

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

MATHEUS DOS SANTOS CARDOSO

Farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo: composição
centesimal e digestibilidade aparente da energia e nutrientes

Toledo
2017

MATHEUS DOS SANTOS CARDOSO

Farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo: composição
centesimal e digestibilidade aparente da energia e nutrientes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, 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

2017



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

CAMPUS DE TOLEDO - CNPJ 76.680.337/0005-06

Rua da Faculdade, 645 - Jardim Santa Maria - Fone: (45) 3379-7000 - Fax: (45) 3379-7002 - CEP 85.913-000 Toledo - PR

www.unioeste.br

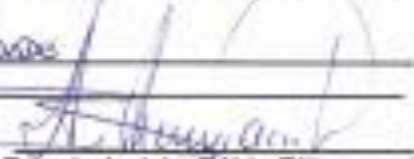


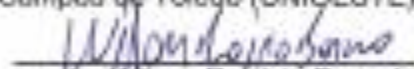
Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca

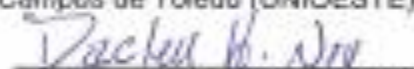
ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE MATHEUS DOS SANTOS CARDOSO, ALUNO(A) DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E ENGENHARIA DE PESCA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE, E DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO DO PROGRAMA E O REGIMENTO GERAL DA UNIOESTE.

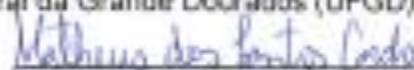
Ao(s) 20 dia(s) do mês de fevereiro de 2017 às 9h00min, no(a) Sala de Treinamentos do GEMAp - Unioeste/Campus de Toledo, realizou-se a sessão pública da Defesa de Dissertação do(a) candidato(a) Matheus dos Santos Cardoso, aluno(a) do Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca - Mestrado, na área de concentração em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca. A comissão examinadora da Defesa Pública foi aprovada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca. Integraram a referida Comissão os(as) Professores(as) Doutores(as): Fábio Bittencourt, Wilson Rogério Boscolo, Dacley Hertes Neu. Os trabalhos foram presididos pelo(a) Fábio Bittencourt, orientador(a) do(a) candidato(a). Tendo satisfeito todos os requisitos exigidos pela legislação em vigor, o(a) candidato(a) foi admitido(a) à Defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO, intitulada: "Farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo: composição bromatológica, mineral e digestibilidade aparente da energia e nutrientes". O(a) Senhor(a) Presidente declarou abertos os trabalhos, e em seguida, convidou o(a) candidato(a) a discorrer, em linhas gerais, sobre o conteúdo da Dissertação. Feita a explanação, o(a) candidato(a) foi arguido(a) sucessivamente, pelos(as) professores(as) doutores(as): Wilson Rogério Boscolo, Dacley Hertes Neu. Findas as arguições, o(a) Senhor(a) Presidente suspendeu os trabalhos da sessão pública, a fim de que, em sessão secreta, a Comissão expressasse o seu julgamento sobre a Dissertação. Efetuado o julgamento, o(a) candidato(a) foi APROVADO (a). A seguir, o(a) Senhor(a) Presidente reabriu os trabalhos da sessão pública e deu conhecimento do resultado. E, para constar, o(a) Coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE - Campus de , lavra a presente ata, e assina juntamente com os membros da Comissão Examinadora e o(a) candidato(a).

Em tempo Farinha de tilápia: composição bromatológica e digestibilidade aparente da energia e nutrientes


Orientador(a) - Fábio Bittencourt
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Toledo (UNIOESTE)


Wilson Rogério Boscolo
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Toledo (UNIOESTE)


Dacley Hertes Neu
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)


Matheus dos Santos Cardoso
Candidato(a)


Altívio Soares
Coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação
em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca

Homologação do Colegiado do PREP:

Parecer do Colegiado do PREP: favorável Ata 002 de 24/02/2017

DEDICATÓRIA

À minha família, Marcos Elias Duzac Cardoso, Márcia Helena dos Santos Cardoso, Adélcia Carmem dos Santos e Marjana dos Santos Cardoso, pelos esforços e sacrifícios para concretizar nossos sonhos. Meu respeito, gratidão e amor.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus;

Aos meus pais Marcos Elias Duzac Cardoso e Marcia Helena dos Santos Cardoso pela dedicação na criação de seus filhos, exemplos de caráter, conduta e humildade. As dificuldades nunca foram empecilho para deixar de lutar por um futuro melhor, vocês são minha inspiração.

À minha amada vovó Adelcia Carmen dos Santos pelos ensinamentos, alegrias e por estar sempre acreditando e apoiando nossas empreitadas. Sua força de vontade, solidariedade e amor ao próximo é contagiante.

À Marjana dos Santos Cardoso, irmã querida, pelo apoio e companheirismo. Nossa fase “Tom e Jerry” passou, hoje trilhamos caminhos similares, e sem dúvida nossa união nos fortalece.

Família, a distância, a saudade, é válida quando alcançamos nossos objetivos, sem o apoio de vocês seria impossível.

Aos professores Aldi Feiden e Fábio Bittencourt pela orientação, valiosos ensinamentos, amizade, paciência, incentivo e dedicação.

Aos professores Wilson Rogério Boscolo e Altevir Signor pelo apoio, conselhos e disponibilidade para sanar minhas dúvidas, que não foram poucas.

Sem dúvida, todo o conhecimento repassado por vocês professores, contribuíram e muito para a minha formação e continuidade na academia, excelentes profissionais, agradeço pela confiança.

À todos integrantes do Grupo de Estudos e Manejo em Aquicultura (GEMAQ), pelo companheirismo e amizade. Cada um contribuiu de alguma forma para alcançar meus objetivos.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

À CAPES pelo auxílio na concessão da bolsa de estudos.

Nesta jornada, muitas foram as pessoas que contribuíram, cada um de vocês deixaram sua essência e serão lembrados com carinho.

Farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo: composição centesimal e digestibilidade aparente da energia e nutrientes

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar as composições bromatológicas, da energia e, de macro e microminerais de seis farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo de diferentes origens, bem como a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) de seus nutrientes, da energia e do fósforo disponível (P_D) por juvenis de tilápia do Nilo. Seis indústrias de farinha de resíduos do processamento da tilápia do Nilo foram selecionadas, quatro localizadas na região Noroeste de São Paulo e duas do Oeste do Paraná. Analisou-se a composição bromatológica de: matéria seca (MS); proteína bruta (PB); energia bruta (EB); extrato etéreo (EE); fibra bruta (FB) e; matéria mineral (MM); de macrominerais: fósforo (P); cálcio (Ca) e magnésio (Mg); e microminerais: ferro (Fe); zinco (Zn); cobre (Cu) e manganês (Mn) das farinhas. Para o ensaio de digestibilidade aparente, foram utilizadas 196 tilápias com peso de 76 ± 14 g distribuídas em delineamento de blocos ao acaso em 14 tanques cilíndricos cônicos com volume útil de 500 L de água com sistema coletor de fezes acoplado. Seguiu-se o método indireto de coleta de fezes utilizando 0,1% de óxido de cromo III (Cr_2O_3) como marcador inerte. Os tratamentos consistiram de uma dieta referência e, seis testes compostas por 70% da dieta referência e 30% das farinhas de tilápia de diferentes origens. Os valores dos nutrientes e da energia das farinhas apresentaram variações: MS entre 94,44% a 97,76%; PB entre 54,73% a 60,41%; EB entre 4368 a 4755 kcal. kg^{-1} ; EE entre 9,27% a 15,48%; FB entre 4,22% a 6,22% e; MM entre 22,23% a 27,19%. O conteúdo de macro e microminerais apresentou variações: para o P entre 4,17% a 4,66%; Ca entre 7,17% a 9,78%; Mg entre 0,112 a 0,193 mg. kg^{-1} ; Fe entre 173,18 a 830,45 mg. kg^{-1} ; Zn entre 17,97 a 55,01 mg. kg^{-1} ; Cu entre 2,82 a 9,90 mg. kg^{-1} e Mn entre 12,08 a 26,75 mg. kg^{-1} . Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) para CDA_{MS} que apresentou valores entre 58,37% a 74,43 % e CDA_{PB} com valores entre 88,37% a 92,89%. Não foram observadas diferenças para CDA_{EB} que apresentou média de 84,67%, CDA_{EE} de 84,92% e P_D de 25,99%). As farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo das diferentes indústrias apresentaram variações em suas contribuições nutricionais, porém, não foram observadas diferenças em seus valores biológicos que venham comprometer a utilização em dietas para tilápias.

Palavras-chave: piscicultura, nutrição, qualidade nutricional, subproduto animal.

