

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

VALOR NUTRICIONAL DA FARINHA DE TILÁPIA DE  
BAIXA CINZA COMO INGREDIENTE PARA *PET FOOD*

Autora: Bruna Albino Bronharo  
Orientadora: Maria Luiza Rodrigues de Souza  
Coorientador: Ricardo Souza Vasconcellos

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Fevereiro de 2019

# VALOR NUTRICIONAL DA FARINHA DE TILÁPIA DE BAIXA CINZA COMO INGREDIENTE PARA *PET FOOD*

Autora: Bruna Albino Bronharo  
Orientadora: Maria Luiza Rodrigues de Souza  
Coorientador: Ricardo Souza Vasconcellos

"Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração Produção Animal”.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Fevereiro de 2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

Bronharo, Bruna Albino

B869v Valor nutricional da farinha de tilápia de baixa cinza como ingrediente para pet food/ Bruna Albino Bronharo. -- Maringá, 2019.

58 f. : il. , figs. , tabs.

Orientador: Prof. Dr. Maria Luiza Rodrigues de Souza.

Coorientador: Ricardo Souza Vasconcellos.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2019.

1. Farinha de CMS - Tilápia. 2. Qualidade da proteína. 3. Digestibilidade. 4. Palatabilidade. Produção animal. I. Souza, Maria Luiza, orient. II. Vasconcellos, Ricardo Souza, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.

CDD 22. ED.636.085  
Jane Lessa Monção CRB 1173/9



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

VALOR NUTRICIONAL DE FARINHA DE TILÁPIA  
DE BAIXA CINZA COMO INGREDIENTE PARA PET FOOD

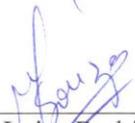
Autora: Bruna Albino Bronharo  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luiza Rodrigues de Souza

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 26 de fevereiro de 2019.

  
Prof. Dr. Leandro Dalcin Castilha

  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Graciela Lucca Braccini

  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luiza Rodrigues de Souza  
Orientadora

*A Deus,  
Aos meus pais e irmã,*

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me permitir ter sabedoria e persistência nesta jornada e por não me desamparar nos momentos difíceis. Obrigada pela proteção constante e por colocar no meu caminho pessoas que se tornaram essenciais para que conseguisse conquistar meu objetivo.

Aos meus pais, Nelson G. Bronharo e Djanira Márcia A. Bronharo, que mesmo à distância sempre estiveram presentes de todas as formas, me dando amor incondicional e forças para conseguir e seguir meus sonhos e por nunca me deixarem desistir. Esta vitória é somente de vocês e para vocês, que são os maiores exemplos da minha vida! À minha irmã, Fernanda A. Bronharo e toda a minha família, pela torcida e amparo sempre com muito amor, carinho e admiração.

À Universidade Estadual de Maringá e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de aperfeiçoamento dos estudos e realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos durante este período.

À Profa. Dra. Maria Luiza Rodrigues de Souza, por me aceitar como orientada e pelo apoio como orientadora e aos membros do grupo de pesquisa em Tecnologia de Produtos de Origem Animal pelos momentos de ajuda e compreensão, em especial à amiga Ana Paula Sartório Chambo pelo companheirismo, dedicação e amizade não só no âmbito do trabalho, bem como na minha vida pessoal.

Ao Prof. Dr. Ricardo Souza Vasconcellos, meu coorientador, pelo total auxílio e apoio à pesquisa, pelos ensinamentos acadêmicos e por ser um exemplo de profissional.

Aos colegas do grupo de pesquisa CEENUFEL, pelo total apoio nos períodos de experimento e análises laboratoriais, não podendo esquecer o essencial auxílio da colega de trabalho e amiga Mônica Estela Zanbon Merenda, por todo o apoio e ensinamentos durante as análises e escrita deste trabalho.

Ao Laboratório de Análises em Nutrição Animal (LANA) e seus responsáveis, Angélica e Augusto, pelo auxílio com análises, pelos ensinamentos e pela amizade.

A todos os professores que contribuíram com ensinamentos e conhecimento durante os dois anos em que fui aluna da pós graduação.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, em especial ao Sr. Vicente Coordenador, Sr. Célio funcionário do Setor de Bovinocultura de Leite e ao Sr. Vilson funcionário do Setor de Nutrição de Felinos.

Às empresas SmartFish (Rolândia/PR) e GTFoods (Maringá/PR), pela doação das matérias primas para o desenvolvimento das farinhas, e à HiperNutri Pet Food (Assis/SP) e Danês Alimentos (Apucarana/PR), pelo fornecimento dos ingredientes e equipamentos para a mistura e produção das rações.

Aos queridos amigos que me acolheram em todos os períodos da minha vida acadêmica e que foram a parte mais importante e gratificante deste processo: Gabriela V. Cabral (e Lucas), Kaellen O. Caleffi, Korina K. Monteiro, Laís C. