

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**DIGESTIBILIDADE DE RESÍDUOS DE FRUTAS PARA
ACARÁ DISCO (*Symphysodon aequifasciatus*)**

GUSTAVO HENRIQUE FIDELIS FERRI

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2021**

DIGESTIBILIDADE DE RESÍDUOS DE FRUTAS PARA ACARÁ DISCO
(Symphysodon aequifasciatus)

GUSTAVO HENRIQUE FIDELIS FERRI

Orientador: Profa. Dra. Cláucia Aparecida Honorato

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte das exigências para conclusão do curso de
Engenharia de Aquicultura.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

F388d Ferri, Gustavo Henrique Fidelis

Digestibilidade de resíduos de frutas para Acará disco (*Symphysodon aequifasciatus*)
[recurso eletrônico] / Gustavo Henrique Fidelis Ferri. -- 2021.

Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Cláucia Aparecida Honorato da Silva.

TCC (Graduação em Engenharia de Aquicultura)-Universidade Federal da Grande
Dourados, 2021.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Nutrição. 2. Resíduos da agroindústria. 3. Reaproveitamento. I. Silva, Cláucia
Aparecida Honorato Da. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

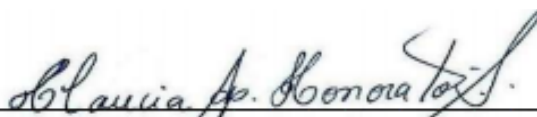
DIGESTIBILIDADE DE RESÍDUOS DE FRUTAS PARA ACARÁ DISCO
(Symphysodon aequifasciatus)

Por

Gustavo Henrique Fidelis Ferri

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO DE AQUICULTURA

Aprovado em: 6 de Maio de 2021.



Prof. Dra. Cláucia Aparecida Honorato
Orientadora – UFGD/FCA



Prof. Dra. Cleonice Cristina Hilbig
Membro da Banca – UFGD/FCA



Prof. Msc. Henrique Momo Ziemniezak
Membro da Banca – Doutorando - UEL

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me guiado e ajudado até aqui.

Aos meus pais, por todo apoio dispensado ao longo da graduação.

Projeto No: 488122/2013-9 aprovado na Chamada MEC/SETEC/CNPq N ° 94/2013.

Multifrutas (AGRICOM - Agro Indústria e Comércio Anadiense LTDA) – pelo fornecimento das matérias primas e a Poytara pela confecção das dietas experimentais.

Em especial a minha orientadora Cláucia Honorato, por ser uma profissional incrível, por todos os ensinamentos compartilhados, pela paciência e orientação dispensada até aqui.

A Universidade Federal da grande Dourados, por todas as oportunidades e aos meus professores pela minha formação até aqui.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	1
1. INTRODUÇÃO	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Nutrição de Peixes Ornamentais.....	5
2.2. A Importância do Acará Disco na Psicultura Ornamental.....	6
2.3. Resíduos de Alimentos na Indústria de Ração.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1. Ensaio de Digestibilidade.....	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5. CONCLUSÃO.....	17
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Coeficiente de digestibilidade (%) da matéria seca (%), proteína bruta, lipídeos (%) e energia bruta dos distintos ingredientes testados.....	10
FIGURA 2. Proteína digestível (a) e energia digestível (b) das dietas com inclusão das farinhas de co-produtos de frutas.....	11

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Composição bromatológicas de co-produtos.....	6
TABELA 2. Formulação e composição das dietas-teste.....	7

FERRI, Gustavo Henrique Fidelis. **Digestibilidade de resíduos de frutas para acará disco (*Symphysodon aequifasciatus*)**. 2021. 28p. Monografia (graduação em engenharia de Aquicultura) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a biodisponibilidade de co-produtos da indústria de frutas na alimentação de acarás disco (*Symphysodon aequifasciatus*) determinando-se os coeficientes de digestibilidade dos macronutrientes. Foram avaliados a digestibilidade de três co-produtos (farinha de resíduos oriundos da produção de polpa): co-produto de abacaxi, co-produto de manga e co-produto de maracujá. Foram utilizados 32 peixes ($106 \pm 26,6\text{g}$) distribuídos em 4 incubadoras para alimentação e coleta de fezes, constituindo-se de um delineamento experimental em quadrado latino (4 dietas-teste x 4 períodos de coleta de fezes x 4 repetições). Os três co-produtos apresentaram coeficientes de digestibilidade acima de 80%, 70% e 69% para matéria seca, proteína e extrato etéreo, respectivamente, sendo possível sua utilização como fonte desses nutrientes em dietas para o acará disco. Porém observou-se que os co-produtos de manga e de maracujá apresentaram os menores aproveitamentos com relação ao coeficiente de digestibilidade para energia, com biodisponibilidades menores de 50% de aproveitamento. Os co-produtos da indústria processadora de frutas testados neste trabalho possuem condições nutricionais para serem utilizados como alimento para acará disco. A utilização destes co-produtos como alimento para peixes ornamentais podem ser uma alternativa de uso e agregação de valor.

Palavras-chave: Aquicultura; Nutrição; Peixe Ornamental; Resíduos da agroindústria; Reaproveitamento.

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the bioavailability of co-products from the fruit industry in the diet of paddlefish (*Symphysodon aequifasciatus*) by determining the digestibility coefficients of macronutrients. The digestibility of three co-products (waste meal from pulp production) were evaluated: pineapple co-product, mango co-product and passion fruit co-product. A total of 32 fish ($106 \pm 26.6\text{g}$) were used, distributed in 4 hatcheries for feeding and fecal collection in a latin square experimental design (4 test diets x 4 fecal collection periods x 4 replicates). The three co-products presented digestibility coefficients above 80%, 70% and 69% for dry matter, protein and ethereal extract, respectively, being possible to use them as a source of these nutrients in diets for acar disco. However, it was observed that the mango and passion fruit co-products presented the lowest utilization in relation to the digestibility coefficient for energy, with bioavailabilities lower than 50% of utilization. The co-products from the fruit processing industry tested in this study have nutritional conditions to be used as feed for acar disco. The use of these co-products as food for ornamental fish can be an alternative of use and aggregation of value.

