

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS**  
**E ENGENHARIA DE PESCA**

**JEAN CARLOS PIANTA BRISQUELEAL**

Digestibilidade aparente de alimentos energéticos com diferentes níveis de  
inclusão em dietas para tilápia do Nilo

Toledo

2020

**JEAN CARLOS PIANTA BRISQUELEAL**

Digestibilidade aparente de alimentos energéticos com diferentes níveis de  
inclusão em dietas para tilápia do Nilo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Mestrado e Doutorado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Bittencourt

Toledo

2020

## FOLHA DE APROVAÇÃO

JEAN CARLOS PIANTA BRISQUELEAL

Digestibilidade aparente de alimentos energéticos com diferentes níveis de inclusão em dietas para tilápia do Nilo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Mestrado e Doutorado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

## COMISSÃO JULGADORA

---

Prof. Dr. Fábio Bittencourt  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

---

Prof. Dra. Lilian Carolina Rosa da Silva  
Universidade Federal do Paraná

---

Prof. Dr. Wilson Boscolo  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Local da defesa: Unioeste/Campus Toledo – Sala 15  
Data: 04/03/2020 – 14:30hs

## Sumário

1.	INTRODUÇÃO.....	9
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.1	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	11
2.2	ELABORAÇÃO DAS RAÇÕES TESTE .....	11
2.3	ALIMENTAÇÃO E COLETA DAS FEZES .....	14
2.4	ANÁLISES QUÍMICAS E BROMATOLÓGICAS.....	14
2.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS .....	15
3.	RESULTADOS.....	16
4.	DISCUSSÃO.....	19
4.1	Farelo de arroz.....	20
4.2	Quirera de arroz.....	22
4.3	Fubá de milho.....	23
4.4	Gérmen de milho.....	24
5.	CONCLUSÃO.....	26
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

## Lista de tabelas

Tabela 1: Tratamentos e suas respectivas percentagens de ração referência inclusão de ingredientes testes. ....	11
Tabela 2: Composição percentual e química da dieta referência. ....	12
Tabela 3: Composição bromatológica do farelo de arroz, quirera de arroz, fubá de milho, gérmen de milho e das dietas experimentais em níveis crescentes de inclusão destes ingredientes. ....	13
Tabela 4: Coeficiente de digestibilidade aparente (média $\pm$ desvio padrão) da proteína bruta (CDAPB) e energia bruta (CDAEB) e proteína digestível (PD) e energia digestível (ED) do farelo de arroz (FA), quirera de arroz (QA), fubá de milho (FM) e gérmen de milho. ....	17

## APOIO FINANCEIRO

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos durante o período de mestrado (processo:00889834001-08).

A empresa Evonik Industries AG, com sede na Alemanha, pelo apoio na aquisição dos insumos para as dietas experimentais e com apoio financeiro para as análises.

*Dedico esse trabalho os meus  
pais Luciana e Luiz.*

## Agradecimentos

A Deus por sempre estar presente em minha vida.

Aos meus Pais por sempre me apoiarem, me incentivarem, por todos os cuidados, conselhos e principalmente pela educação concebida durante toda a vida.

À minha irmã que sempre esteve ao lado e a toda minha família.

Aos meus amigos do Gemaq, obrigado por todos os momentos nestes dois anos, por toda ajuda, contribuição, puxão de orelha, aprendizado e risadas juntos.

Aos meus amigos, obrigado por todo o incentivo, risadas e por sempre estarem comigo nos momentos bons e ruins, isso faz toda a diferença.

Aos meus amigos de futebol da Atlético, da Loja Degrande, dos times de São José das Palmeiras e de todos amigos de futebol o meu muito obrigado.

Aos Professores Aldi Altevir e Wilson, obrigado por todo apoio, conselhos, aprendizado, conhecimento repassado e pela amizade concebida nestes dois anos.

Ao meu Amigo, Professor e Orientador Fábio, obrigado pelos puxões de orelha, ensinamentos, correções e por ser esse ser humano de ética, honestidade, profissionalismo e educação de fora dos padrões, obrigado barba.

Aos Professores, desde do Colégio Estadual São José, da graduação em Engenharia de Pesca e do Mestrado, obrigado por todo ensino, apoio, motivação e por fazer crer que a Educação pode transformar o mundo. Obrigado de coração a todos.

E de forma geral, obrigado a todos que de um jeito ou de outro me ajudou nessa caminhada.

## Digestibilidade aparente de alimentos energéticos com diferentes níveis de inclusão em dietas para tilápia do Nilo

### RESUMO

O presente estudo teve como objetivo determinar os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta ( $CDA_{PB}$ ) e energia bruta ( $CDA_{EB}$ ) do farelo de arroz (FA), da quirera de arroz (QA), do fubá de milho (FM) e do gérmen de milho (GM) incluídos em distintas concentrações em dietas para tilápia do Nilo. O experimento teve duração de 21 dias para cada um dos alimentos avaliados, sendo sete dias para aclimação dos animais e os demais referentes à coleta de fezes. A pesquisa foi dividida em quatro experimentos: a) foram elaboradas seis dietas contendo a inclusão de FA (6%, 12%, 18%, 24%, 30%); e b) seis dietas contendo a inclusão de QA (6%, 12%, 18%, 24%, 30%); seis dietas contendo inclusão de FM (6%, 12%, 18%, 24%, 30%) e seis dietas contendo a inclusão de GM (6%, 12%, 18%, 24%, 30%) além de uma dieta referência. Foram distribuídos 480 exemplares de tilápia com peso médio de  $510 \pm 12,2$  g em 24 tanques com capacidade de 500L de água adaptados para coleta de fezes, em um delineamento inteiramente casualizado composto por seis tratamentos (por alimento) e quatro repetições. Para o  $CDA_{PB}$  do FA foi evidenciada média superior ( $P < 0,05$ ) para o nível de 12% (97,15%) e para o  $CDA_{EB}$  do FA foi elevado ( $P < 0,05$ ) ao nível de inclusão de 18% (98,88%). O nível de inclusão de 30% da QA apresentou valor superior ( $P < 0,05$ ) de ambos os  $CDA$ 's, sendo eles: 93,13% para  $CDA_{PB}$  e 98,58% para  $CDA_{EB}$ . O nível de inclusão de 30% do FM e GM apresentou média superior ( $P > 0,05$ ) de  $CDA_{PB}$ , sendo 79,57% e 91,98% respectivamente. O nível de inclusão de 6% para FM e GM apresentou média superior ( $P < 0,05$ ) para  $CDA_{EB}$  84,63% e 87,43% respectivamente. Os alimentos testados apresentam excelentes índices de digestibilidade e suas inclusões em distintas concentrações alteram o aproveitamento dos nutrientes e energia pela tilápia do Nilo.