Tilapia meal processing waste: centesimal composition and apparent digestibility of energy and nutrients

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the chemical, energy, and macro and micromineral composition of six fish meal from Nile tilapia processing waste of the different origins, as well as the determination of the apparent digestibility coefficients (ADC) of their nutrients, Energy and available phosphorus (P_D) by juveniles of Nile tilapia. Six companies that manufacture fish meal from Nile tilapia processing residues were selected, four located in the Northwest region of São Paulo and two in the West of Paraná. Was analyzed centesimal composition of: dry matter (DM); Crude protein (CP); Gross energy (GE); Ethereal extract (EE); Crude fiber (CF) and; Mineral matter (MM); of macrominerals: phosphorus (P); Calcium (Ca) and magnesium (Mg); and microminerals: iron (Fe); Zinc (Zn); Copper (Cu) and manganese (Mn) of the flours. For the apparent digestibility trial, 196 tilapias weighing 76 ± 14 g were distributed in a randomized block design in 14 conical cylindrical tanks with a useful volume of 500 L of water with a coupled feces collector system. The indirect method of fecal collection using 0.1% chromium oxide III (Cr_2O_3) as an inert marker was followed. The treatments consisted of a reference diet and six tests composed of 70% of the reference diet and 30% of the tilapia meal of different origins. The values of the nutrients and the energy of the tilapia meal showed variations: DM between 94.44% and 97.76%; CP from 54.73% to 60.41%; GE between 4368 and 4755 kcal. Kg^{-1} ; EE between 9.27% and 15.48%; CF from 4.22% to 6.22% e; MM between 22.23% and 27.19%. The content of macro and microminerals presented variations: for P between 4.17% and 4.66%; Ca between 7.17% and 9.78%; Mg between 0.112 to 0.193 mg. kg^{-1} ; Fe ratio of 173.18 to 830.45 mg. kg^{-1} ; Zn from 17.97 to 55.01 mg. kg^{-1} ; Cu between 2.82 and 9.90 mg. kg^{-1} and Mn between 12.08 and 26.75 mg. kg^{-1} . Significant differences ($P < 0.05$) were observed for ADC_{MS} , which presented values ranging from 58.37% to 74.43% and ADC_{CP} values ranging from 88.37% to 92.89%. No differences were observed for ADC_{GE} , which presented a mean of 84.67%, ADC_{EE} of 84.92% and P_D of 25.99%. The fishmeal from of the the Nile tilapia processing waste of the different industries showed variations in their nutritional values, however, no differences were observed in their biological values that would compromise their use in tilapia diets.

Keywords: fish farming, nutrition, nutritional quality, animal by-product.

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica *Revista Brasileira de Zootecnia*. Disponível em: <http://www.scielo.br/revistas/rbz/iinstruc.htm>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	08
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.1 LOCAL DE ESTUDO.....	10
2.2 COLETA DE AMOSTRAS	10
2.3 ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE APARENTE.....	10
2.4 ANIMAIS UTILIZADOS	11
2.5 MANEJO REALIZADO NO ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE APARENTE.....	11
2.6 ANÁLISES LABORATORIAIS.....	12
2.7 FÓRMULAS UTILIZADAS PARA CALCULAR OS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE (CDA)	13
2.8 PARÂMETROS DA QUALIDADE DE ÁGUA	13
2.9 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE DE DADOS	14
3. RESULTADOS	14
4. DISCUSSÃO	16
5. CONSIDERAÇÃO FINAL	25
6. REFERÊNCIAS	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual das rações referência e teste utilizadas para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de farinhas de resíduos da filetagem da tilápia do Nilo	34
Tabela 2. Composição bromatológica e mineral (média $\pm$ erro padrão) das farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo com base na matéria seca.....	35
Tabela 3. Composição bromatológica da ração referência e testes com base na matéria seca utilizadas para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de farinhas de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo.....	36
Tabela 4. Especificações de qualidade da farinha de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo...	37
Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade aparente (média $\pm$ erro padrão) da matéria seca (CDA_{MS}), proteína bruta (CDA_{PB}), energia bruta (CDA_{EB}), extrato etéreo (CDA_{EE}) e fósforo disponível (P_D) com base na matéria seca de farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo.....	38

1. INTRODUÇÃO

A tilapicultura no Brasil vem apresentando ótimos índices de crescimento, motivando o surgimento de indústrias processadoras, tanto para obtenção de filé, quanto para a agregação de valor aos seus subprodutos, no intuito de atender a demanda populacional por fontes proteicas saudáveis.

No Brasil, a atividade de piscicultura gerou 483.241 mil toneladas de peixes em 2015, onde 45,4% desse montante é representado pela produção de tilápias (IBGE, 2015), concentrando-se em três regiões principais: Nordeste, Noroeste Paulista e Oeste Paranaense.

O principal produto beneficiado da tilápia é o filé (Boscolo et al., 2005), apresenta características organolépticas favoráveis para o mercado consumidor e pode apresentar de 34,6 a 36,6% de rendimento, variando quanto aos métodos de processamento e filetagem utilizados (Souza, 2002), o restante representa os resíduos, 62,5% a 66,5% (Boscolo et al., 2001).

O termo resíduo refere-se às sobras e aos subprodutos do processamento dos alimentos que são de valor comercial relativamente baixo (Arruda, 2004), podendo ser direcionados para vários fins de aproveitamento, porém, a maior parte é destinada a produção de farinha e óleo (Tacon, 1993; Bimbo e Crowther, 1992), ambos obtidos simultaneamente em escala industrial a partir do processamento adequado. Segundo Yano et al. (2008) a transformação em farinha parece ser a melhor maneira de utilizá-los, porque gera menos resíduos adicionais, em comparação com o processamento de outros produtos.

A vantagem da farinha de tilápia é que os resíduos da indústria de filetagem podem ser processados poucos minutos após o abate dos peixes, quando a matéria prima ainda está com alto grau de frescor (Boscolo et al., 2004), produzindo alimentos nutritivos e de baixo custo, sendo uma alternativa viável de exploração comercial e ambiental, pois diminui a disposição das fontes de poluição orgânica no meio ambiente (Petenuci et al., 2010).

Anteriormente utilizada como uma fonte de proteína e energia, a farinha de peixe é agora

reconhecida por apresentar alta palatabilidade, vitaminas, ácidos graxos essenciais, fonte de minerais e oligoelementos (NRC, 2011; Olsen e Hasan, 2012; Pastore et al., 2012) e, uma composição balanceada em aminoácidos, particularmente aqueles limitantes em proteínas de origem vegetal, como a metionina e a cisteína (Neves et al., 2004), servindo como complemento de nutrientes, corrigindo as deficiências presentes nos demais ingredientes em rações formuladas.

A obtenção industrial de farinha e óleo de peixe envolve processos como: cozimento, realizado para a liberação da água e do óleo do material, para evitar a deterioração microbiana; a prensagem, para separar o óleo do material; secagem, moagem e ensacamento (Miles e Chapman, 2006). Podendo variar sua composição nutricional de acordo com a matéria prima e máquinas e equipamentos utilizados, sendo assim, passível de avaliações e classificações.

Segundo Binbo e Crowther (1992), a classificação dos ingredientes e alimentos para as produções animais é dada tanto pela avaliação do conteúdo digestível aparente, quanto do processamento e integridade da matéria prima utilizada nas plantas processadoras, critérios principais e de extrema importância, porque afetam a rentabilidade do produto.

O valor nutricional em estudos de digestibilidade baseia-se não somente na composição química do alimento, mas também na quantidade de nutrientes que o peixe pode absorver e utilizar (NRC, 2011). Estes, disponibilizam conhecimento acerca da composição química dos ingredientes e, que são melhor digeridos e nutritivamente assimilados, assim, viabilizando os cultivos e reduzindo as descargas de efluentes no meio ambiente (Koprucu e Ozdemir, 2005).

Os valores digestíveis da farinha de peixe devem ser superiores a 90% (Nunes, 2011), coeficientes abaixo indicam reduzido valor biológico do produto. Pois, além das fontes proteicas serem as mais onerosas (Meurer et al., 2003), a descarga de nutrientes não aproveitados no meio aquático pode acarretar em problemas severos como a eutrofização (Macedo e Sipaúba-Tavares, 2010) tanto ‘in situ’ quanto ao entorno.

Mediante aos fatores relacionados supracitados, a avaliação nutricional bem como a avaliação centesimal das farinhas de resíduos do processamento da tilápia torna-se imprescindível para disponibilizar dados consistentes para o setor, a fim de identificar as carências existentes para uma tomada de decisão e fornecer um produto confiável.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi investigar a composição centesimal, da energia e, de macro e microminerais de farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo provenientes de seis indústrias e determinar a digestibilidade aparente dos nutrientes, energia e do fósforo disponível para juvenis de tilápia do Nilo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DE ESTUDO

A pesquisa foi conduzida no município de Toledo-PR na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, no Laboratório de Qualidade em Alimentos (LQA) e no Laboratório de Aquicultura do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura (GEMAQ).