Keywords: Aquaculture; Nutrition; Ornamental Fish; Agroindustry Waste; Reuse.

1. INTRODUÇÃO

O acará disco é um peixe ornamental pertencente à família dos ciclídeos, com duas espécies conhecidas, *Symphysodon discus* e *Symphysodon aequifasciatus*, naturais da bacia do rio Amazonas (LIVENGOOD et al., 2009) com hábito alimentar constituído por algas e pequenos invertebrados, sendo caracterizado como um peixe onívoro (CRAMPTON, 2008). Possui criação em cativeiro consolidada, apresentando diferentes padrões de cores que resulta em alto valor econômico no mercado aquarista. Apesar de sua importância existem poucos trabalhos sobre sua alimentação e nutrição em cativeiro que implica em dietas que não atendem às exigências nutricionais, aumentando os custos de produção (VELASCO-SANTAMARÍA; CORREDOR-SANTAMARÍA, 2011)

Um importante aspecto a ser considerado para a formulação de uma dieta é a seleção de ingredientes, os quais devem apresentar o menor custo de produção com a maior biodisponibilidade, aliado quando possível, à características funcionais como estimulante reprodutivo e imunológico, corante ou antioxidante (SOUSA et al., 2011). Esse potencial de utilização de um ingrediente na dieta pode ser mensurado primariamente pela digestibilidade dos nutrientes destes alimentos (ABIMORAD; CARNEIRO, 2004).

Atualmente a agroindústria processadora de frutas comercializa produtos processados como polpas e geleias o que resulta na geração de 40% de resíduos, tornando-se passivo ambiental e econômico (FAO, 2006). Das frutas tropicais produzidas no Brasil, o abacaxi, a manga e o maracujá têm destaque (ADEPARÁ, 2017) porém com geração de resíduos na forma de farinhas que podem ser utilizados pela nutrição animal como co-produtos. Essas farinhas apresentam composições químicas interessantes para a inserção em uma dieta para peixes (CAMPOS et al., 2018), A farinha de abacaxi apresenta em sua composição química, a enzima bromelina, com ação proteolítica, o que eleva o interesse nutricional desse fruto na inclusão em dietas para animais (FRANÇA-SANTOS et al., 2009). A farinha de manga apresenta principalmente em sua composição compostos fenólicos, lipídeos, fibras e proteínas (VIEIRA, 2010), com propriedades já comprovadas que melhoram a saúde, como ações antioxidante e antimicrobiana (ARBOS et al., 2013). A farinha de maracujá possui em sua composição nutrientes funcionais importantes como a pectina, niacina, ferro, cálcio e fósforo (CÓRDOVA et al., 2005). Dessa forma, viabilizar estes produtos com potencial biológico para nutrição animal pode ser uma alternativa econômica, social e ambientalmente viável (LOUSADA JÚNIOR et al., 2005).

Assim, estudos sobre a digestibilidade desses co-produtos desperta considerável interesse na aquicultura, principalmente para aquelas espécies de alto valor econômico, como é o caso do peixe disco. Surge então a oportunidade de avaliar a viabilidade de utilizar estes produtos que podem representar uma inclusão de componentes bioativos que auxiliam a digestão e aproveitamento da digesta, além de redução de custos de produção.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o valor nutritivo de co-produtos da indústria processadora de frutas, tendo em vista o uso desta como alimentos alternativos para o acará disco (*S. aequifasciatus*).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Nutrição de Peixes Ornamentais

Na criação de peixes ornamentais, o papel dos alimentos e dos nutrientes é de grande importância, sendo que o fornecimento de nutrientes essenciais nas dietas permite ao peixe crescimento adequado e desempenho satisfatório e maior bem estar animal (FERNANDES et al., 2014). As informações sobre as necessidades nutricionais de peixes ornamentais são escassas, até mesmo em relação a energia e proteína para a maioria das espécies (ZUANON et al., 2011). Devido este fator, na maioria das vezes, os peixes ornamentais são alimentados com dietas que não atendem de maneira eficaz suas exigências podendo ocorrer comprometimento das funções imunes, predispondo-os a enfermidade, que se agravam com baixa na ingestão de alimentos, diminuindo também a absorção dos nutrientes (LIM et al., 2007).

Os peixes ornamentais passam por processos estressantes como a captura, transporte e presença constante de pessoas ao redor dos aquários. A adequada alimentação permite que os mesmos suportem condições adversas do meio, minimizando as respostas de estresse, a instalação de doenças e as perdas por mortalidade. Com isso, pode ser necessária a incorporação de aditivos nutricionais para otimizar o aproveitamento das dietas, maior resistência, melhor bem estar dos animais e, conseqüentemente, melhor desempenho (FERNANDES et al., 2014).

Atualmente, a alimentação de peixes ornamentais em produções comerciais é feita quase que exclusivamente com rações para peixes de corte, pois as rações para peixes ornamentais, para uso em aquário, possuem preço 10 a 60 vezes maior que as rações para peixes de corte (TAMARU & AKO, 2000). Além disso, as rações destinadas aos peixes de corte também apresentam incompatibilidade entre composição química e estrutura física, quando utilizadas para alimentação de peixes ornamentais. Assim, para manter os peixes saudáveis, é necessário entender os aspectos relacionados à qualidade, quantidade do alimento e frequência de administração do mesmo. Portanto, é de fundamental relevância a realização de estudos das demandas nutricionais das espécies ornamentais, pois uma vez estabelecidas torna-se mais simples traçar uma estratégia nutricional para as espécies e o manejo alimentar das mesmas (ZUANON et al., 2011).