**Palavras-chave:** níveis de inclusão, subprodutos do arroz, subprodutos de milho, valores digestíveis.

### ***ABSTRACT***

The present study aimed to determine the apparent digestibility coefficients of crude protein (CDAPB) and crude energy (CDAEB) of rice bran (FA), rice quarries (QA), cornmeal (FM) and germ of corn (GM) included in different concentrations in diets for Nile tilapia. The experiment lasted 21 days for each of the evaluated foods, seven days for acclimatization of the animals and the rest for the collection of feces. The research was divided into four experiments: a) six diets were developed containing the inclusion of FA (6%, 12%, 18%, 24%, 30%); and b) six diets containing the inclusion of QA (6%, 12%, 18%, 24%, 30%); six diets containing FM inclusion (6%, 12%, 18%, 24%, 30%) and six diets containing GM inclusion (6%, 12%, 18%, 24%, 30%) in addition to a diet reference. 480 specimens of tilapia with an average weight of  $510 \pm 12.2$  g were distributed in 24 tanks with a capacity of 500L of water adapted for the collection of feces, in a completely randomized design composed of six treatments (per food) and four replications. For the CDAPB of the FA, a higher mean ( $P < 0.05$ ) was evidenced for the level of 12% (97.15%) and for the CDAEB of the FA it was high ( $P < 0.05$ ) at the inclusion level of 18% (98.88%). The level of inclusion of 30% of the QA showed a higher value ( $P < 0.05$ ) of both CDA's, namely: 93.13% for CDAPB and 98.58% for CDAEB. The level of inclusion of 30% of FM and GM presented a higher mean ( $P > 0.05$ ) of CDAPB, being 79.57% and 91.98% respectively. The inclusion level of 6% for FM and GM showed a higher average ( $P < 0.05$ ) for CDAEB 84.63% and 87.43% respectively. The tested foods have excellent digestibility indexes and their inclusion in different concentrations alter the use of nutrients and energy by Nile tilapia.

***Keywords:*** inclusion levels, rice by - products, corn by - products, digestible values.

Exame Geral de Qualificação elaborado e formatado conforme as normas da publicação científica *Aquaculture Research*. Disponível em:<<https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/13652109/homepage/forauthors.html>>\*

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de cultivo de animais aquáticos apresentam crescimento importante, tornando a aquicultura uma atividade agropecuária com destaque mundial na produção de alimento nos últimos anos (SIQUEIRA, 2017). A disponibilidade global de peixe per capita atingiu os 20 kg, o que é conseguido pelo aumento significativo na produção aquícola, tanto de água doce quanto salobra e marinha (FAO, 2016). O Brasil possui um grande potencial de mercado, fatores como o clima juntamente com a disponibilidade de água, e as grandes safras de grãos, como milho, arroz e soja, geram matéria prima para a fabricação de ração, favorecendo a cadeia produtiva do pescado (KUBITZA, 2003).

Entre as espécies de peixes mais cultivadas no Brasil está a tilápia do Nilo, tendo grande potencial na piscicultura (FURUYA et al., 2008). De acordo com FURUYA (2010), a tilápia do Nilo é onívora e quando confinada aceita as rações de diferentes fontes proteicas como alimento. De acordo com SILVA et al., (2012) os peixes quando mantidos em ambientes fechados, para que suas exigências nutricionais sejam supridas, torna-se necessário o fornecimento de rações que supram as necessidades de energia e nutrientes.

As espécies animais aproveitam de forma diferente os alimentos, sendo essa variação avaliada através da determinação dos coeficientes de digestibilidade (ANDRIGUETO et al., 1982). A determinação da digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima é o primeiro cuidado quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão em ração para peixes CHO (1987).

O conhecimento dos valores digestíveis da energia, nutrientes e aminoácidos dos alimentos convencionalmente utilizados em rações para peixe é importante para o balanceamento correto de nutrientes que venham a compor a dieta (HOSSAIN e JAUNCEY, 1989). De acordo com PEZZATO et al., (2002) o conhecimento sobre a digestibilidade dos ingredientes possibilita a inclusão destes em formulações de rações para peixes, obtendo-se dietas mais completas e que geram menos poluentes na água.

Dentre os ingredientes disponíveis para a elaboração de dietas de peixe encontram-se aqueles derivados do arroz. Este é constituído por diferentes frações proteicas, sendo elas a albumina, globulina, prolamina e glutelina, esta última possuindo maior concentração (70-80% da proteína total), apresentando boa digestibilidade (88%, segundo OMS, 1985) e hipoalergenicidade (CARVALHO & BASSINELLO, 2006). É importante ressaltar que o arroz, em geral, possui perfil de aminoácidos essenciais semelhantes em valores nutricionais em relação a outros cereais como o milho e o trigo (OMS, 1985) O farelo de arroz pode conter

variações nos teores de proteína, gordura, amido, dentre outros nutrientes, sendo uma importante fonte proteica para o consumo animal (ROSTAGNO et al., 1994). Segundo ROSTAGNO et al., (2005), a quirera de arroz é um produto de alta qualidade que possui níveis proteicos e de energia metabolizável semelhantes aos do milho, tendo uma característica importante a grande quantidade de amido presente.

Entre os produtos e subprodutos convencionais e alternativos disponíveis no Brasil, destaca-se o milho (BOSCOLO et al., 2002), uma fonte energética para as rações, no qual se apresenta em diferentes composições, incluindo-se o fubá de milho e o gérmen de milho. Entretanto, segundo PEZZATO et al., (2002), o primeiro cuidado quando se pretende avaliar o potencial de inclusão de algum nutriente numa ração para peixes, é a determinação da digestibilidade.

Segundo o NRC (2011) os fatores que afetam o aproveitamento dos nutrientes dos alimentos pelo peixe são o consumo, o tamanho do animal e a temperatura da água. Além disso, os ingredientes testados geralmente são incluídos na ração referência na razão de 30:70 (30% da dieta teste e 70% da dieta referência). De acordo com GLENCROSS et al., (2007) a variação na proporção do alimento teste pode ser compreendida entre 20 e 40% pois são mais próximos dos teores comumente praticados na elaboração da ração. Embora haja um certo consenso sobre a concentração ideal de um ingrediente teste em ensaios de digestibilidade, sua variação pode ser experimentada no intuito de verificar suas possíveis interações com os demais constituintes das dietas (ALLAN et al., 1999a,b).

Portanto o objetivo deste trabalho foi avaliar os coeficientes de digestibilidade aparente do farelo de arroz, quirera de arroz, fubá de milho e gérmen de milho quando incluídos em distintas concentrações em dietas para a tilápia do Nilo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura do Grupo de Estudo de Manejo na Aquicultura - GEMAQ, durante 84 dias (21 dias para cada ingrediente teste); foram utilizadas 480 tilápias com peso médio de  $510 \pm 12,2$  g, alocadas em 24 tanques de 500 litros com formato cônico cilíndrico, adaptados para a coleta de fezes, com temperatura de água controlada, recirculação de água e aeração constante.

