA-BARRETO, N. M., RIBEIRO, R., P., POVH, J. A., VARGAS-MENDEZ, L. D., & POVEDA-PARRA, A. R. 2011. Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo. Guaíba: **Agrolivros. Nutrición na cuicultura II**. Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y técnica.

LOUSADA JUNIOR, J.E.; NEIVA, J.N.N.; RODRIGUEZ, N.M.; COSTA, J.M.C. 2006. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agrônômica**, 37(1): 70-76.

NASCIMENTO, G.A.J.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; REIS NETO, R.V.; LIMA, R.R.; ALLAMAN, I.B. 2011. Equações de predição para estimar valores da energia metabolizável de alimentos concentrados energéticos para aves utilizando meta-análise. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.222-230, 2011a.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC.1993. **Nutrient requirements of fish**. Washington: **National Academy of Science**. 1993. 105p.

OLIVEIRA, E. G.; URBINATI, E. C.; SOUZA, V. L.; ROVIERO, D. P. 1997. Índice gorduraviscero-somático e níveis de lipídio total em diferentes tecidos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, HOLMBERG, 1887). **Boletim do Instituto da Pesca**, v.24, especial, p.97-103.

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

OLIVEIRA, VANDEMÍSIA TIANE NERY de. Digestibilidade aparente da proteína e energia de alimentos alternativos para a tambatinga [manuscrito] 16 p. **Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba**, 2017.

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

PAULA, P., D., 2009. Desempenho do Tambaqui (*Colossoma macropomum*), da Pirapitinga (*Piaractus brachypomum*), e do híbrido Tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomum*) mantidos em viveiros fertilizados na fase de engorda. Goiânia – GO, 2009. 69f. **Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás. CCS. Produção Animal**, 2009.

PEIXE BR. Associação Brasileira de Piscicultura. Anuário 2021. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/>>. Acesso em: 03 fev 2022.

PEREIRA, M.C.; AZEVEDO, R.V.; BRAGA, L.G.T. Óleos vegetais em rações para o híbrido tambacu (macho *Piaractus mesopotamicus* x fêmea *Colossoma macropomum*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.2, p.551-562, 2011

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

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

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

RICHE, M.; WHITE, M.R.; BROWN, P.B. 1995. Barium carbonate as an alternative indicator to chromic oxide for use in digestibility experiments with rainbow trout. **Nutrition Research**, v.15, n. 9, 1323-1331, 1995.

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. 2017. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2017. 488p.

SILVA, J. A. M., PEREIRA-FILHO, M., CAVERO, B. A. S. & OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. 2007. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). **Acta Amazonica**, 37, 157-164.

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

- SOARES, K.J.A.; RIBEIRO, F.B.; BOMFIM, M.A.D.; MARCHÃO, R.S. 2017. Valor nutricional de alimentos alternativos para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Archivos de Zootecnia**, v.66, n.256, p. 491-497, 2017.
- STECH, M. R.; CARNEIRO, D. J.; CARVALHO, M. R. B. DE. 2010. Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 255-262, 2 set. 2010.
- STOREBAKKEN, T.; SHEARER, K.D.; BAEVERFJORD, G. 2000. Digestibility of macronutrients, energy and amino acids, absorption of elements and absence of intestinal enteritis in Atlantic salmon, *Salmo salar*, fed diets with wheat gluten. **Aquaculture**, v.184, p.115-132, 2000.
- TEIXERA, E., A.; SALIBA, E., O., S.; EULER, A., Z., C., C.; FARIA, P., M., C.; CREPALDI, D., V.; RIBEIRO, L., P.; 2010. Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.6, p.1180-1185, 2010.
- TIMPONE, I., t.; FERNADES, J., B., K.; SHORER, M.; FABREGAT, T., E., H., P. 2008. Digestibilidade aparente da casca de soja e da polpa cítrica para juvenis de pacu (*piaractus mesopotamicus*) utilizando dois marcadores externos. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 6, n. 4, p. 465-473, out. 2008.
- TUESTA, M.G.R. 2018. Valor nutricional de coprodutos da indústria de polpa de frutas e níveis de inclusão em rações de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **TESE (Doutorado em Zootecnia)**. Universidade Federal de Viçosa, 93p.
- VÁSQUEZ-TORRES, W.; YOSSA, M.I.; GUTIÉRREZ-ESPINOSA, M.C.2013. Digestibilidad aparente de ingredientes de origen vegetal y animal en la cachama. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, v.48, p.920-927, 2013.
- VICTORIA, N., F, LEMETER, P.; ESPEJO, C. 2003 Valor nutricional de soja integral para tilápia vermelha. **Trabalho de graduação. Universidade Nacional da Colômbia, Palmira**. 180p.
- VIDAL JÚNIOR, M., V.; DONZELE, J., L.; ANDRADE, D., R.; SANTOS, L., C.;2004. Determinação da digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do fubá de milho e do farelo de soja para tambaqui (*Colossoma macropomum*), utilizando-se técnicas com uso de indicadores internos e externos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2193-2200, 2004 (Supl. 3).
- VIDAL JUNIOR, M.V. 2000. Técnicas de determinação de digestibilidade e determinação de nutrientes de alimentos para tambaqui. **Tese (Doutorado)**. Viçosa. Minas Gerais. 2000.
- VIDAL, L.V.O. 2010. Equações de predição para valores de proteína e energia digestíveis em alimentos de origem animal para tilápias. Maringá, PR: UEM. 29p. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)**. Universidade Estadual do Paraná, 2010.