2.2 COLETA DE AMOSTRAS

Para a avaliação do perfil nutricional, foram selecionadas seis indústrias de farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), quatro localizadas na região Noroeste de São Paulo e duas no Oeste do Paraná.

Foram coletadas amostras de forma aleatória (10 kg) em cada uma das indústrias, nos meses de julho e agosto de 2015, embaladas em sacos de polietileno, identificadas e armazenadas em freezer a temperatura de -12°C para posteriores análises.

2.3 ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE APARENTE

O ensaio de determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes das farinhas de

tilápia ocorreu nos meses de dezembro de 2015 a janeiro de 2016. Seguiu-se o método indireto de coleta de fezes (NRC,2011), utilizando 0,1% de óxido de crômio III (Cr_2O_3) com base no peso seco a 105°C em estufa por duas horas como marcador inerte nas rações.

Foram confeccionadas sete dietas, sendo uma referência e, seis testes compostas por 70% da dieta referência e 30% das farinhas de tilápia (Tabela 1). Foi realizada a correção do suplemento mineral vitamínico de forma a conter 1% em todas as dietas. Os ingredientes foram triturados individualmente em moinho do tipo martelo com peneira de 0,6 mm, pesados e misturados conforme as respectivas quantidades e dietas. A homogeneização foi realizada manualmente e após umedecidas a 20% de água, peneirada através da passagem por quatro vezes sucessivas em malha de 0,6 mm a fim de garantir a homogeneidade do óxido de crômio. As dietas foram submetidas ao processo de extrusão em matriz de 3 mm em extrusora (EX - Micro[®]) e, secas em estufa de circulação de ar forçado por um período de 12 horas a 55° C.

2.4 ANIMAIS UTILIZADOS

Foram utilizados 196 exemplares de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso de 76 ± 14 g distribuídos aleatoriamente em 14 tanques cônicos cilíndricos de polietileno com capacidade de 500L de água com sistema coletor de fezes acoplado, provido de sistema de recirculação de água, aeração constante e, com biofiltro composto por pedra britada.

2.5 MANEJO REALIZADO NO ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE APARENTE

O manejo diário consistiu na coleta de fezes às sete horas da manhã, limpeza do biofiltro e, acionamento do sistema de recirculação dos tanques. Posteriormente realizou-se a primeira alimentação às 8 horas e, decorridos 30 minutos, foram renovados 50% da água de cada tanque. Ainda, os peixes foram alimentados às 11h, 14h, 16h e 18h e, após 30 minutos, foi desligado o sistema de recirculação, realizado a limpeza dos tanques para a retirada de metabólitos

suspensos e, renovados 50% de água de cada tanque, evitando assim, fezes lixiviadas durante o dia no período noturno de coleta. Os peixes foram alimentados a uma taxa de 4% de seu peso vivo por dia. O material coletado foi colocado em recipientes de plástico identificados e após cada coleta, acondicionados em freezer a -12°C para posteriores análises. Após o término das coletas, as fezes foram descongeladas e desidratadas em estufa de ventilação de ar forçada à temperatura de 55°C , durante 72 horas, moídas em gral e pistilo, retiradas as escamas e trituradas em processador, posteriormente, encaminhadas para análises físico-químicas.

2.6 ANÁLISES LABORATORIAIS

Ambas as análises físico-químicas das farinhas (Tabela 2), rações (Tabela 3) e das fezes foram realizadas no Laboratório de Qualidade em Alimentos (LQA) vinculado ao GEMAQ/Unioeste. Seguiu-se a metodologia descrita pela AOAC (2005) para matéria seca (MS); proteína bruta (PB); extrato etéreo (EE); matéria mineral (MM); fibra bruta (FB) e, a energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica. O teor de óxido de cromo III (Cr_2O_3) das rações e fezes foi realizado empregando-se o método proposto por Bremer-Neto et al. (2005). Para as análises de macro e micro minerais as amostras (0,2 g) foram submetidas a digestão nítrico-perclórica (2:1), as concentrações de fósforo nas farinhas, rações e fezes foram determinadas por espectrofotometria UV-vis segundo Braga e Defelipo (1974) no laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas – Unioeste – *Campus* de Marechal Cândido Rondon -PR. Para a determinação das concentrações de cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn) utilizou-se o método de leitura das amostras por espectrometria de absorção atômica (modalidade chama) utilizando acetileno/ar.

2.7 FÓRMULAS UTILIZADAS PARA CALCULAR OS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE (CDA)

Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB, EB, EE e P_D e, seus respectivos valores digestíveis foram determinados de acordo com o NRC (2011) conforme equações:

1. Coeficiente de digestibilidade aparente:

$$CDA_d = 1 - \frac{\text{Crômio na ração}}{\text{Crômio nas fezes}}$$

2. Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas:

$$CDA_d = 1 - \frac{\text{Crômio na ração}}{\text{Crômio nas fezes}} \times \frac{\text{Conteúdo de nutrientes nas fezes}}{\text{Conteúdo de nutrientes na ração}}$$

3. Coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente do ingrediente teste:

$$CDA_{ing} = CDA_d + ((CDA_d - CDA_r) \times (0,7 \times D_r / 0,3 \times D_{ing}))$$

Onde:

CDA_d= Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes da dieta;

CDA_{ing}= Coeficientes de digestibilidade aparente do nutriente do ingrediente teste;

CDA_d= Coeficiente de digestibilidade aparente da dieta teste;

CDA_r= Coeficiente de digestibilidade aparente da dieta referência;

D_r= Porcentagem (%) de nutriente ou quilocaloria (Kcal. g⁻¹) na dieta referência;

D_{ing}= Porcentagem (%) de nutriente ou quilocaloria (Kcal. g⁻¹) no ingrediente teste.

2.8 PARÂMETROS DA QUALIDADE DE ÁGUA

Os parâmetros físicos e químicos da água: pH e oxigênio dissolvido foram mensurados semanalmente, enquanto que a temperatura (°C), foi monitorada diariamente pela manhã e à tarde com o auxílio de multiparâmetro (YSI Professional Plus Multiparameter Water Quality Meter – YSI, Pro Plus, Yellow Springs-Ohio, USA), correspondendo aos valores de: 7,03 ± 0,12; 5,74 ± 1,03 mg. L⁻¹ e 26,34 ± 1,57°C respectivamente. Estando de acordo com os

parâmetros aceitáveis para o cultivo de peixes tropicais (Boyd, 1990).

2.9 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE DE DADOS

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, foram realizados dois blocos em relação ao tempo com duração de trinta dias cada um (sete dias de aclimação às dietas e vinte e três dias de coleta do material fecal). Composto por seis tratamentos e uma referência, com duas repetições em cada bloco. Ao final do primeiro bloco os animais foram aleatorizados novamente. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando constada diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. As análises foram conduzidas empregando-se o software Statistic 7.0 (StatSoft, 2004).

3. RESULTADOS

Os resultados médios da análise físico-química das seis farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo (Tabela 2) apresentaram variações nas concentrações de nutrientes e de energia bruta.

A MS apresentou valor mínimo de 94,44% em FT6 e, máximo de 97,76% na FT3, enquanto que a média entre as farinhas foi de 96,48% (Tabela 4).

Os percentuais de PB apresentaram diferenças entre as farinhas, em que o maior teor analisado foi de 60,41% na FT2 e, o menor de 54,73% na FT4. Em geral, a média das seis farinhas correspondeu 57,35% (Tabela 4).

A EB da farinha FT5 de 4368 kcal. kg⁻¹ e da FT3 de 4755 kcal. kg⁻¹ foram os menores e maiores conteúdos analisados respectivamente e, apresentou média de 4601 kcal. kg⁻¹ (Tabela 4).

A menor quantidade de EE foi constatada na farinha FT1, sendo de 9,27% e, a maior na FT4 de 15,48%, correspondendo a uma variação de 40,11% entre estes valores, a média das seis farinhas apresentou valor de 12,32% (Tabela 4).

O valor de mínimo de FB foi de 4,22% na farinha FT2, enquanto que o máximo foi verificado na FT4 de 6,22%, apresentando uma média de 5,03% entre as seis farinhas (Tabela 4).

Com relação a MM, as variações permaneceram no intervalo mínimo de 22,23% e máximo de 27,19%, apresentando uma média de 24,51% entre as seis farinhas (Tabela 4).