Para a avaliação dos quatro ingredientes testados em períodos distintos, os peixes foram distribuídos de forma aleatória em um delineamento inteiramente casualizado, composto por seis tratamentos (cinco níveis de inclusão e uma referência), tendo cada tratamento quatro repetições.

Semanalmente foram mensurados de cada unidade experimental a temperatura da água ( $26,17^{\circ}\text{C}$ ), pH (6,88) e oxigênio dissolvido ( $3,60 \text{ mg.L}^{-1}$ ), estando dentro dos padrões para a espécie em estudo (KUBITZA, 2000); a mensuração da amônia tóxica foi realizada através do uso de kit comercial, estando dentro dos padrões aceitáveis para a espécie.

### 2.2 ELABORAÇÃO DAS RAÇÕES TESTE

Durante o período experimental, foram testados quatro ingredientes vegetais classificados como alimento energético, sendo eles o farelo de arroz, quirera de arroz, fubá de milho e gérmen de milho; à ração referência foi realizada a inclusão de diferentes níveis do alimento teste (Tabela 1).

Tabela 1: Tratamentos e suas respectivas percentagens de ração referência inclusão de ingredientes testes.

Tratamento	Dietas testadas
T 1	Ração referência
T 2	94% ração referência + 6% ingrediente teste
T 3	88% ração referência + 12% ingrediente teste
T 4	82% ração referência + 18% ingrediente teste
T 5	76% ração referência + 24% ingrediente teste
T 6	70% ração referência + 30% ingrediente teste

As rações fornecidas aos peixes durante o experimento foram preparadas na fábrica de ração do GEMAq (Tabela 2). Os macro e micro ingredientes foram pesados separadamente, e em seguida os macro ingredientes passaram pelo processo de moagem e homogeneização. Posteriormente acrescentou-se os micro ingredientes e 0,1% do marcador inerte óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) sendo realizada a homogeneização e extrusão. Posteriormente foi submetida à secagem em estufa de ventilação forçada durante 72 horas à 55°C.

Tabela 2: Composição percentual e química da dieta referência.

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Dieta referência</b>
Farelo de soja	21,22
Farelo de trigo	24,96
Milho	29,77
Farinha de peixe	17,83
Arroz quirera	5,00
Cloreto de colina	0,10
Antifúngico <sup>1</sup>	0,10
Cloreto de sódio	0,30
Premix (min+vit) *	0,50
Vitamina C	0,10
Antioxidante <sup>2</sup>	0,02
Óxido de cromo	0,10
<b>Total (%)</b>	<b>100</b>
<b>Composição Química</b>	
Matéria Mineral (%)	9,74
Matéria Seca (%)	93,88
Proteína Bruta (%)	25,73
Energia Bruta-(kcal/g)	4,08
Extrato Etéreo (%)	3,67

\*Composição básica do produto: Vitamina A; Vitamina D3; Vitamina E; Vitamina K3; Vitamina B1; Vitamina B2; Pantotenato de cálcio; Vitamina B6; Vitamina B12; Niacina; Ácido fólico; Biotina; inositol; Sulfato de ferro; Sulfato de manganês; Sulfato de zinco; Iodato de cálcio; Selenito de sódio; Sulfato de cobre; Carbonato de cobalto; Sorbato de potássio; Antioxidante (Ácido fosfórico, B.H.A, Etoxiquin, ácido cítrico).<sup>1</sup> Propionato de cálcio; <sup>2</sup> Banox ©

Foram obtidos através de análise bromatológica do farelo de arroz, quirera de arroz, fubá de milho e gérmen de milho os valores de proteína bruta, matéria seca, energia bruta e matéria mineral, todos com base na matéria seca (Tabela 3).

Tabela 3: Composição bromatológica do farelo de arroz, quirera de arroz, fubá de milho, gérmen de milho e das dietas experimentais em níveis crescentes de inclusão destes ingredientes.

Parâmetros*	IT	Níveis de inclusão					
		0%	6%	12%	18%	24%	30%
<b>Farelo de arroz</b>							
MS (%)	89,731	90,286	90,425	91,112	91,089	91,357	91,118
MM (%)	9,540	8,020	9,098	9,482	9,275	9,963	8,332
PB (%)	14,462	27,786	25,822	24,865	22,447	21,877	21,295
EB (kcal/g)	5,101	3,857	4,502	4,476	4,476	4,529	4,611
<b>Quirera de arroz</b>							
MS (%)	89,484	92,117	91,771	91,504	91,844	91,319	91,357
MM (%)	4,001	3,770	3,603	3,835	3,797	4,004	9,568
PB (%)	8,590	27,220	26,576	23,809	23,540	22,674	21,593
EB (kcal/g)	4,395	4,297	4,596	4,358	4,315	4,316	4,395
<b>Fubá de Milho</b>							
MS (%)	87,210	90,717	90,709	90,723	91,270	91,145	90,757
MM (%)	0,981	5,530	5,460	5,587	5,658	5,567	5,679
PB (%)	7,85	29,780	28,580	27,070	26,420	24,950	23,650
EB (kcal/g)	3,34	4,420	3,958	4,249	4,372	4,359	4,422
<b>Gérmen de milho</b>							
MS (%)	90,400	90,440	90,839	90,960	91,622	90,190	91,356
MM (%)	1,10	8,86	8,716	8,65	8,258	7,592	7,530
PB (%)	11,85	27,38	25,70	25,337	24,346	23,274	22,70
EB (kcal/g)	3,37	4,220	4,390	4,420	4,382	4,480	4,490

\*(MS= matéria seca; MM= matéria mineral; PB= proteína bruta; EB= energia bruta; \* - base na matéria seca; \* = níveis de inclusão - base na matéria seca; IT= ingrediente teste).

### 2.3 ALIMENTAÇÃO E COLETA DAS FEZES

A adaptação dos peixes à ração teste foi realizada durante sete dias, sendo fornecida alimentação cinco vezes ao dia nos seguintes horários: 08:00, 11:00, 14:00; 16:00 e 18:00. Após o período de adaptação, iniciou-se as coletas das fezes.

As fezes foram coletadas pelo método indireto (NRC, 2011), sendo realizada diariamente no período da manhã antes da primeira alimentação; a cada dia foram congeladas e após a coleta do volume necessário as fezes foram secas em estufa à temperatura de 55 ° C durante 72 horas.