2.2.A Importância do Acará Disco na Piscicultura Ornamental

Peixes ornamentais são aqueles ligados à produção de peixes em cativeiro, em que, muitas das vezes são associados aos pequenos, coloridos e com formato cativante. De fato, grande parte dessa categoria de peixes faz jus a esse pensamento, como o próprio acará-disco (*Symphysodon discus* e *Symphysodon aequifasciatus*).

A história de utilizar os peixes como fins de beleza é antiga. Principalmente, na cultura oriental. No Egito, em meados de 1700 a.C., eram feitos estudos para observar o comportamento dos peixes, através disso, os sacerdotes egípcios previam as cheias e secas do Rio Nilo, o mesmo, pilar de toda a civilização (AVARI, 2006). Como foi dito por Heródoto, “o Egito é uma dádiva do Nilo”, em alusão à importância e consagração, incluindo os peixes.

Devido às outras civilizações terem herdado muitos conhecimentos e práticas dos egípcios, o fascínio sobre os peixes começou a seduzi-los, tornando-se item de luxo e elemento de decoração de palácios e templos. No século XVIII, o aquarismo, sendo enriquecido por anos, chegou ao continente europeu e em pouco tempo, o primeiro aquário público do mundo foi inaugurado, claro que a manutenção era escassa, assim como o conhecimento sobre as necessidades de sobrevivência.

Atualmente, com o desenvolvimento da informação, podemos contemplar aquários com a possibilidade de manter os organismos vivos e saudáveis. Em contrapartida, houve também, um avanço no quesito comercial em que a piscicultura ornamental está presente, desde a produção até a venda, tomando destaque no mercado e nos setores da aquicultura. Diante dessa atividade, a comercialização desses animais alavanca a economia (KIM, 2007).

A grande maioria dessa classe comercializada é vinda da pesca extrativa na bacia Amazônica. Segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) (2017), o Brasil tem um elevado potencial nessa espécie de peixes, rendendo em torno de 10,5 milhões de dólares para os piscicultores. Além de que, o valor unitário médio para vendas elevou cerca de 744% entre os anos de 2007 e 2012. Entre as 20 principais espécies mais importadas o acará-disco (*Symphysodon discus* e *Symphysodon aequifasciatus*) está presente, um exemplo de sucesso. O peixe brasileiro é visto como o mais nobre dos peixes de água doce, vendido em todo o mundo. Portanto, é uma importante fonte de renda para a população, além de fazer nossa aquicultura ornamental ter maior potencial, tornando-se competitiva no mercado com uma crescente valorização.

2.3. Resíduos de Alimentos na Indústria de Ração

No Brasil, formas diferentes de produção agroindustrial funcionam em paralelo com a produção agrícola. Em sua maioria o beneficiamento está condicionado diretamente à geração de produtos e, conseqüentemente a geração de resíduos. A produção de resíduos oriundos dos trabalhos agroindustriais é originalmente derivada do processamento de couro, fibras, alimentos, madeira, produção da indústria sucroalcooleira. (MATOS, 2014).

A Organização das Nações Unidas Para a Alimentação e a Agricultura – FAO, estima que a produção mundial de resíduos agroindustriais atinja 1,3 bilhão de toneladas por ano, representando 1/3 de alimentos desperdiçados, seja como resíduos, oriundos do processamento ou como perca na cadeia produtiva (FAO, 2013).

Os resíduos quando mal utilizados, podem aumentar o potencial poluidor associado à disposição inadequada que, além da poluição de solos e de corpos, acarreta problemas de saúde pública. Por outro lado, o elevado custo associado ao tratamento, ao transporte e à disposição final dos resíduos gerados tem efeito direto sobre o preço do produto final (ROSA, et al. 2011). O aproveitamento de resíduos agroindustriais se mostra uma opção frente ao desperdício de alimentos, e ao benefício que os mesmos trazem para o subproduto, como também agregação de valor perdido, e utilização sustentável desses resíduos. Diversas agroindústrias têm realizado o aproveitamento de resíduos na produção de subprodutos, atentando a agregação de valor deste (COSTA FILHO, et al., 2017).

O processamento de frutas pelas indústrias de alimentos produz ao longo de sua cadeia produtiva em todo mundo milhões de toneladas de resíduos agroindustriais. Estes resíduos são compostos por vitaminas, minerais, fibras, compostos antioxidantes e nutrientes essenciais para o bom funcionamento do organismo, tornando-se um potencial para uma nova e rica fonte alimentar e sendo reaproveitada como ração animal, agregando nutrientes necessários para os mesmos e ao mesmo tempo minimizando o desperdício de alimentos (DO NASCIMENTO FILHO & FRANCO, 2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Três co-produtos na forma de farinha foram cedidos pela empresa Multifrutas (AGRICOM - Agro Indústria e Comércio Anadiense LTDA). Os resíduos do processamento do abacaxi, manga e maracujá, foram secos e moídos para formação dos co-produtos. Os produtos foram denominados de Co-produto de abacaxi (Co-Ab), constituído basicamente de casca e aparas do processo industrial da fruta; Co-produto manga (Co-Mg), constituído da semente e aparas; e Co- produto maracujá (Co-Ma), constituído de sementes, casca e aparas. Esses co-produtos foram então caracterizados bromatologicamente segundo as recomendações da AOAC (2000), (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição bromatológicas de co-produtos.