As frações analisadas de macro e microminerais apresentaram variações: P de 4,17% a 4,66%; Ca de 7,17% a 9,78%; Mg de 0,112% a 0,193%; Fe de 173,18 mg. kg⁻¹ a 830,45 mg. kg⁻¹; Zn de 17,97 mg. kg⁻¹ a 55,01 mg. kg⁻¹; Cu de 2,82 mg. kg⁻¹ a 9,90 mg. kg⁻¹ e Mn de 12,08 mg. kg⁻¹ a 26,75 mg. kg⁻¹ (Tabela 4).

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para o CDA_{MS}, em que o maior aproveitamento identificado desta fração analisada foi de 74,43% na farinha FT2, porém não diferenciando do valor de 68,71% e 69,37% nas farinhas FT4 e FT6 respectivamente. As demais farinhas apresentaram valores entre 58,37% e 61,47% para o CDA_{MS} (Tabela 5).

Os CDA_{PB} apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$), os maiores valores foram verificados nas farinhas FT2 e FT4, 92,89% e 92,44% respectivamente, porém não diferenciaram significativamente do valor de 91,67% da FT6. Os menores CDA_{PB} foram atribuídos para as farinhas FT1 e FT3, com valores de 89,75% e 88,37% respectivamente (Tabela 5).

Não foram constatadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para os CDA_{EB}, CDA_{EE} e P_D, que apresentaram médias de 84,67%, 84,92% e 25,99% respectivamente (Tabela 5).

4. DISCUSSÃO

De acordo com Pastore et al. (2012) a umidade deve manter-se entre 8 e 10% e, quando menores, sugere que a farinha foi submetida a secagem excessiva, o que consequentemente pode afetar a qualidade nutricional. Com exceção da FT6, as farinhas apresentaram teores de 3 a 5% de umidade, por via desse resultado, sugere-se maior atenção nos procedimentos de secagem pelas diferentes indústrias, pois nenhum desses resultados está dentro do limite proposto acima.

O calor excessivo pode acarretar em redução da digestibilidade da proteína, da disponibilidade de aminoácidos a exemplo da lisina, cistina, triptofano, histidina e outros, bem como a oxidação dos lipídios (Nunes, 2011), além de reduzir o conteúdo de água.

Contudo, Vidotti e Gonçalves (2006) relataram que a farinha de tilápia contém em sua composição nutricional 96% de MS, 56% de PB e 16% de EE. Estes valores encontram-se próximos as médias do presente estudo, porém os teores de EE foram inferiores, supostamente devido à matéria prima utilizada e/ou o processamento adotado para a sua fabricação.

Este estudo corrobora com o de Pezzato et al. (2002) que reportam que a farinha de peixe tem média de 91,8% de MS, 57,6% de PB, 6,07% de EE, 4344 kcal. kg⁻¹ de EB e 20,5% de MM. Estes valores acima mencionados são semelhantes a média de 57,35% de PB e ao valor de EB de 4368 kcal. kg⁻¹ evidenciados na FT5 neste estudo.

Gomes et al. (1995), utilizando farinhas de sardinha encontraram valores nutricionais de MS de 91,7 a 91,9%, PB de 61,4 a 67,6%, EB de 4440 a 4470 kcal. kg⁻¹, EE de 8,9 a 11,3% e MM de 18,6 a 24,2%, enquanto que Gaylord e Gatlin (1996) analisando dois tipos de farinha do peixe menhaden (*Brevoortia tyrannus*) de qualidade “Select” com conteúdo de MS de 89,8%, PB de 69,2%, EE de 11,3%, EB de 4760 kcal. kg⁻¹ e P de 3,1%, enquanto que para a qualidade “Regular” obtiveram conteúdo de MS de 91,12%, PB e 67%, EE de 9,9%, EB de 4612 kcal. kg⁻¹ e P de 3,1%, ambos estudos evidenciando uma qualidade nutricional superior

de farinhas produzidas com peixes inteiros quando comparadas com a de resíduos do processamento deste estudo.

As variações constatadas neste estudo referente ao conteúdo de PB das farinhas podem estar relacionadas a quantidade de sangue do abate incorporado no conteúdo dos resíduos, devido a sua natureza líquida, o mesmo decanta nos containers e, nem sempre é destinado na mesma proporção no momento do processamento, o que sugestivamente elevaria a proporção da fração proteica. Pois o sangue, contém cerca de 90% de água e 7% de proteínas (Ranzani-Paiva e Silva-Souza, 2004).

Em relação a EB, as variações podem estar associadas a porcentagem de EE das farinhas analisadas, que contém entre 9,27% a 15,48%, pois esta fração disponibiliza mais energia que os outros nutrientes, cerca de 9 kcal. g⁻¹. Ainda assim, a quantidade de EE nas farinhas estão relacionadas ao métodos adotados na cocção da matéria prima e ao ajuste e/ou desgaste da prensa utilizados para sua fabricação.

Os valores de EE encontrados neste estudo são inferiores aos encontrados por Boscolo et al. (2004) e Boscolo et al. (2008), que obtiveram 19,89% e 21,77% respectivamente. Os mesmos autores relataram que a principal variação entre teores de gordura das FT com outras farinhas de peixes, é devido à quantidade expressiva de vísceras na matéria prima, principal local de acúmulo de lipídios na espécie.

Os resíduos de peixes que contém vísceras têm um elevado teor de lipídios e, consequentemente os produtos produzidos a partir destes serão similares e com reduzido teor de proteínas, sendo assim classificadas como de baixa qualidade (Yano et al., 2008).

Segundo Contreras-Gusman (1994), o principal macronutriente que varia em função do ambiente e da alimentação é a gordura e as alterações nos outros nutrientes são, muitas vezes, relativas aos teores desta fração.

Diversos fatores podem intervir nos processos e na qualidade do produto final, como por exemplo: variações atribuídas ao tipo de resíduo obtido durante as diferentes etapas do processamento, podendo ser oriundos da evisceração ou filetagem de pescado, espécies de origem, idade, peso, frescor dos resíduos, processamento e condições de armazenamento (Bellaver, 2005).

O conteúdo de MM das FTs apresentou valores superiores quando comparados as farinhas de peixes marinhos que possuem até 20% (Fagbenro, 1998; Fontainhas-Fernandes et al., 1999; El Saidy e Gaber, 2003). Porém, inferiores aos resultados encontrados por Boscolo et al. (2004) (30,13%) em farinhas de tilápia.

O conteúdo de cinzas neste sucedâneo para a farinha de peixe oriunda da pesca extrativista advém da estrutura esquelética do peixe, pois, após a filetagem o resíduo encontra-se com pouca carne aderida, ao contrário das farinhas produzidas com peixes inteiros. Da mesma forma, existem empresas que adotam o aproveitamento da carne remanescente na carcaça, para dar origem a carne mecanicamente separada (CMS), o que eleva ainda mais o conteúdo de minerais quando estes resíduos são destinados à fabricação de farinhas.

As farinhas FT4 e FT5 apresentaram maiores conteúdo de MM e refletiram em menores teores de PB. Um alto conteúdo de MM implica em menores teores de proteína e aminoácidos e, portanto, menor digestibilidade destes (Pastore et al., 2012). Contudo, as diferenças constatadas nos CDA_{PB} das farinhas não são suficientes para inferir alguma deficiência no aproveitamento dos nutrientes pelos peixes, pois, os valores dos coeficientes foram independentes da variação do conteúdo de PB das farinhas.

Por outro lado, investigações a campo evidenciam a utilização de certa quantidade de escamas no processamento de farinha, o que consequentemente pode influenciar o teor de cinzas no produto final. Este procedimento supostamente é realizado para elevar o rendimento

em quantidade do produto seco e obter elevados teores de proteína, porém, a qualidade e disponibilidade dos nutrientes podem ser afetadas pelo teor de minerais.

Segundo Sankar (2008) as escamas de peixe são compostas de proteínas do tecido conjuntivo, colágeno, coberto com sais de cálcio, e o teor de proteína pode variar de 41 a 84% e o restante é fosfato de cálcio e carbonato de cálcio. O uso das escamas pode ser uma oportunidade, pois são desperdiçadas diariamente, sendo de importância o desenvolvimento de estudos para a determinação da quantidade ideal no processamento de farinhas de tilápia.

Há na bibliografia uma amplitude de valores referentes a farinhas de peixes marinhos, segundo NRC (2011), estes variam para os teores nutricionais de MS que se apresentam entre 90% a 93%, PB de 59% a 72%, EE de 7,6% a 10,1%, FB de 0,6% a 1% e MM de 10,2% a 21,5%, estando diretamente associados a espécie, métodos de captura ou cultivo e, conforme o processamento adotado para sua fabricação.