Diariamente realizou-se a limpeza dos tanques 20 minutos após a primeira alimentação e após 20 minutos da última alimentação, sendo renovado por dia 1/3 do volume total de água de cada tanque. O filtro e o decantador foram higienizados nos mesmos horários da limpeza dos tanques.

### 2.4 ANÁLISES QUÍMICAS E BROMATOLÓGICAS

Para a determinação da matéria seca (MS), amostras de fezes, farelo de arroz, quirera de arroz, fubá de milho, gérmen de milho e ração foram submetidas à estufa por oito horas à temperatura de 105°C. As análises e cálculos de proteína, cinzas e energia das amostras foram realizados de acordo com AOAC (2005).

A análise de quantificação do óxido de cromo das amostras foi realizada de acordo com metodologia descrita por BREMER NETO et al. (2005). O cálculo para determinação do coeficiente de digestibilidade das rações e ingredientes teste foi realizado de acordo com o NRC (2011) (Equações 1 e 2).

**Equação 1:**

$$CDA_D = 1 - \frac{Cr_2O_3(D)}{Cr_2O_3(F)} \times \frac{N(F)}{N(R)}$$

**Onde:** CDA<sub>D</sub>: coeficiente de digestibilidade aparente da dieta;

Cr<sub>2</sub>O<sub>3(D)</sub>: crômio presente na dieta;

Cr<sub>2</sub>O<sub>3(F)</sub>: crômio presente nas fezes;

N<sub>(F)</sub>: nutriente presente nas fezes;

N<sub>(R)</sub>: nutriente presente na ração

**Equação 2:**

$$CDA_I = CDA_{DT} + \left( (CDA_{DT} - CDA_{DR}) \times \left( \frac{a \times D_R}{b \times D_I} \right) \right)$$

**Onde:** CDA<sub>I</sub>: coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente teste;

CDA<sub>DT</sub>: coeficiente de digestibilidade aparente da dieta;

CDA<sub>DR</sub>: coeficiente de digestibilidade aparente da dieta referência;

a: percentagem de dieta referência;

D<sub>R</sub>: percentagem de nutriente da ração referência;

b: percentagem de ingrediente teste;

D<sub>I</sub>: percentagem de nutriente do ingrediente teste;

## 2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os coeficientes de digestibilidade aparente foram inicialmente submetidos à análise para verificar a normalidade e homogeneidade, quando estes não atendiam o pressuposto de normalidade foram transformados e em seguida realizado o teste de variância ANOVA, sendo posteriormente aplicado teste de Tukey a 5% de significância; com auxílio do software Statistica 7.0 (Statsoft, 2004).

### 3. RESULTADOS

O coeficiente de digestibilidade aparente de proteína bruta ( $CDA_{PB}$ ) proteína digestível (PD), coeficiente de digestibilidade de energia bruta ( $CDA_{EB}$ ) e energia digestível (ED) encontram-se na tabela 4.

O valor superior ( $P < 0,05$ ) para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta ( $CDA_{PB}$ ) e percentagem de proteína digestível foi obtido para o nível 12% de FA (97,15%), sendo semelhante as dietas contendo 6% de FA. Essa última concentração (6% de FA) apresentou, ainda, comportamento semelhante ( $P < 0,05$ ) aos níveis de 18 e 24% de FA. Por fim, o menor  $CDA_{PB}$  encontrado foi da ração contendo 30% de FA, não diferindo ( $P > 0,05$ ) de 18 e 24% de FA (Tabela 4).

O coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta ( $CDA_{EB}$ ) foi maior ( $P < 0,05$ ) para o nível de 18% de FA (98,88%), não diferindo da inclusão de 24%. Assim como o  $CDA_{PB}$ , o menor ( $P < 0,05$ ) do  $CDA_{EB}$  foi encontrado na dieta contendo 30% de FA. Tanto a porcentagem de 6 quanto a de 12 de FA foram equivalentes ( $P > 0,05$ ) entre si (Tabela 4).

O maior valor ( $P < 0,05$ ) para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta ( $CDA_{PB}$ ) e percentagem de proteína digestível foi obtido para o nível 30% de QA (93,13%), sendo equivalente a 24% (Tabela 4). Os menores valores ( $P < 0,05$ ) do  $CDA_{PB}$  e de proteína digestível foram encontrados para os peixes alimentados com as dietas contendo 6 e 12% de inclusão de QA. A ração contendo 18% de QA demonstrou valores intermediários do  $CDA_{PB}$  e proteína digestível.

O valor superior ( $P < 0,05$ ) para o coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta ( $CDA_{EB}$ ) foi obtido para o nível de 30% de QA (98,58%), sendo semelhante a 24% (Tabela 4). O menor valor ( $P < 0,05$ ) encontrado para o  $CDA_{EB}$  foi representado pela dieta contendo 6% de QA. O comportamento dos resultados do  $CDA_{EB}$  e da energia digestível foi equivalente ao nível de inclusão nas rações, ou seja, quanto maior a inclusão do ingrediente teste, maior também foi o aproveitamento energético dos peixes.

O valor inferior ( $P > 0,05$ ) para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta ( $CDA_{PB}$ ) e percentagem de proteína digestível foi obtido para o nível 6% de FM (79,57%), não apresentando diferença estatística entre os demais níveis de inclusão de FM. Por fim, o menor  $CDA_{PB}$  encontrado foi da ração contendo 24% de FM (65,26%) (Tabela 4).

O coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta ( $CDA_{EB}$ ) foi maior ( $P < 0,05$ ) para o nível de 30% de FM (84,63%), não diferindo da inclusão de 12; 18 e 24%.

Assim como o  $CDA_{PB}$ , o menor ( $P<0,05$ ) do  $CDA_{EB}$  foi encontrado na dieta contendo 6% de FM.

O valor inferior ( $P>0,05$ ) para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta ( $CDA_{PB}$ ) e percentagem de proteína digestível foi obtido para o nível 6% de GM (91,98%), sendo semelhante as demais dietas, não diferindo estatisticamente entre elas, o menor resultado foi encontrado para o nível 18% (83,97).

O coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta ( $CDA_{EB}$ ) foi maior ( $P<0,05$ ) para o nível de 30% de GM (87,65%), não diferindo da inclusão de 12; 18 e 24%. Assim como o  $CDA_{PB}$ , o menor ( $P<0,05$ )  $CDA_{EB}$  foi encontrado na dieta contendo 6% (67,69) de GM.

Tabela 4: Coeficiente de digestibilidade aparente (média  $\pm$  desvio padrão) da proteína bruta ( $CDA_{PB}$ ) e energia bruta ( $CDA_{EB}$ ) e proteína digestível (PD) e energia digestível (ED) do farelo de arroz (FA), quirera de arroz (QA), fubá de milho (FM) e gérmen de milho.