Composição Bromatológica (%)	Co-Ab	Co-Mg	Co-Ma
MS	84,7	92,0	83,3
PB	8,4	4,9	12,4
EE	1,2	1,9	1
FB	12,8	40,8	13,4
MM	6,8	6,9	9,8
ENN	70,8	45,5	63,4
ENERGIA (Kcal.Kg ⁻¹)	3984,0	4351,0	4102,0

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FB: fibra bruta; MM: material mineral; ENN: extrato não nitrogenado; Co-Ab: co-produto de abacaxi; Co-Mg: co-produto manga; Co-Ma: Co- produto maracujá

3.1. Ensaio de Digestibilidade

Anteriormente ao ensaio de digestibilidade foi confeccionada a dieta-teste utilizada para a determinação dos coeficientes de digestibilidade. Esta foi composta por 79% de dieta referência (Poytara Disco Dia a Dia), 0,5% de óxido crômico utilizado como marcador inerte, e em 20,0%, do co-produto teste (Tabela 1). As dietas foram extrusadas (mas com densidade suficiente para afundar) e armazenadas em freezer a -20°C. Em ensaios prévios, observou-se a dificuldade no manejo alimentar quanto a troca de alimento para o peixe disco, assim para esse

experimento optou-se por adicionar, somente 20% de co-produto, 0,5% de atratabilizante (aroma de camarão) além de utilizar uma ração comercial específica para o peixe disco como dieta referência, para minimizar esse efeito do manejo alimentar. Após a elaboração da ração, a composição bromatológica de cada dieta teste foi realizada segundo metodologia de AOAC (2000). Conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Formulação e composição das dietas-teste.

	Controle %	Co-Ab	Co-Mg	Co-Ma
Ração Disco	79,0	79,0	79,0	79,0
Aroma de camarão	0,5	0,5	0,5	0,5
Oxido de cromo (Cr ₂ O ₃)	0,5	0,5	0,5	0,5
Carboximetil celulose (CMC)	20,0	-	-	-
Co-produto de abacaxi (Co-Ab)	-	20,0	-	-
Co-produto manga (Co-Mg)	-	-	20,0	-
Co- produto maracujá (Co-Ma)	-	-	-	20,0
<i>Composição analisada</i>				
Matéria seca (%)	96,7	96,4	95,5	96,0
Proteína bruta (%)	37,1	31,7	32,3	34,5
Fibra bruta (%)	2,0	4,5	4,9	5,0
Extrato etéreo (%)	5,8	5,1	5,4	5,3
Matéria mineral (%)	10,3	9,7	9,5	10,0
Extrato não nitrogenado (%)	41,5	45,5	43,4	41,2
Energia Bruta (kcal/kg)	4406,3	4177,8	4160,1	4194,8

**Dieta comercial Ração disco Dia a dia (Pytara Ltda) – composição básica : Açai, Albumina, Amido de Milho, Betacaroteno, Beterraba, Calcário Calcítico, Cantaxatina, Glúten de Trigo, DL-Metionina, Espinafre, Extrato de Leveduras, Farelo de Linhaça, Farelo de Soja, Farinha de Alga Schizochytrium Sp, Farinha de Peixe, Farinha de Salmão, Farinha de Trigo, Guaraná, Isolado Proteico de Soja, Licopeno, L-Lisina, Maçã, Marapuama, Milho, Óleo de Linhaça, Óleo de Peixe, Páprica, Polpa de Beterraba, Quirera de Arroz, Sal, Tenebrio molitor.*

Para o ensaio de digestibilidade foi utilizado um delineamento experimental em quadrado latino com 4 tratamentos, 4 períodos de coleta de fezes com 4 repetições e 8 acarás discos (106 ± 26.6 g) por repetição. Esse delineamento foi utilizado devido ao número limitado

de espécimes devido ao alto valor econômico individual, sendo que esse delineamento permitiu minimizar os efeitos entre os períodos experimentais, de forma que todos os peixes se alimentassem de todas as dietas-testes.

Os peixes (CEUA 03.13.09.002.00.00 e SISGEN AF7C982) foram aclimatados por um período de sete dias ao sistema de recirculação constituído de 4 incubadoras cônicas de 200L. Nesse período os peixes foram alimentados três vezes ao dia (09:00; 13:00 e 17:30) com a dieta referência para uma melhor aceitação das dietas-teste. Devido ao comportamento alimentar pacato do peixe disco, onde o animal não procura o alimento na superfície com voracidade, optou-se pela utilização de dieta extrusada mas com densidade suficiente para afundar no decorrer do tempo. Assim, na incubadora para auxiliar na alimentação foi adaptado no interior de cada tanque, um sistema de contenção de ração constituído por um prato plástico que também serviu como “cocho”, auxiliando na ingestão das rações pelos peixes e impedindo que as mesmas descessem para o fundo cônico do tanque.

Após este período de aclimação, iniciou-se a alimentação dos peixes com as dietas-teste. Em cada uma das incubadoras, uma dieta-teste foi oferecida aos peixes quatro vezes ao dia (09:00; 12:00; 15:00; 18:00) até a aparente saciedade. Após o período de alimentação, realizou-se a coleta das fezes. Para tanto, durante o período de coleta de fezes, os peixes, permaneceram nos tanques, não havendo a necessidade de transferi-los para outras estruturas coletoras. Após o último arraçoamento do dia, aguardava-se 40 minutos e então era realizado o manejo de limpeza de cada tanque (escovação, renovação de água (60%) e encaixe do tubo coletor no fundo do tanque de digestibilidade), visando eliminar qualquer tipo de resíduo. Utilizou-se para a coleta um tubo acoplado no fundo dos aquários, onde as excretas se sedimentavam, método de Guelph modificado, de acordo com Abimorad; Carneiro (2004). A coleta era realizada no período da manhã, em intervalos de 30 minutos (para evitar perdas por lixiviação) e armazenadas em congelador.

Essa coleta de fezes foi realizada diariamente até que se obtivesse a quantidade de 10g de fezes, quando então as dietas-testes eram trocadas na forma de rodízio entre as incubadoras para comporem então as repetições do delineamento experimental de forma que todos os peixes ao final do experimento tivessem recebido todas as dietas-teste.