Contudo, relacionado a estes parâmetros nutricionais, a farinha de resíduos do processamento da tilápia apresenta-se com um potencial substituto à farinha produzida com peixes da pesca extrativa, uma vez que os estoques pesqueiros se apresentam à nível de sobrepesca.

Com relação a fração inorgânica das FTs, a FT5 apresentou 27,19% de MM, o que refletiu em maiores teores dos minerais P e Ca, o percentual de 4,66% e 9,78% respectivamente. Em contraste, o menor valor de MM na FT2 de 22,23% resultou em menores valores da fração de P e Ca, 4,17% e 7,17% respectivamente.

De acordo com o NRC (2011) as concentrações de Ca e P em farinhas de peixe variam de 2,2% a 15,33% e 1,67% a 7,69% respectivamente. Portz et al. (2004) obtiveram concentrações para o Ca de 3% e para o P de 2,2% em farinha de peixe do Chile e Guimarães et al. (2008) que encontraram teores de Ca de 8,1% e P de 3,1% para farinha de peixe.

Concentração semelhante de P encontrada no presente estudo para as FTs foram evidenciadas por Frei (2015), que obteve teor de P de 4,34% para farinha de resíduos da tilápia, porém, superiores quando comparadas aos teores médios de P das farinhas de peixes marinhos (3,11%) e salmão (3,62%).

A amplitude de variação do conteúdo nutricional de Mg e Fe para farinhas de peixe apresentam-se entre 0,14% a 0,23% e 50 a 544 mg. kg⁻¹ respectivamente (NRC, 2011). Os resultados encontrados no presente estudo estão de acordo com exceção da FT2 que foi superior para o Fe.

As farinhas FT2 e FT1 que apresentaram as maiores porcentagens de PB continham altos teores de Fe, valores de 830,45 e 353,90 mg. kg⁻¹ respectivamente, acima dos demais teores analisados nas outras farinhas, sugerindo a influência do sangue do abate nos resíduos comentado anteriormente. Segundo Padilha (2006) o ferro hematínico é encontrado na hemoglobina e mioglobina, presente no sangue, vísceras e carnes em geral, aves e peixes, sua utilização pode contribuir para a suplementação de proteínas e ferro, além disso, promover a redução dos efluentes lançados no meio ambiente.

Watanabe et al. (1988) analisaram a fração mineral de farinha de peixe branco e obtiveram valores de P de 3,1%, Ca de 5,3%, Mg de 0,24%, Fe de 400 mg. kg⁻¹, Zn de 65 mg. kg⁻¹, Cu de 3,3 mg. kg⁻¹ e Mn de 7,7 mg. kg⁻¹. Resultados semelhantes também foram reportados por Sugiura et al. (1998), com farinhas de peixes marinhos apresentando concentrações de P entre 2,05% a 3,43%, Ca entre 2,74% a 6,35%, Mg entre 0,20% a 0,35% e Fe de 153 a 934 mg. kg⁻¹. Estes valores encontram-se abaixo das frações de P, Ca, Cu e Mn, acima para os teores de Mg e Zn, e dentro do intervalo para o Fe encontrados nas farinhas de resíduos do processamento de tilápia deste estudo.

Com relação ao manejo alimentar, verificou-se que as dietas contendo 30% de farinha de tilápia foram bem aceitas em relação à dieta referência, em que geralmente ocorriam sobras

alimentares. Este fator possivelmente está associado às características de palatabilidade atribuídas a farinha de tilápia.

Os resultados indicam que os nutrientes e a energia bruta das farinhas foram bem digeridos pelos animais, apresentando-se satisfatórios em relação a trabalhos realizados na determinação de coeficientes de digestibilidade aparente de farinhas de peixe.

Com relação à digestibilidade, resultados semelhantes foram encontrados por: Guimarães et al. (2008), os quais obtiveram CDA_{PB} de 88,6%; Furuya et al. (2001) obtiveram CDA_{PB} de 84,95%, CDA_{MS} de 79,78%, CDA_{EB} de 87,19% e CDA_{EE} de 94,16% e, Meurer et al. (2003) que atribuíram como bons os valores obtidos para o CDA_{PB} de 90,66% e, regular para o CDA_{MS} de 87,63% e CDA_{EB} de 89,53% para de farinhas de peixe para tilápia do Nilo.

Já Pezzato et al. (2002) encontraram valores de CDA_{MS} de 57,46%, CDA_{PB} de 78,55%, CDA_{EE} de 80,12% e CDA_{EB} de 72,23% para tilápia do Nilo utilizando 65% de farinha de peixe na dieta teste. Dados ligeiramente abaixo dos encontrados no presente estudo para CDA_{PB} , CDA_{EE} e CDA_{EB} , sugere-se que a quantidade de inclusão de 65% de farinha na dieta teste pode ter ocasionado interferência no aproveitamento dos nutrientes, assim ocasionando divergências nos valores dos estudos.

Sampaio et al. (2001) avaliaram a inclusão de 65% de ingredientes de origem animal em dietas para tilápia do Nilo como farinha de peixe importada com valores de PB de 50,18%, EE de 5,24% e 3352 kcal. g^{-1} de EB e obtiveram CDA_{MS} de 50,19%, CDA_{EB} de 58,09%, CDA_{PB} de 80,57% e CDA_{EE} de 90,68% enquanto que para a farinha de peixe nacional com PB de 47,75%, EE de 16,85% e 4362 kcal. g^{-1} de EB, obtiveram CDA_{MS} de 52,10%, CDA_{EB} de 40,20%, CDA_{PB} de 71,44% e CDA_{EE} de 90,66%, estes resultados demonstram que a qualidade da farinha de peixe importada não é superior à nacional em função da composição nutricional e disponibilidade de nutrientes segundo os mesmos autores. Estes valores digestíveis e nutricionais das farinhas importada e nacional apresentam-se inferiores aos encontrados neste

estudo, com exceção as porcentagens de EE, onde a importada apresentou menor teor e, a nacional maior.

Segundo Guimarães et.al. (2008), as diferenças nos valores nutricionais podem ser explicadas pelos diferentes métodos de processamento das farinhas, pelo período de armazenamento do produto, pela quantidade de lipídios extraídos e qualidade da matéria-prima.

Além disso, sugere-se que as diferenças entre os dados digestíveis dos trabalhos realizados para a determinação da digestibilidade aparente de ingredientes é em decorrência da metodologia empregada, pois neste estudo foram utilizados 30% do ingrediente teste na dieta. Segundo NRC (2011) a precisão da estimativa dos CDA pode ser afetada por pequenas derivações a partir da taxa de 70:30 (dieta referência:ingrediente teste).

A utilização de farinha de peixe para compor dietas formuladas para peixes em cultivo é amplamente praticada, sendo investigada por diversos autores, no intuito de fornecer dados consistentes para os formuladores. No entanto, a variação da disponibilidade dos nutrientes para as diversas espécies e até mesmo dentro de uma espécie para este ingrediente é grande, uma vez que sua composição nutricional depende de muitos fatores inter-relacionados.

Estudos para a determinação do CDA de farinhas de peixe para outras espécies foram realizados. Gomes et al. (1995) os quais obtiveram CDA_{MS} entre 78% a 89,4%, CDA_{PB} entre 86,3% a 92,3% e CDA_{EB} entre 69,7% a 93,8% para truta arco íris; Gaylord e Gatlin (1996) para o red drum, obtendo CDA_{PB} variando de 76,9% a 87,9%, CDA_{EE} entre 67,6% a 87,2% e CDA_{EB} de 92,1% a 95% e Bai et al. (2001) avaliando três tipos de farinhas de peixe para o korean rock fish, apresentou valores de CDA_{PB} de 91,3%, 97,6% e 99,4% para análoga, farinha de peixe branca e farinha de korean rock fish respectivamente. Estas variações nos CDA apresentados por estes autores foram dependentes da qualidade e da composição nutricional das farinhas.

Resíduos de outras espécies de peixes também foram estudados no processamento de farinhas e inclusão em dietas para tilápia do Nilo. Higuchi (2015) realizando em escala

industrial o processamento de farinhas, obteve valores nutricionais de 50,32% e 4200 kcal. kg⁻¹ para a PB e EB, respectivamente, para resíduos oriundos da patinga (*Piaractus mesopotamicus* x *Piaractus brachypomus*), obtendo CDA_{PB} de 71,24% e CDA_{EB} de 76,18%, e para farinha de pintado real[®] valores nutricionais de 59,74% de PB e 4446 kcal. kg⁻¹ de EB o qual apresentou CDA_{PB} de 84,32%, ambos valores digestíveis para a tilápia do Nilo, evidenciando o potencial dos resíduos destas espécies na produção de farinhas e óleos como ingredientes proteicos e energéticos. Contudo, estes resultados apresentam-se abaixo dos encontrados neste estudo.