Parâmetros*	Níveis de inclusão (%)					P
	6%	12%	18%	24%	30%	
<b>Farelo de arroz</b>						
$CDA_{PB}$	95,93 $\pm$ 2,11ab	97,15 $\pm$ 2,49a	89,71 $\pm$ 3,80bc	90,13 $\pm$ 2,79bc	85,11 $\pm$ 3,21c	0,000202
$CDA_{EB}$	91,71 $\pm$ 2,52b	93,34 $\pm$ 1,17b	98,88 $\pm$ 0,54a	95,40 $\pm$ 1,64ab	87,40 $\pm$ 2,89c	0,00016
PD	13,87	14,04	12,97	13,03	12,30	-
ED	4,67	4,76	5,04	4,86	4,45	-
<b>Quirera de arroz</b>						
$CDA_{PB}$	72,52 $\pm$ 2,59c	65,18 $\pm$ 2,98c	81,33 $\pm$ 2,78b	89,55 $\pm$ 2,34ab	93,13 $\pm$ 2,79a	<0000,1
$CDA_{EB}$	77,29 $\pm$ 2,38d	86,21 $\pm$ 1,29c	91,14 $\pm$ 0,96b	94,20 $\pm$ 2,14ab	98,58 $\pm$ 0,60a	<0000,1
PD	6,22	5,59	6,98	7,69	7,99	-
ED	3,48	3,78	4,00	4,14	4,33	-
<b>Fubá de milho</b>						
$CDA_{PB}$	79,57 $\pm$ 0,491	69,52 $\pm$ 2,514	65,26 $\pm$ 2,11	65,85 $\pm$ 1,70	73,40 $\pm$ 2,12	0,307
$CDA_{EB}$	75,51 $\pm$ 1,69b	77,86 $\pm$ 1,93a	77,32 $\pm$ 2,05a	81,56 $\pm$ 3,37a	84,63 $\pm$ 1,15 a	0,00001
PD	6,25	5,46	5,46	5,12	5,74	-
ED	1,68	2,60	2,58	2,72	2,82	-
<b>Gérmen de milho</b>						
$CDA_{PB}$	91,98 $\pm$ 0,181	90,04 $\pm$ 4,10	83,97 $\pm$ 1,606	91,38 $\pm$ 3,253	90,43 $\pm$ 2,75	0,054583

<b>CDA<sub>EB</sub></b>	84,07±4,52a	67,69±1,48b	81,55±3,13a	84,41±3,71a	87,65±1,72 a	0,000137
<b>PD</b>	10,89	10,66	9,95	10,82	10,71	-
<b>ED</b>	2,87	2,28	2,74	2,84	2,95	-

---

\*Letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey a 5%

#### 4. DISCUSSÃO

A utilização de ingredientes de origem vegetal possui uma vantagem econômica e inferior variação na composição destes alimentos em relação a ingredientes de origem animal, apresentando assim, maior homogeneidade (CARNEIRO et al., 2017). Tal fato permite a oferta de maiores variedades de ingredientes de reduzido custo para formulações de rações e que resultem em benefícios ao desempenho zootécnico do animal com maior aproveitamento dos nutrientes e energia contidos nestes alimentos.

O beneficiamento do arroz, que envolve o descascamento, brunição e polimento, gera uma série de coprodutos, sendo o farelo e a quirera os principais resíduos comumente utilizados na formulação de rações. Dependendo do tipo de processamento, são retirados o embrião e a maior parte da película que envolve o arroz, resultando em um farelo que representa aproximadamente 8% do volume do produto inicial do ingrediente. Por ora, a separação dos grãos quebrados gera a quirera, que concebe aproximadamente 14% do volume inicial do ingrediente (NITZE e BIEDRZYCKI, 2007). Tanto a quirera como o farelo de arroz podem ser utilizados de maneiras diferentes, principalmente na alimentação animal como excelente fonte de energia, além de proteína, fósforo, manganês, vitaminas, fibras entre outros (ROSTAGNO et al., 2011).

O uso de rações a base de milho para a alimentação da tilápia do Nilo é uma grande vantagem do ponto de vista econômico. São ingredientes que apresentam pouca variação no valor nutricional, o que facilita a formulação em locais onde não há possibilidade de realizar análises centesimais, além disso possui valores digestíveis para diferentes espécies. O fubá de milho e o gérmen de milho diferenciam-se em relação a composição bromatológica. De acordo com SILVA et al., (2013), foram observados em dietas experimentais, valores de 87,2 e 90,7% para matéria seca; 56,5 e 42,5% para extrato etéreo e 8,4 a 10,7% de proteína bruta para o fubá de milho e o gérmen de milho respectivamente.

A proteína é o principal constituinte estrutural e visceral dos animais, sendo necessário seu contínuo suprimento alimentar para atender às devidas exigências de manutenção, reprodução e crescimento do organismo FURUYA et al., (2001). A proteína é um nutriente essencial na alimentação de animais cultivados na piscicultura, sendo fonte de aminoácidos e nitrogênio para a proteína corporal, que podem ser utilizados como fonte de energia e síntese de glicose (NRC, 2011). As proteínas são abundantes em sistemas biológicos, sendo importantes para os processos vitais de organismos aquáticos (CHAMPE & HARVEY, 1996). Portanto, o aporte contínuo e eficaz das frações aminoacídicas para os animais torna-se

fundamental para suas atividades vitais e, conhecer como cada alimento pode prover tal nutriente é condição indispensável para a elaboração de dietas finamente balanceadas, pois é sabido que os peixes não possuem exigência pautada em proteína bruta e sim em aminoácidos (NRC, 2011).

O valor energético de rações para tilápias, geralmente, é expresso como energia digestível (ED), uma vez que a determinação do valor de energia metabolizável é difícil, por problemas associados à coleta dos metabólitos dos peixes que pode dificultar/mascarar as análises dos resultados (FURUYA et al., 2008). O equilíbrio entre o conteúdo em energia e os nutrientes em uma ração é importante para as atividades de manutenção, crescimento e reprodução dos peixes. (HOAR E RANDALL, 1969).

Cuidados devem ser tomados quando da comparação de valores de digestibilidade aparente, visto que, diferenças nos métodos de coleta de fezes podem influenciar os resultados obtidos e nas análises realizadas (ALLAN et al., 2000). Além da inclusão do ingrediente teste nas rações para determinação da digestibilidade que variam de 18,67% até 64,85% (BOSCOLO et al. PEZZATO et al., 2001) que pode influenciar nos coeficientes de digestibilidade, pois muitos ingredientes apresentam excesso ou carência de alguns nutrientes essenciais.