A cada troca de período com a dieta-teste, os peixes passaram cinco dias sendo alimentados com a ração referência objetivando o esvaziamento do tubo digestório dos peixes que foram alimentados com a dieta teste anterior.

As excretas foram secas e então analisadas quanto à sua composição bromatológica, conforme metodologia descrita pela AOAC (2000). As análises de energia bruta foram

determinadas por intermédio da queima das amostras em bomba calorimétrica. O teor de óxido crômico foi determinado pelo método de digestão com ácido nítrico e perclórico, com leitura em espectrofotômetro (Furukawa; Tsukahara, 1976). Foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE) e da energia (CDEB).

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CD) tanto da dieta referência quanto para as dietas-teste foram estimados por meio da equação proposta por Nose (1966):

$$CD = 100 - 100 * \left[\frac{\% Cr_2O_3 \text{ na dieta}}{\% Cr_2O_3 \text{ nas fezes}} * \frac{\% \text{ nutrientes das fezes}}{\% \text{ nutrientes da dieta}} \right]$$

Para o cálculo da digestibilidade dos nutrientes dos alimentos estudados foi utilizada a equação, descrita por Reight *et al.* (1990)

$$DAN = \left(\frac{100}{30} \right) * \left[\text{Dieta teste} - \left(\frac{70}{100} * \text{Dieta referência} \right) \right]$$

Sendo: DAN = Digestibilidade Aparente do Nutriente; dieta teste = Digestibilidade aparente do nutriente da dieta-teste; Dieta referência = Digestibilidade aparente do nutriente na dieta referência.

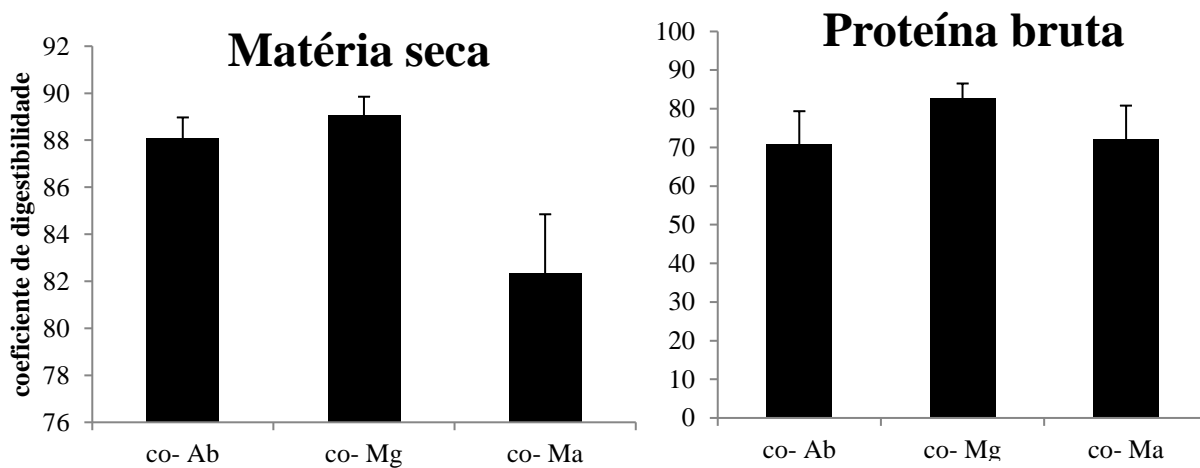
As médias dos coeficientes de digestibilidade foram submetidas aos testes de premissas de normalidade (Shapiro Wilk) e homocedasticidade (Bartlett) e então realizada a análise de variância com teste post hoc de Tukey (P<0,05).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os peixes discos após o período de cinco dias entre cada dieta apresentaram comportamento de aceitação às dietas com os co-produtos. O comportamento de não se alimentar diretamente na superfície da água continuou independente da dieta testada. A qualidade de água foi monitorada mantendo-se com os seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido de $5,7 \pm 0,2 \text{mg.L}^{-1}$, temperatura $26,27 \pm 1,2^\circ\text{C}$ e pH $7,95 \pm 0,03$. Não houve mortalidade durante o experimento.

Os três co-produtos apresentaram coeficientes de digestibilidade acima de 80%, 70% e 69% para matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo, sem diferença significativa entre os produtos (Figura 1).

Porém observou-se que os co-produtos de manga e de maracujá apresentaram os menores aproveitamentos com relação à energia bruta, com biodisponibilidades menores de 50% de aproveitamento. O coeficiente de digestibilidade da energia bruta do co-produto de abacaxi apresentou diferença significativa em relação aos demais obtendo valores acima de 68% (Figura 1).



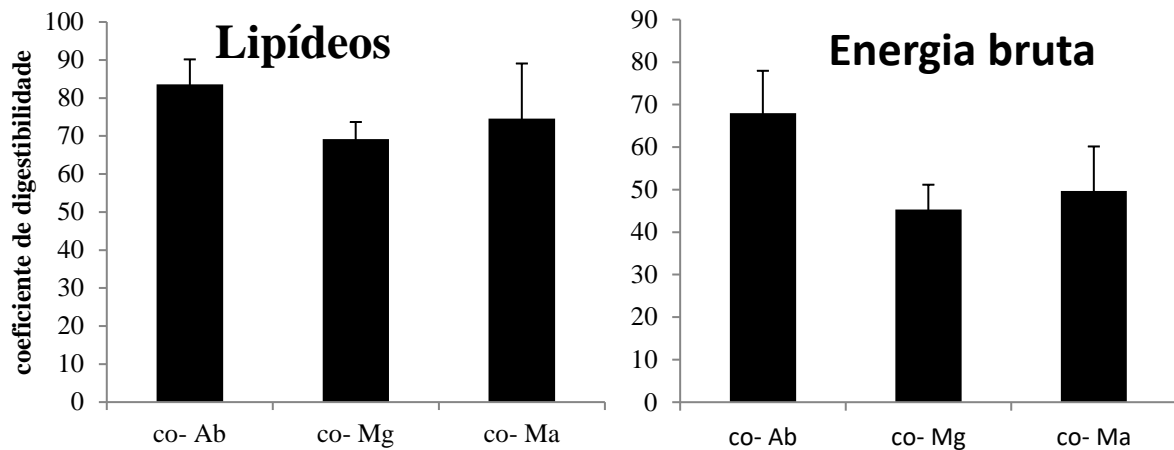


Figura 1 – Coeficiente de digestibilidade (%) da matéria seca (%), proteína bruta, lipídeos (%) e energia bruta dos distintos ingredientes testados. Letras distintas reportam diferença significativa pelo teste de Tuckey ($P < 0,05$). Co-Ab: co-produto de abacaxi; Co-Mg: co-produto manga; Co-Ma: Co- produto maracujá

Os resultados de proteína digestível (Figura 2A) e energia digestível (Figura 2B) das dietas acrescidas com os produtos avaliados destaca-se a inclusão do co-produto de maracujá que apresentou os maiores valores de proteína digestível, o co-produto de manga que apresentou a maior energia digestível.

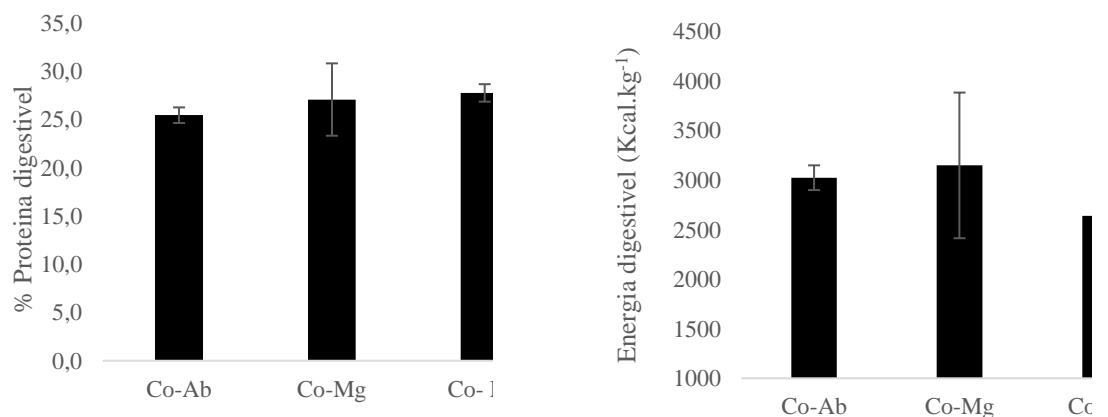


Figura 2 – Proteína digestível (a) e energia digestível (b) das dietas com inclusão das farinhas de co-produtos de frutas.

Esse é o primeiro trabalho avaliando a biodisponibilidade de co-produtos de frutas em acará disco. A inclusão de co-produtos em dietas para peixes é uma alternativa sustentável na medida que se reduz o impacto ambiental decorrente dos resíduos que seriam descartados da indústria, assim como reduz custos de produção com manutenção ou melhoria da eficiência alimentar (Lousada Júnior et al., 2006).

No presente trabalho observou-se que o comportamento alimentar da espécie deve ser considerado quando se pretende realizar ensaios de digestibilidade. O comportamento pacato e selecionador de alimento observado nos peixes disco, pressupôs uma adequação da metodologia tradicionalmente utilizada para ensaios de digestibilidade onde adiciona-se 30% do ingrediente teste. A adição de 20% dos co-produtos assim como o atrativo possibilitou uma transição entre as dietas sem problemas durante a condução do experimento com sobrevivência de 100% dos peixes. Essa questão é importante em estudos para peixes ornamentais onde o tamanho diminuto dos espécimes e comportamento alimentar são fatores importantes para a manutenção e manejo desses peixes durante o ensaio de digestibilidade para evitar estresse que pode alterar o aproveitamento dos nutrientes.

O acará disco em ambiente natural tem com base de sua alimentação algas e microinvertebrados, classificando-o como uma espécie onívora (CRAMPTON, 2008). Esse hábito alimentar foi refletido no aproveitamento dos nutrientes dos co-produtos analisados onde os coeficientes de digestibilidade de matéria seca, proteína e lipídeos são semelhantes aos coeficientes de digestibilidade encontrados em ingrediente convencionais em outras espécies onívoras, como caso da proteína bruta da farinha de peixe para tricogaster com digestibilidade de 82,19% (TONINI et al., 2012) e para beta com 51,15% (ZUANON et al., 2007). Demonstrando que o peixe disco possui plasticidade no aproveitamento de nutrientes seja oriundo de origem animal ou vegetal, característica essa de espécies de hábito onívoro.

Em comparação à ingredientes convencionais em dietas para o próprio acará disco, os co-produtos apresentaram valores semelhantes de coeficientes de digestibilidade da matéria seca como para a farinha de peixe que apresentou coeficiente de digestibilidade de matéria seca (CDMS) de 78,15%, como do farelo de soja com CDMS de 66,22% e do farelo de trigo com CDMS de 49,03% (Chong et al., 2002).

Quando comparado com o peixe de corte tambaqui (*Colossoma macropomum*) o co-produto de manga apresentou coeficiente de digestibilidade de lipídeos inferior no aos

observados no acará disco, mas superior em relação a proteína (BEZERRA et al., 2014). Em tilápias (*Oreochromis niloticus*) o resíduo de maracujá apresentou os melhores aproveitamentos de nutrientes com coeficientes de matéria seca, proteína e extrato etéreo de 70, 96 e 98%, respectivamente (TUESTA, 2018).

Importante ressaltar a menor digestibilidade observada para a energia bruta principalmente nos co-produtos de manga e maracujá. As alterações na digestibilidade são influenciadas a depender do conteúdo e tipo de fibra presente na dieta. A qualidade da fibra, esta pode ter uma ação que positiva contribuindo com o tempo de passagem da digesta (HETLAND; SVIHUS, 2001), beneficiando o processo digestivo (Honorato et al., 2014) como também podem influenciar negativamente provocando a formação de micelas (fibras + outros nutrientes) que ficam protegidas contra ação das enzimas e sais biliares (HONORATO et al., 2014) reduzindo o aproveitamento dos nutrientes.

Pelo presente trabalho não foi possível distinguir qual hipótese para menor utilização energética, porém a quantidade e o tipo de fibra presente no co-produto da manga podem interferir no aproveitamento da energia. Além disso, a manga é um alimento que apresenta uma composição rica em carboidratos, como amido, açúcares redutores e substâncias pécticas que podem interferir no aproveitamento da energia da dieta (Marques et al., 2010). Lousada Júnior et al. (2006) caracterizou os constituintes da parede celular destes co-produtos descrevendo que os valores de fibra detergente neutro (FDN) ou fibra detergente ácido (FDA), são elevados sendo os subprodutos do abacaxi e manga apresentaram em média 72,24% de FDN, enquanto os de maracujá 59,12%, O abacaxi apresentou o menor teor de FDA, 30,74% e maracujá foi de 52,37%.

Assim, o uso desses produtos não convencionais pode ser indicado para comporem uma ração balanceada para acarás discos reduzindo os custos de formulação, além de auxiliar na redução do passivo ambiental da indústria de frutas. Além disso, como estes produtos possuem alta quantidade de antioxidantes naturais (INFANTE et al., 2013; MELO; FARIA, 2014) podem representar uma possibilidade de aditivo com biodisponibilidade de substâncias que auxiliem o processo digestivo. MARTINS et al. (2019) descrevem a capacidade anti-oxidante pelo método de co-oxidação do betacaroteno para farinha do resíduo de maracujá (75,42%), considerada alta e para farinhas dos resíduos de manga e abacaxi apresentaram capacidade antioxidante moderada (52,53 e 51% respectivamente).

As diferenças reportadas para a digestibilidade da energia podem estar associadas a presença de fatores antinutricionais. Em relação aos fitatos os teores mais elevados foram encontrados nas farinhas de abacaxi (1,97 g.100 g⁻¹), maracujá (1,24 g.100 g⁻¹). Segundo

Davis (1981), a partir de $1000 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, os fitatos já podem diminuir a biodisponibilidade de minerais bi e trivalentes. O Regulamento Técnico para a Fixação de Identidade e Qualidade de Mistura à Base de Farelos de Cereais determinava $0,1 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ como sendo o limite máximo permitido de fitato. De acordo com esse regulamento todas as farinhas estudadas apresentaram alto teor de fitato. Contudo, a Resolução nº 263 de 22 de setembro de 2005 (Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos) revogou a Resolução anterior e não mais determina limites para o ácido fítico, justificando que este é um componente natural de cereais, raízes, tubérculos e leguminosas (BRASIL, 2000; BRASIL, 2005; LEAL et al., 2010).

5. CONCLUSÃO

Os co-produtos da indústria processadora de frutas testados neste trabalho possuem condições nutricionais para serem utilizados como alimento para acará disco.

A utilização destes co-produtos como alimento para peixes ornamentais podem ser uma alternativa de uso e agregação de valor.

Ressalta-se que devido aos valores favoráveis do coeficiente de digestibilidade dos co-produtos testados, estudos que visem a inclusão e a viabilidade econômica devem ser conduzidos para o acará disco.

Em conclusão, nossos resultados contribuem com informações importantes para o aumento do conteúdo nutricional de dietas para acará disco.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1101-1109, 2004.
- ADEPARÁ. Abacaxi faz o Pará despontar como o maior produtor nacional do fruto. 2017. Available from: <<http://www.adepara.pa.gov.br/artigos/abacaxi-faz-o-par%C3%A1-despontar-como-o-maior-produtor-nacional-do-fruto>>. Accessed on: Oct. 21 2018
- AOAC, Official Methods of Analysis, 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA, 2000.
- ARBOS, Kettelin Aparecida; STEVANI, Pamela Caroline; CASTANHA, Raquel de Fátima. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. **Revista Ceres**, v. 60, n. 2, 2013. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2013000200003>
- AVARI, Alexandre. **História do aquarismo**. São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.aquarismopaulista.com/historia-aquarismo/>. Acesso em: 25 mar. 2021.
- BEZERRA, S. K. et al. 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. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922014000400003>
- BRASIL. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. ANVISA - **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, 2005.
- BRASIL. Resolução RDC nº 53, de 15 de junho de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mistura à base de Farelo de Cereais. ANVISA – **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, 2000.
- CAMPOS, I. et al. Apparent digestibility coefficients of processed agro-food by-products in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. **Aquaculture Nutrition**, v. 24, n. 4, p. 1274-1286, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/anu.12665>
- CHONG, A. S. C.; HASHIM, R.; ALI, A. B. Assessment of dry matter and protein digestibilities of selected raw ingredients by discus fish (*Symphysodonaequifasciata*) using in vivo and in vitro methods. **Aquaculture Nutrition**, v. 8, n. 3, p. 229-238, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2002.00214.x>
- CÓRDOVA, KATIELLE R. VONCIK et al. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener) obtida por secagem. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 23, n. 2, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v23i2.4491>
- COSTA FILHO, D.V.; SILVA, A.J.; SILVA, P.A.P.; SOUSA, F.C. Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais na Elaboração de Subprodutos. COINTER, 2017.
- CRAMPTON, W. G. R. Ecology and life history of an Amazon floodplain cichlid: the discus fish *Symphysodon* (Perciformes: Cichlidae). **Neotropical Ichthyology**, v. 6, n. 4, p. 599-612, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252008000400008>
- DAVIS, K. R. Proximate composition, phytic acid, and total phosphorus of selected breakfast cereals. **Cereal Chemistry**, v. 58, p. 347-350, 1981.

DO NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos Através do Processamento Agroindustrial no Brasil. *Rev. Virtual Quim.* 7 (6), 1968-1987, 2015.

FAO. Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade, 2013. Disponível em: <http://www.fao.org.br/dacatb.asp>. Acesso em: 25 de março de 2021.

FAO. The state of world fisheries and aquaculture. Food and agriculture organization of the United Nations. Roma: **FAO**, p. 176, 2006

FERNANDES, J. B. K. et al. Nutrição de Não Ruminantes: Nutrição de Peixes Ornamentais. In Jaboticabal: Funep, p. 661 – 678, 2014.

FRANÇA-SANTOS, A. et al. Estudos bioquímicos da enzima bromelina do *Ananas comosus* (abacaxi). **Scientia Plena**, v. 5, n. 11, 2009.

FURUKAWA A, TSUKAHARA H. On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v. 32, p. 502-506, 1976. Disponível em: DOI: 10.2331/suisan.32.502,

HETLAND, H.; SVIHUS, B. Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. **British poultry science**, v. 42, n. 3, p. 354-361, 2001. Disponível em: DOI:10.1080/00071660120055331

HONORATO, C. A. et al. Trânsito gastrintestinal de dietas extrusadas ou peletizadas em pacu alimentado com níveis distintos de inclusão de lipídios e carboidratos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 11, p. 829-835, 2014. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2014001100001>

INFANTE, J. et al. Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 24, n. 1, p. 87-91, 2013.

JÚNIOR, J. E. L. et al et al. Consumo e digestibilidade aparente de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 349, n. 2, p. 659-669, 2005.

JÚNIOR, J. E. L. et al. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.

KIM, Fernando Jun-Ho Peixoto. **Efeitos do hormônio 17 -metiltestosterona na masculinização do peixe *Betta splendens* Regan, 1909**. 2007. 48 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2007. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/6314>

LEAL, A. S. et al. Avaliação da concentração de minerais e dos fatores antinutricionais fitato e oxalato em multimisturas da Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG, . **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 35, p. 39-52, 2010.

LIM, C. et al. Relationship Between Nutrition and fish health. In SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E SAÚDE DE PEIXES, 2, Botucatu. Anais. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista. p. 74., 2007.

LIVENGOOD, E. J.; OHS, C. L.; CHAPMAN, F. A. Candidate Species for Florida Aquaculture: Discus *Symphysodon* spp., a Profitable but Challenging Species for Florida

Aquaculture1. **US Department of Agriculture, UF/IFAS Extension Service, University of Florida, Gainesville, 2009.**

MARQUES, A. et al. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) CV. Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1206-1210, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000117>.

MATOS, A. T. Tratamento e Aproveitamento Agrícola de Resíduos Sólidos. Viçosa, Minas Gerais: Ed. UFV, 2014.

MELO, C. M. T.; FARIA, J. V. Composição centesimal, compostos fenólicos e atividade antioxidante em partes comestíveis não convencionais de seis olerícolas. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, 2014.

NOSE, T. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. **simposium on finfish nutrition and fish feed technology**, p. 15, 1966.

OZÓRIO, Renata Avila.; Tsuzuki, Mônica Yumi.; SOUZA, Ana Paula Lira.; MATTOS, Douglas da Cruz. **Desenvolvimento de tecnologia para produção de peixes ornamentais marinhos no LAPOM/UFSC**. MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura, 2017. Disponível em: <https://www.aquaculturebrasil.com/artigo/41/desenvolvimento-de-tecnologia-para-a-producao-de-peixes-ornamentais-marinhos-no-lapomufsc>. Acesso em: 25 mar. 2021.

REIGH, Robert C.; BRADEN, Stephanie L.; CRAIG, Richard J. Apparent digestibility coefficients for common feedstuffs in formulated diets for red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*. **Aquaculture**, v. 84, n. 3-4, p. 321-334, 1990.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 3, p. 202-210, 2011. Disponível em: Doi: 10.4260/Bjft2011140300024

TAMARU, C.S.; AKO, H. Using commercial feeds for the culture of freshwater ornamental fishes in Hawaii. In: TAMARU, C.C.T.; TAMARU, C.S; MCVEY, J.P. et al. (Eds.). Spawning and maturation of aquatic species. Hawaii: University of Hawaii Sea Grant College Program. p.109-120. (UJNR Technical Report, 28), 2000.

TONINI, W. C. T. et al. Digestibilidade aparente de alimentos proteicos e energéticos para "*Trichogaster leeri*". **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 2, 2012.

TUESTA, G. M. R. **Valor nutricional de coprodutos da indústria de polpa de frutas e níveis de inclusão em rações de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2018. 107 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 2018.

VELASCO-SANTAMARÍA, Y.; CORREDOR-SANTAMARÍA, W. Nutritional requirements of freshwater ornamental fish: A review. **Revista MVZ Córdoba**, v. 16, n. 2, p. 2458-2469, 2011.

VIEIRA, P. A. F. et al. Caracterização química do resíduo do processamento agroindustrial da manga (*Mangifera indica* L.) var. Ubá. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 20, n. 4, p. 617-624, 2010.

ZUANON, J. A. et al. Digestibilidade de alimentos protéicos e energéticos para fêmeas de beta.). **Revista brasileira de zootecnia** v.36, n 4, p.987-991, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000500001>.

ZUANON, J. A. et al. Produção e nutrição de peixes ornamentas. Suplemento especial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, viçosa, v. 40, p 165-174, 2011.