Boscolo et al. (2004) evidenciaram resultados insatisfatórios da farinha de tilápia sobre os CDA_{PB} e CDA_{EB} para a tilápia do Nilo, obtiveram valores de 67,09% e 48,52% respectivamente, e foram atribuídos aos resíduos originários da indústria filetadora e consequente elevada quantidade de minerais e proteína de baixa qualidade.

Além disso, estudos demonstram que o processamento mediante temperaturas elevadas pode promover diminuições nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos para farinhas de origem animal (Johns et al., 1986; Wang e Parsons., 1998) e consequentemente acarretar deficiências nutricionais aos animais alimentados a partir desse produto.

Opstvedt et al. (2003) investigaram a influência térmica sobre o processamento de farinha de peixes, realizou sob duas temperaturas, de 70 e 100 °C, e obtiveram um produto com menor teor de umidade, menor teor de PB devido a perda de bases azotadas voláteis e maior porcentagem de EE utilizando temperatura mais elevada e, consequentemente, refletiu na redução da digestibilidade proteica.

O P_D das farinhas de peixe variam amplamente na literatura, e isto se deve às espécies e constituição dos subprodutos adotados em sua fabricação. Para truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), os coeficientes reportados por Riche e Brown (1996) são diferentes conforme a espécie utilizada como matéria prima para a fabricação das farinhas, sendo de 55,4% para o arenque, 37,1% para a sardinha, 21,5% para o peixe menhaden e 35,7% para a anchova. Enquanto que

Hua e Bureau (2006) em estudos para a determinação da digestibilidade de farinhas de oriundas de peixes marinhos com 3,8% de P orgânico para o salmão (*Salmo salar*) obtiveram valores para o P_D de 50,8% e 53,4% para farinhas de menhaden e arenque respectivamente, abaixo dos resultados obtidos por Portz et al. (2004) para a mesma espécie utilizando farinha de peixe do Chile com 2,2% de P, obtendo 72,3% de P_D .

Na nutrição de tilápias, valores superiores aos encontrados no presente estudo para o P_D foram encontrados por Boscolo et al. (2008), que avaliaram a farinha de resíduos da filetagem de tilápias e obtiveram valores de 70,44%, porém observa-se que a porcentagem de P na farinha utilizada era de 2,78%. Para o jundiá, Frei (2015) obteve resultados de P_D para farinha de peixes marinhos de 51,99%, salmão de 58,39% e tilápia de 47,44%. Contudo, nota-se resultados adversos entre os estudos direcionados para as diferentes espécies e tipos de farinhas.

Com relação ao valor médio do P_D de 25,99% obtidos para as diferentes farinhas neste estudo, nota-se uma disponibilidade reduzida. Resultados semelhantes foram encontrados para farinha de peixe em dietas para tilápia do Nilo, Miranda et al. (2000) obtiveram um coeficiente de disponibilidade de 27,15%, relacionando este resultado a qualidade dos subprodutos animais obtidos do processamento de filetagem, constituídos por vísceras, ossos e escamas, os quais interferem negativamente a disponibilidade do fósforo.

De acordo com Rodehutschord et al. (1996), a ingestão de P acima da exigência acarreta em uma diminuição da retenção pelo organismo dos peixes, assim, consequentemente maiores a excreções.

Portanto, a utilização deste ingrediente em dietas formuladas para tilápia do Nilo deve ser realizada com cautela, em virtude do reduzido P_D contínuo apresentado pelas farinhas de resíduos do processamento da tilápia deste estudo, visando minimizar os impactos negativos no ambiente aquático.

O presente estudo apresenta resultados satisfatórios em relação à qualidade e disponibilidade nutricional para um produto nacional originário do resíduo de abate. Podendo adquirir um alto valor agregado no mercado de ingredientes para rações animal.

Contudo, valores atuais referentes a disponibilidade de nutrientes de farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo ainda são escassos na literatura. Percebe-se ainda a dificuldade de encontrar informação para a classificação deste produto. Atualmente, sua classificação está baseada no Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952 (Brasil, 1952) onde encontram-se dados incoerentes para relacionar a este produto, o qual possui características nutricionais próprias.

Além da discussão sobre as características nutricionais das farinhas de resíduos da tilápia do Nilo, é importante vislumbrar aspectos da sustentabilidade do aproveitamento de resíduos do processamento de tilápias, bem como sua utilização em dietas. Além de agregar valor, trazendo ativos ao setor produtivo, beneficiam a cadeia produtiva do pescado como um todo e minimizam os impactos ambientais.

5. CONSIDERAÇÃO FINAL

As farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo apresentaram variações em seu conteúdo nutricional, contudo, não foram observadas diferenças em seus valores biológicos que venham comprometer a utilização em dietas para tilápias. Ainda assim, colaboram com a temática da sustentabilidade da cadeia produtiva, empregando os resíduos provenientes do abate na geração de um produto que pode alcançar um alto valor comercial agregado.

6. REFERÊNCIAS

AOAC - Associação de Química Analítica Oficial. Métodos oficiais de análise 2005. 18th ed. Gaithersburg, MD, USA.

Arruda, L. F. 2004. Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos. Dissertação (M.Sc). Universidade de São Paulo. Brasil.
<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-05112004-142653/pt-br.php>>
Acesso em: janeiro de 2017.

Bai, S. C.; Choi, S. M.; Kim, K. W. e Wang, X. J. 2001. Apparent protein and phosphorus digestibilities of five different dietary protein sources in Korean rockfish, *Sebastes schlegeli* (Hilgendorf). *Aquaculture research*, 32(s1), 99-105.

Batterham, E. S.; Darnell, R. E.; Herbert, L. S. e Major, E. J. 1986. Effect of pressure and temperature on the availability of lysine in meat and bone meal as determined by slope-ratio assays with growing pigs, rats and chicks and by chemical techniques. *British journal of nutrition*, 55(02), 441-453.

Bellaver, C. 2005. Limitações e vantagens do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e de aves. Em: *Anais do 2º Simpósio Brasileiro Alltech da Indústria de Alimentação Animal*.

Bimbo, A. P., e Crowther, J. B. 1992. Fish meal and oil: current uses. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 69(3), 221-227.

Boscolo, W. R.; Hayashi, C.; Feiden, A.; Meurer, F. e Signor, A. A. 2008. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Ciência Rural*, 38(9), 2579-2586.

Boscolo, W. R.; Hayashi, C.; Meurer, F.; Feiden, A.; Bombardelli, R. A. e Reidel, A. 2005. Farinha de resíduos da filetagem de tilápias na alimentação de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(6), 1807-1812.

Boscolo, W. R.; Hayashi, C.; Meurer, F.; Feiden, A. e Bombardelli, R. A. 2004. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(1), 8-13.

Boscolo, W. R.; Hayashi, C.; Soares, C. M.; Furuya, W. M. e Meurer, F. 2001. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(5), 1391-1396.

Boyd, C. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. London: Birmingham Publishing Co. 482p.

Braga, J. M. e Defelipo, B. V. 1974. Determinacao espectrofotometrica de fosforo em extratos de solo e material vegetal. *Revista Ceres*.

Brasil. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o Novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. RIISPOA. Disponível em:<http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/MercadoInterno/Requisitos/RegulamentoInspecaoIndustrial.pdf>. Acesso em: janeiro de 2017.

Bremer-Neto, H.; Graner, C. A. F.; Pezzato, L. E. e Padovani, C. R. 2005. Determinação de rotina do crômio em fezes, como marcador biológico, pelo método espectrofotométrico ajustado da 1, 5-difenilcarbazida. *Ciência Rural*, 35(3), 691-697.

Contreras, E. S. G. 1994. Bioquímica de pescados e derivados. *Funep, Jaboticabal*.

- El- Saidy, D. M. e Gaber, M. 2003. Replacement of fish meal with a mixture of different plant protein sources in juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) diets. *Aquaculture research*, 34(13), 1119-1127.
- Fagbenro, O. A. 1998. Short Communication Apparent digestibility of various oilseed cakes/meals in African catfish diets. *Aquaculture International*, 6(4), 317-322.
- Feiden, A.; Boscolo, W. R.; Signor, A.; Signor, A. A. e Reidel, A. 2005. Farinha de resíduos da filetagem de tilápia em rações para alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. *Revista Semina Ciências Agrárias*, 26(02), 249-256.
- Fontainhas-Fernandes, A.; Gomes, E.; Reis-Henriques, M. A. e Coimbra, J. 1999. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of Nile tilapia: digestibility and growth performance. *Aquaculture International*, 7(1), 57-67.
- Frei, R. G. 2015. Digestibilidade aparente de ingredientes proteicos de origem animal para o jundiá *Rhamdia voulezi*. Dissertação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, PR. Brasil.
- Furuya, W. M.; Pezzato, L. E.; de Miranda, E. C.; Furuya, V. R. B. e Barros, M. M. 2001. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus* (L.)(linhagem tailandesa). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 23, 465-469.
- Gaylord, T. G. e Gatlin, D. M. 1996. Determination of digestibility coefficients of various feedstuffs for red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, 139(3-4), 303-314.
- Gomes, E. F.; Rema, P. e Kaushik, S. J. 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. *Aquaculture*, 130(2), 177-186.
- Guimarães, I. G.; Pezzato, L. E. e Barros, M. M. 2008. Amino acid availability and protein digestibility of several protein sources for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Nutrition*, 14(5), 396-404.

Hardy, R. W.; Shearer, K. D. e Spinelli, J. 1984. The nutritional properties of co-dried fish silage in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) dry diets. *Aquaculture*, 38(1), 35-44.

Higuchi, L. H. 2015. Produção, caracterização nutricional e utilização de farinhas e óleos de resíduos de peixes neotropicais em dietas para Tilápia do Nilo. Tese (T.Sc). Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP. Brasil.

Hua, K. e Bureau, D. P. 2006. Modelling digestible phosphorus content of salmonid fish feeds. *Aquaculture*, 254(1), 455-465.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. Produção da pecuária municipal. Rio de Janeiro. v.43, p. 33-37. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2015_v43_br.pdf>. Acesso em: janeiro de 2017.

Johns, D. C.; Low, C. K. e James, K. A. C. 1986. Comparison of amino acid digestibility using the ileal digesta from growing chickens and cannulated adult cockerels. *British poultry science*, 27(4), 679-685.

Köprücü, K. e Özdemir, Y. 2005. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 250(1), 308-316.

Macedo, C. F. e Sipaubá-Tavares, L. H. 2010. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. *Boletim do Instituto de Pesca*, 36(2), 149-163.

Meurer, F.; Hayashi, C. e Boscolo, W. R. 2003. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(6), 1801-1809.

Miles, R. D. e Chapman, F. A. 2006. The benefits of fish meal in aquaculture diets. *IFAS Extension, University of Florida*.

- Miranda, E. C.; Pezzato, A. C.; Pezzato, L. E. e Furuya, W. M. 2000. Disponibilidade aparente de fósforo em ingredientes pela tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 22(1), 669-675.
- Morales, F. J. e Van Boekel, M. A. J. S. 1997. A study on advanced Maillard reaction in heated casein/sugar solutions: fluorescence accumulation. *International Dairy Journal*, 7(11), 675-683.
- Neves, R. A. M.; Mira, N. D. e Marquez, U. L. 2004. Caracterização de hidrolisados enzimáticos de pescado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24(1), 101-108.
- NRC - National Research Council. 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. Washington, DC: National Academy Press, 376 p.
- Nunes, M. L. 2011. Farinha de pescado. Capítulo de livro: Tecnologia do pescado: ciência. p 368.
- Nunes, C. S. e Baptista, A. O. 2001. Implicações da reacção de Maillard nos alimentos e nos sistemas biológicos Implications of the Maillard reaction in food and in biological systems. 96(538), 53-59.
- Olsen, R. L. e Hasan, M. R. 2012. A limited supply of fishmeal: Impact on future increases in global aquaculture production. *Trends in Food Science & Technology*, 27(2), 120-128.
- Opstvedt, J.; Nygård, E.; Samuelsen, T. A.; Venturini, G.; Luzzana, U. e Mundheim, H. 2003. Effect on protein digestibility of different processing conditions in the production of fish meal and fish feed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(8), 775-782.
- Padilha, A. L. D. 2006. Isotermas de adsorção de umidade de suplemento alimentício rico em ferro hemático (sangue bovino em pó): aceitabilidade de alguns produtos enriquecidos. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, SC, Brasil.

- Pezzato, L. E.; Miranda, E. D.; Barros, M. M.; Pinto, L. G. Q.; Furuya, W. M. e Pezzato, A. C. 2002. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(4), 1595-1604.
- Petenuci, M. E.; Stevanato, F. B.; Morais, D. R. D.; Santos, L. P.; Souza, N. E. D. e Visentainer, J. V. 2010. Composição e estabilidade lipídica da farinha de espinhaço de tilapia. *Ciência e Agrotecnologia*, 34(5), 1279-1284.
- Pastore, S.; Gaiotto, J.; Ribeiro, F. e Nunes, A. 2012. Formulação de rações e boas práticas de fabricação. Em: *Fracalossi, DM e Cyrino, J. E. P. Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. NUTRIAQUA. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia aquática*, 293-346.
- Portz, L. e Cyrino, J. E. P. 2004. Digestibility of nutrients and amino acids of different protein sources in practical diets by largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802). *Aquaculture Research*, 35(4), 312-320.
- Ranzani-Paiva, M. T. J. e Silva-Souza, A. T. Hematologia de peixes Brasileiros. In: *Sanidade de Organismos Aquáticos*. São Paulo: Editora Varela, 2004.
- Riche, M. e Brown, P. B. 1996. Availability of phosphorus from feedstuffs fed to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 142(3), 269-282.
- Rodrigues, A. P. O.; Bergamin, G. T. e Santos, V. R. V. 2013. Nutrição e alimentação de peixes. In: *Piscicultura de água doce*. Embrapa. Brasília, DF. p.171-213.
- Rodehutscord, M.; Gregus, Z. e Pfeffer, E. 2000. Effect of phosphorus intake on faecal and non-faecal phosphorus excretion in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the consequences for comparative phosphorus availability studies. *Aquaculture*, 188(3), 383-398.
- Sankar, S.; Sekar, S.; Mohan, R.; Rani, S.; Sundaraseelan, J. e Sastry, T. P. 2008. Preparation and partial characterization of collagen sheet from fish (*Lates calcarifer*) scales. *International journal of biological macromolecules*, 42(1), 6-9.

Sampaio, F. G.; Hisano, H.; Yamaki, R. A.; Karina, G.; Kleemann, L. E. P. e Barros, M. M. 2001. Digestibilidade aparente das farinhas de peixe nacional e importada e das farinhas de sangue tostada e spray-dried, pela tilápia do Nilo, (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum Maringá*, 23(4), 891-896.

Shibao, J.; Bastos, D. H. M. 2011. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. *Revista de nutrição*. 24(6), 895-904.

Souza, M. D. 2002. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(3), 1076-1084.

Sugiura, S. H.; Dong, F. M.; Rathbone, C. K. e Hardy, R. W. 1998. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. *Aquaculture*, 159(3), 177-202.

StatSoft. 2004. *Statistica*. StatSoft Inc. (<http://www.statsoft.com>).

Tacon, A. G. 1993. Feed ingredients for warmwater fish fish meal and other processed feedstuffs.

Vidotti, R. M. e Gonçalves, G. S. 2006. Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal. Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Pescado Continental Instituto de Pesca-APTA-SAA. São José do Rio Preto, SP, Brasil.

Wang, X. e Parsons, C. M. 1998. Effect of raw material source, processing systems, and processing temperatures on amino acid digestibility of meat and bone meals. *Poultry Science*, 77(6), 834-841.

Watanabe, T.; Kiron, V. e Satoh, S. 1997. Trace minerals in fish nutrition. *Aquaculture*, 151(1), 185-207.

Watanabe, T.; Satoh, S. e Takeuchi, T. 1988. Availability of minerals in fish meal to fish. *Asian Fisheries Science*, 1(2), 75-195.

Yano, Y.; Oikawa, H.; e Satomi, M. 2008. Reduction of lipids in fish meal prepared from fish waste by a yeast *Yarrowia lipolytica*. *International journal of food microbiology*, 121(3), 302-307.

Tabela 1. Composição percentual das rações referência e teste utilizadas para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de farinhas de resíduos da filetagem da tilápia do Nilo.

Ingredientes	Ração referência	Rações testes (6)
Milho grão	36,08	25,12
Farinha vísceras e aves	15,66	10,90
Soja farelo 45% PB	12,13	8,44
Soja concentrado	11,99	8,35
Arroz quirera	10,00	6,96
Trigo farelo	7,01	4,88
Glúten de milho 60%	5,00	3,48
Suplemento (min + vit) ¹	1,00	1,00
Calcário	0,47	0,33
Sal	0,30	0,21
Fosfato bicálcico	0,21	0,15
Antifúngico	0,10	0,07
Antioxidante	0,01	0,01
Farinha de tilápia	0,00	30,00
Total	100,00	100,00

¹Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 10.000.000 UI; Vit. D3, 4.000.000 UI; Vit. E, 150.000 mg; Vit. K3, 100.000 mg; Vit. B1, 25.000 mg; Vit. B2, 25.000 mg; Vit. B6, 25.000 mg; Vit. B12, 30.000 mcg; Niacina, 100.000 mg; Pantotenato Ca, 50.000 mg; Ác. Fólico, 6.000 mg; Biotina, 1.000 mg; Inositol, 200.000 mg; Ferro, 1.000 mg; Iodo, 800 mg; Manganês, 30.000 mg; Zinco, 140.000 mg; Selênio, 800 mg; Cobre, 18.000 mg; Cobalto, 200 mg; Etoxiquin, 124.000 mg; Sorbato de potássio, 450.000mg.