#### **4.1 Farelo de arroz**

A digestibilidade total ou da matéria seca de um alimento ou de uma dieta, mostra o quanto do alimento ou da dieta foi digerido pelo organismo estudado (DE SILVA, 1995). Os valores de 89,73% para matéria seca estão próximos ao encontrado por PEZZATO et al. (2002), MEURER et al., (2003), SIGNOR et al., (2007) e FURUYA et al., (2001), porém inferior ao resultado encontrado por GUIMARRÃES et al., (2007) de 91,74%. Esse valor alto de matéria seca está relacionado com a quantidade de fibra presente no farelo de arroz. Os altos níveis de fibra encontrados nas dietas à base de vegetais atuam acelerando a taxa de passagem do alimento pelo trato intestinal, reduzindo o processo de digestão e absorção do nutriente, diminuindo assim a digestibilidade da matéria seca como observado por LANNA et al., (2004), que avaliando níveis de fibra na dieta de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), encontraram redução dos coeficientes de digestibilidades dos alimentos quando houve aumento no teor das frações de lignina, celulose e hemicelulose das rações.

Para a proteína bruta, o valor encontrado de 14,46% no presente estudo é próximo aquele observado por FURUYA et al., (2001) de 12,80%. Entretanto, foi superior ao

encontrado por PEZZATO et al., (2002) que foi de 8,50%. GUIMARRÃES et al., (2008) encontraram valor de 12,80% utilizando o mesmo ingrediente. Essa diferença pode estar relacionada com a fabricação da ração pois os subprodutos do arroz possuem alta quantidade de amido e no momento da fabricação dessas rações, mesmo que em quantidades menores, aliada ao processo de trituração desse grão, expõe essa proteína a rápida digestão e assim os diferentes tipos de elaborações de rações podem explicar essa diferença entre os resultados. Outro fato que pode explicar as variações composicionais do farelo de arroz encontradas por diversos autores está relacionado ao cultivar (local de plantio, variações climáticas, linhagens, entre outros), bem como as condições de processamento da matéria prima que podem ser distintas entre as beneficiadoras de arroz existentes. Segundo PEZZATO et al., (2002) e SILVA et al., (2006) estudos demonstram que ingredientes com semelhantes composições químicas podem apresentar diferentes coeficientes de digestibilidade.

Dentre os  $CDA_{PB}$ 's houve alterações nos resultados ( $P < 0,05$ ) conforme a inclusão do alimento teste. Esses valores estão de acordo com o resultado encontrado por SANTANA et al., (2017) que estudando o aproveitamento de proteína bruta do farelo e quirera de arroz pelo tambaqui, obteve  $CDA_{PB}$  de 92,97%. Possivelmente, o hábito alimentar de ambas espécies, que é similar, tenha refletido na equivalência de aproveitamento. Embora o farelo de arroz seja de grande importância na elaboração de dietas para peixes, ainda é incipiente o montante de informações disponível na literatura científica.

Em relação a energia bruta o valor encontrado ( $5,101 \text{ kcal.g}^{-1}$ ) no presente estudo é bem próximo ao de MEURER et al., (2003) ( $5,007 \text{ kcal.g}^{-1}$ ) e superior ao encontrado por FURUYA et al., (2001) ( $4,840 \text{ kcal.g}^{-1}$ ) e GUIMARRÃES et al., (2006) ( $4,098 \text{ kcal.g}^{-1}$ ). Possivelmente essa diferença de resultados encontrados esteja relacionada à composição química, origem, processamento e presença ou não de fatores antinutricionais do ingrediente, como o arroz possui alta quantidade de amido, a expansão do mesmo no processamento da fabricação da ração pode diferenciar os resultados encontrados por vários autores.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta ( $CDA_{EB}$ ) foram influenciados conforme as alterações de inclusão do ingrediente teste nas rações, porém esses valores estão de acordo com os comumente encontrados na literatura quando utilizado 30% de inclusão do ingrediente teste. SANTANA et al., (2017) encontrou um valor próximo ao do presente trabalho estudando o aproveitamento energético do tambaqui (84,07%) utilizando farelo e quirera de arroz. Ressalta-se que se trata de um peixe de hábito alimentar onívoro, semelhante a tilápia, o que pode ter sido a razão da equivalência dos  $CDA_{EB}$ 's.

Os menores valores de coeficiente de digestibilidade observados no presente estudo podem ser por consequência do efeito dos polissacarídeos não amiláceos, que tendem a aumentar a viscosidade do bolo alimentar e, por consequência, interferem negativamente na velocidade de trânsito alimentar, diminuindo a digestibilidade dos alimentos (BORGHESI et al. 2009; CHOWDHURY et al., 2012). Vieira (2007) avaliando diferentes variedades de subprodutos de arroz, concluiu que a fibra alimentar presente no farelo é composta basicamente por hemicelulose, com grande capacidade de retenção de água, e por lignina, que é considerada indigestível. Devido à ausência de padronização no processamento das rações, a composição química do farelo de arroz pode apresentar grande variação nos resultados em diferentes trabalhos realizados com digestibilidade.

#### **4.2 Quirera de arroz**

O valor encontrado para matéria seca correspondeu a 89,48%, próximo ao valor encontrado por FURUYA et al., (2001) (88,91%), porém menor em relação ao verificado por Gonçalves et al., (2008) (91,91%). Esta diferença pode ser explicada pelo fato de os ingredientes serem adquiridos de indústrias de processamento de rações de diferentes locais, mudando assim a quantidade de umidade presente nos grãos que varia em relação a região e, portanto, afeta diretamente na porcentagem de matéria seca.

Para proteína bruta o valor encontrado de 8,59% é próximo ao resultado de FURUYA et al., (2001) (7,39%), assim como o de GUIMARRÃES et al., (2006) (8,21%). O valor encontrado para energia bruta de 4,395 kcal.g<sup>-1</sup> é superior ao encontrado por GUIMARRÃES et al., (2006) (3,712 kcal.g<sup>-1</sup>) e superior ao encontrado por SANTANA et al., (2017) (2,872 kcal.g<sup>-1</sup>).

Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDA<sub>PB</sub>) da quirela de arroz apresentaram comportamento análogo aos do farelo de arroz, ou melhor, conforme os valores de inclusão do alimento teste foram alterados, o aproveitamento da proteína se mostrou distinto (P<0,05), resultado semelhante ao encontrado por TEIXEIRA et al.; (2010) usando tambaqui como espécie de estudo, que ao implementar um maior nível de inclusão de quirela de arroz a quantidade de CDA<sub>PB</sub> ficou inferior a cada aumento de nível de inclusão, ressaltando assim a quantidade de fonte energética deste alimento.

O alto valor de CDA<sub>EB</sub> da quirela de arroz encontrado neste trabalho (98,58%), é próximo ao verificado por GUIMARRÃES et al.; (2006) que obtiveram 95,34%. Os autores afirmam que o elevado conteúdo de amido presente no alimento estudado (cerca de 75%)

pode ter sido o responsável pelo alto índice de aproveitamento da fração energética, pois, após o processo de extrusão das rações, ocorre aumento da digestibilidade da energia por meio do fracionamento, gelatinização e expansão do amido quando submetido à alta temperatura e pressão na presença de umidade.

Dentre os  $CDA_{EB}$  encontrados no presente estudo verificou-se respostas elevadas quando comparados com os resultados descritos por SANTANA et al.; (2017), onde os autores verificaram que aproximadamente 50% do alimento teste foi aproveitado pelos jundiás. Essas diferenças nos resultados obtidos reforçam que apesar de possuir o mesmo hábito alimentar onívoro, as espécies possuem suas particularidades e suas próprias adaptações fisiológicas (OLIVEIRA E FRACALOSSI, 2006; GOMINHO-ROSA, 2012).

Os subprodutos de arroz aparecem como ingredientes para o uso em dietas de tilápia do Nilo por causa dos seus altos valores de digestibilidade de nutrientes e energia, quando comparados as outras fontes energéticas, por isso os subprodutos farelo e quirera de arroz são importantes para estudos de digestibilidade.

### 4.3 Fubá de milho

O valor encontrado para matéria seca do fubá de milho corresponde a 87,21%, valor próximo ao encontrado por VIDAL et al., (2004) (87,02) que utilizaram o tambaqui como espécie de estudo e por MOREIRA et al., (2007) (89,86%) que pesquisaram o milho como ingrediente teste. TEIXEIRA et al., (2010) encontraram um valor similar de MS, utilizando uma espécie carnívora (*Pseudoplatystoma* sp.), essa proximidade dos valores encontrados de matéria seca por diferentes autores com distintas espécies mostra a eficiência da metodologia utilizada.

Para proteína bruta o valor encontrado foi de 7,85%, valor próximo ao resultado obtido por VIDAL et al., (2004) (8,57%) e por TEIXEIRA et al., (2010) que encontraram 6,34%. Em relação aos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta ( $CDA_{PB}$ ) do fubá de milho, foram verificados valores próximos entre os níveis estudados sem diferença entre os mesmos ( $P > 0,05$ ). O resultado numérico superior encontrado de  $CDA_{PB}$  neste trabalho foi de 79,57%, valor inferior ao encontrado por TEIXEIRA et al., (2010) (87,19%) utilizando o pintado, esses resultados que explicam o alto coeficiente de digestibilidade desse alimento para diferentes espécies.

Em relação a energia bruta o valor encontrado neste trabalho foi de 3,340 kcal.g<sup>-1</sup>, sendo inferior ao verificado por GUIMARRÃES et al., (2006) (4,926 kcal.g<sup>-1</sup>) utilizando

glúten de milho como dieta referência e por TEIXEIRA et al., (2010) (3,683 kcal.g<sup>-1</sup>). Os valores encontrados para o CDA<sub>EB</sub> para o fubá de milho pela tilápia correspondem a 84,63% e foram maiores do que os obtidos por MAGALHÃES-JUNIOR et al., (2016) quando trabalharam com a carapeba (*Diapterus rhombeus*), espécie também onívora, cujo incremento foi de 30% de fubá de milho na ração referência, onde encontraram o valor de 60,31%.

#### 4.4 Gérmen de milho

O valor encontrado para matéria seca correspondeu a 90,40%, próximo ao valor encontrado por PEZZATO et al., (2002) (89,10%) e BOSCOLO et al., (90,34%), porém menor em relação ao verificado por NATORI et al., (2011) (91,53%). Esta pequena diferença pode estar relacionada as diferentes indústrias que os alimentos foram adquiridos e processados, no qual podem interferir diretamente no resultado de matéria seca.

Para proteína bruta o valor encontrado de 11,85% é próximo ao resultado de PEZZATO et al., (2002) (10,18%), superior ao encontrado por BOSCOLO et al., (2002) (7,69%) utilizando milho como ingrediente teste, e similar ao obtido por SILVA et al., (2006) (6,41%) e assim como o de GUIMARRÃES et al., (2006) (8,21%). O milho e seus derivados possuem pouca variação nas suas análises bromatológicas, resultando em valores próximos por alguns autores.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDA<sub>PB</sub>) do gérmen de milho apresentaram comportamento análogo aos do fubá de milho (P<0,05), como é um alimento com maiores valores energéticos em relação a valores proteicos, conforme o aumento de inclusão do ingrediente teste o valor de proteína torna-se inferior, com isso o maior valor encontrado de CDA<sub>PB</sub> foi para o nível de 6% (91,38%).

O valor encontrado para energia bruta de 3,370 kcal.g<sup>-1</sup> é inferior ao encontrado SILVA et al., (2006) (4,226 kcal.g<sup>-1</sup>) e BOSCOLO et al., (3,963 kcal.g<sup>-1</sup>) que utilizaram milho como ingrediente teste e inferior aos resultados encontrados por PEZZATO et al., (2002) (4,924 kcal.g<sup>-1</sup>) e NATORI et al., (2011) (4,426 kcal.g<sup>-1</sup>) utilizando gérmen de milho como dieta referência.

Os valores para o CDa da energia bruta encontrados no presente estudo para o gérmen de milho pela tilápia apresentaram-se maiores quando comparados a estudos envolvendo o milho como ingrediente teste. PEZZATO et al., (2002), que ao incrementar a ração referência com 67,79% para determinação do CDa da energia para o gérmen, obtiveram o valor de 74,90%. Com o nível de inclusão de 30% de gérmen de milho nas rações, DONG et al.,

(2010) ao trabalharem com juvenis de tilápias híbridas, obtiveram o valor de 71,5% para o CDa da energia bruta.

## 5. CONCLUSÃO

Os coeficientes de digestibilidade para proteína bruta apresentaram os melhores resultados com níveis de 12% para farelo de arroz e de 30% para quirera de arroz. Não houve diferença para fubá de milho e gérmen de milho. Os coeficientes de digestibilidade aparente de energia bruta apresentaram os melhores resultados para FA com o nível de inclusão de 18%, QA, FM e GM com o nível de inclusão de 30% apresentaram os melhores resultados, justificando assim serem boas fontes energéticas para digestibilidade de juvenis de tilápia do Nilo.