Tabela 2. Composição centesimal (média $\pm$ erro padrão) das farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo com base na matéria seca.

Nutrientes ¹	Farinhas teste ²					
	FT1	FT2	FT3	FT4	FT5	FT6
MS (%)	97,21 $\pm$ 0,04	95,28 $\pm$ 0,15	97,76 $\pm$ 0,10	96,74 $\pm$ 0,06	97,49 $\pm$ 0,02	94,44 $\pm$ 0,13
PB (%)	59,44 $\pm$ 0,51	60,41 $\pm$ 0,12	56,60 $\pm$ 0,44	54,73 $\pm$ 0,15	55,65 $\pm$ 0,92	57,28 $\pm$ 0,15
EB (Kcal. kg ⁻¹)	4482 $\pm$ 38	4697 $\pm$ 46	4755 $\pm$ 76	4717 $\pm$ 18	4368 $\pm$ 75	4591 $\pm$ 47
EE (%)	9,27 $\pm$ 0,05	12,85 $\pm$ 0,11	13,08 $\pm$ 0,20	15,48 $\pm$ 0,59	11,13 $\pm$ 0,12	12,13 $\pm$ 0,18
FB (%)	6,04 $\pm$ 0,66	4,22 $\pm$ 0,36	4,76 $\pm$ 0,49	6,22 $\pm$ 0,19	4,56 $\pm$ 0,04	4,38 $\pm$ 0,18
MM (%)	24,84 $\pm$ 0,42	22,23 $\pm$ 0,50	23,74 $\pm$ 0,37	25,06 $\pm$ 0,54	27,19 $\pm$ 0,42	24,00 $\pm$ 0,21
Macro-minerais						
P (%)	4,55 $\pm$ 0,06	4,17 $\pm$ 0,21	4,17 $\pm$ 0,41	4,46 $\pm$ 0,23	4,66 $\pm$ 0,51	4,41 $\pm$ 0,23
Ca (%)	7,95 $\pm$ 0,61	7,17 $\pm$ 0,07	7,73 $\pm$ 0,07	7,69 $\pm$ 0,28	9,78 $\pm$ 0,18	7,97 $\pm$ 0,65
Mg (%)	0,154 $\pm$ 0,01	0,182 $\pm$ 0,04	0,193 $\pm$ 0,03	0,112 $\pm$ 0,01	0,125 $\pm$ 0,03	0,133 $\pm$ 0,05
Micro-minerais						
Fe (mg. Kg ⁻¹)	353,90 $\pm$ 16,18	830,45 $\pm$ 30,59	204,80 $\pm$ 15,19	173,18 $\pm$ 28,37	193,24 $\pm$ 24,34	185,58 $\pm$ 9,42
Zn (mg. Kg ⁻¹)	22,58 $\pm$ 0,87	23,39 $\pm$ 1,04	55,01 $\pm$ 2,18	17,97 $\pm$ 0,39	27,64 $\pm$ 1,83	24,08 $\pm$ 1,99
Cu (mg. Kg ⁻¹)	9,76 $\pm$ 0,02	8,39 $\pm$ 0,88	6,39 $\pm$ 1,13	2,82 $\pm$ 0,41	9,19 $\pm$ 0,74	9,90 $\pm$ 0,33
Mn (mg. Kg ⁻¹)	26,75 $\pm$ 1,16	12,53 $\pm$ 0,89	19,37 $\pm$ 2,13	12,08 $\pm$ 0,23	13,54 $\pm$ 0,37	20,52 $\pm$ 0,90

¹Matéria seca (MS); proteína bruta (PB); energia bruta (EB); extrato etéreo (EE); fibra bruta (FB); matéria mineral (MM); fósforo (P); cálcio (Ca); magnésio (Mg); ferro (Fe); zinco (Zn); cobre (Cu) e manganês (Mn). ²Farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo.

Tabela 3. Composição centesimal da ração referência e testes com base na matéria seca utilizadas para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente de farinhas de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo.

Rações experimentais	Nutrientes ¹					
	MS (%)	PB (%)	EB (kcal. kg ⁻¹)	EE (%)	MM (%)	P (%)
Referência	92,39	31,59	4637	2,86	6,53	1,07
RFT1 ²	92,03	41,33	4486	4,68	12,02	2,06
RFT2 ²	93,39	40,86	4529	7,54	10,57	1,86
RFT3 ²	92,33	40,01	4529	6,33	11,40	2,19
RFT4 ²	92,71	39,29	4550	6,97	12,23	2,04
RFT5 ²	91,83	40,51	4501	6,33	11,97	2,45
RFT6 ²	91,17	40,78	4509	6,40	11,34	2,02

¹Matéria seca (MS); proteína bruta (PB); energia bruta (EB); extrato etéreo (EE); matéria mineral (MM) e fósforo (P). ²Rações com 30% das farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo.

Tabela 4. Especificações de qualidade da farinha de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo.

Nutrientes ¹	Valores		
	Mínimo	Máximo	Média
MS (%)	94,44	97,76	96,48
PB (%)	54,73	60,41	57,35
EB (Kcal. kg ⁻¹)	4368	4755	4601
EE (%)	9,27	15,48	12,32
FB (%)	4,22	6,22	5,03
MM (%)	22,23	27,19	24,51
Macro-minerais			
P (%)	4,17	4,66	4,40
Ca (%)	7,17	9,78	8,04
Mg (%)	0,112	0,193	0,149
Micro-minerais			
Fe (mg. Kg ⁻¹)	173,18	830,45	323,52
Zn (mg. Kg ⁻¹)	17,97	55,01	28,44
Cu (mg. Kg ⁻¹)	2,82	9,90	7,74
Mn (mg. Kg ⁻¹)	12,08	26,75	17,46

¹Matéria seca (MS); proteína bruta (PB); energia bruta (EB); extrato etéreo (EE); fibra bruta (FB); matéria mineral (MM); fósforo (P); cálcio (Ca); magnésio (Mg); ferro (Fe); zinco (Zn); cobre (Cu) e manganês (Mn).

Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade aparente (média $\pm$ erro padrão) da matéria seca (CDA_{MS}), proteína bruta (CDA_{PB}), energia bruta (CDA_{EB}), extrato etéreo (CDA_{EE}) e fósforo disponível (P_D) com base na matéria seca de farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo.

Farinhas teste ²	Coeficientes				
	CDA _{MS} (%)	CDA _{PB} (%)	CDA _{EB} (%)	CDA _{EE} (%)	P _D (%)
FT1	58,37 $\pm$ 4,34 ^b	89,75 $\pm$ 0,60 ^{cd}	84,38 $\pm$ 0,47	81,75 $\pm$ 4,87	24,27 $\pm$ 2,39
FT2	74,43 $\pm$ 2,84 ^a	92,89 $\pm$ 0,45 ^a	85,34 $\pm$ 0,68	84,43 $\pm$ 0,88	28,07 $\pm$ 1,10
FT3	61,47 $\pm$ 3,95 ^b	88,37 $\pm$ 0,75 ^d	83,54 $\pm$ 0,67	89,63 $\pm$ 2,67	22,82 $\pm$ 2,64
FT4	68,71 $\pm$ 1,24 ^{ab}	92,44 $\pm$ 0,55 ^a	84,94 $\pm$ 0,39	83,13 $\pm$ 4,43	28,53 $\pm$ 3,41
FT5	60,06 $\pm$ 3,92 ^b	90,47 $\pm$ 0,57 ^{bc}	84,79 $\pm$ 0,61	84,71 $\pm$ 5,30	24,74 $\pm$ 2,75
FT6	69,37 $\pm$ 2,08 ^{ab}	91,67 $\pm$ 0,17 ^{ab}	85,07 $\pm$ 0,44	85,89 $\pm$ 2,30	27,24 $\pm$ 2,29
<i>P bloco</i>	0,0200	0,7542	0,0583	0,1596	0,1899
<i>P</i>	0,0089	0,0003	0,2426	0,1844	0,3736

²Farinhas de resíduos do processamento da tilápia do Nilo. ^{abcd}Letras diferentes na mesma coluna apresentam diferença significativa (P<0,05) pelo teste de Tukey.