Dentre os quatros alimentos vegetais testados a quirera de arroz apresentou os melhores resultados de coeficiente de digestibilidade aparente para juvenis de tilápia do Nilo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, G.L., PARKINSON, S., BOOTH, M.A. et al. Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture*, 186:293-310. 2000.
- ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. *Nutrição animal*. Paraná: Nobel, 1982. v.1. 395p.
- Borghesi, R., Dairiki, J.K., Cyrino, J.E.P., Apparent digestibility coefficients of selected feed ingredients for dourado *Salminus brasiliensis*. *Aquaculture Nutrition*, 15, 453–458 2009;
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e proteína bruta de alguns alimentos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, p.539-545, 2002.
- BREMER NETO, H.; GRANER, C. A. F.; PEZZATO, L. E.; PADOVANI, C. R. Determinação de rotina do cromo em fezes, como marcador biológico, pelo método espectrofotométrico ajustado da 1,5-difenilcarbazida. *Ciência rural*, v.35, n.3, p. 691-697, 2005.
- CARNEIRO, D.J. Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.779-786, 2003.
- CARVALHO, J.L.V.; BASSINELLO, P.Z. Aproveitamento industrial. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. *A cultura do arroz no Brasil*. 2. ed. Santo Antônio da Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, cap. 24. p. 1007-1042, 2006.
- CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. Enzimas. In: *Bioquímica ilustrada*. 2.ed. São Paulo: Artes Médicas, p.53-66, 1989.
- CHO, C.H. La energía en la nutrición de los peces. In: *Nutrición en acuicultura II*. Madrid-España: J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta, p.197-237. 1987.
- CHO, C.H. La energía en la nutrición de los peces. In: *Nutrición en acuicultura II*. Madrid-España: J. Espinosa de los Monteros y U. Labarta, 1987. p.197-237, 1987.
- DE SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. *Fish Nutrition Aquaculture*. London: Chapman & Hall, 319p 1995.
- DONG, X. H.; GUO, Y, X.; YE, J.; SONG, W.; HUANG, X.; WANG, H. Apparent digestibility of selected feed ingredients in diets for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus x Oreochromis aureus*. *Aquaculture Research*, v.41, p. 1356 - 1364, 2010.
- FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all*. Roma, 200p. 2016.
- FURUYA, W. M. *Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias*. Toledo: GFM. 100 p, 2010.

FURUYA, W. M., FUJII, K. M., SANTOS, L. D., SILVA, T. S. C., SILVA, L. C. R. & SALES, P. J. P. Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia-do-nilo. Revista Brasileira de Zootecnia, 37, 1517-1522. 2008.

FURUYA, W. M., L. E. PEZZATO, A. C. PEZZATO, M. M. BARROS, AND E. C. DE MIRANDA. Digestibility coefficients and digestible amino acids values of some ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Brazilian Journal of Animal Science 33(4):1143–1149. 2011.

FURUYA, W. M.; FUJII, K. M.; SANTOS, L. D.; SILVA, T. S. C.; SILVA, L. C. R.; SALES, P. J. P. Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia-donilo. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.9, p.1517-1522, 2008.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C. et al. Coeficiente de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba. Anais...Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.1407-1409-2001.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C. et al. Coeficiente de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.4, p.1143-1149, 2001.

GOMINHO-ROSA, M.D.C.; MORAES, G. ; FRACALOSSO, D. M. . Níveis crescentes de amido de milho em dietas para o jundiá (*Rhamdia quelen*): desempenho, digestibilidade e metabolismo. 2012.

GUIMARÃES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FERNANDES, R.N. Apparent nutrient digestibility and mineral availability of proteinrich ingredients in extruded diets for Nile tilapia. Revista Brasileira de Zootecnia, 41(8): 1801-1808; 2012.

HOAR, W. S.; RANDALL, D. J. . Fish Physiology. Academic Press, New York and London. vol. 1: Excretion, Ionic regulation, and Metabolism. 465p. 1983.

HOSSAIN, M.A.; JAUNCEY, K. Studies on the protein, energy and amino acids digestibility of fish meal, mustard oilcake, linseed and sesame meal for common carp (*Cyprinus carpio*). Aquaculture, Amsterdam, 83:59-72. 1989.

KUBITZA, F. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. 1ª ed. Jundiá: F. Kubitza, 229p, 2003.

MAGALHÃES-JÚNIOR, O. F.; SOUZA, R. H, B.; PASSINATO, E. B.; CIPRIANO, F. S.; LIMA, K. S.; TONINI, W. C. T.; BRAGA, L. G. T. Apparent digestibility of nutrients and energy of conventional ingredients for the silver mojarra, *Diapterus rhombeus*. Semina: Ciências Agrárias, v.37, n.3, p. 1655-1666, 2016

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003 (supl. 2).

NATORI, M.M; Ingredientes derivados do milho para dietas de tilápia do Nilo e pacu: digestibilidade, desempenho e viabilidade econômica. Pirassununga, 106 f, 2011.

NRC. Nutrient Requirement of Fish and Shrimp. Washington: DC. National Academies Press. (2011).

OLIVEIRA FILHO, P.R.C.; FRACALOSSO, D.M. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, p.1581-1587, 2006.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). Necesidades de energía y de proteínas. Ginebra: OMS, 1985.

TEIXEIRA E, OLIVEIRA E, SALIBA S, CASTRO EULER A, CARVALHO DE FARIA P, CREPALDI D, PIMENTEL RIBEIRO L. Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim. R. Bras. Zootec., 39(6): 1180-1185; 2010

PEZZATO, L. E., MIRANDA, E. D., BARROS, M. M., PINTO, L. G. Q., FURUYA, W. M. & PEZZATO, A. C. Digestibilidade Aparente de Ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia, 31,1595-1604. 2002.

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

ROSTAGNO, H.S. et al. Composição de alimentos e exigências nutricionais para suínos e aves. Viçosa: UFV, 59p, 1994.

ROSTAGNO, H.S. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 186p.2005.

ROSTAGNO, HORACIO & ALBINO, L.F.T. & DONZELE, JUAREZ & GOMES, P.C. & OLIVEIRA, R.F. & LOPES, D.C. & FERREIRA, A.S. & BARRETO, S.L. & EUCLIDES, R.F.. (2011). Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. Composição de alimentos e exigências nutricionais.

SANTANA, PRISCILA MONISE DOS SANTOS. Digestibilidade aparente da quirera e farelo de arroz para o tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) / Priscila Monise dos Santos Santana; orientadora Carolina Nunes Costa Bomfim. – São Cristóvão, . 44 f.: il. 2017.

SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, WILSON ROGERIO; FEIDEN, ALDI; SIGNOR, ALTEVIR ; REIDEL, ADILSON . Triguilho na Alimentação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.): Digestibilidade e Desempenho. Ciência Rural, Santa Maria - RS, v. 37, p. 1116-1121, 2007.

SILVA, L. E. S. & GALÍCIO, G. S.. Alimentação de peixes em piscicultura intensiva. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, 8, 49-62. 2012.

SILVA, L. E. S.; GALÍCIO, G. S. Alimentação de peixes em piscicultura intensiva. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15, p. 49-62, 2012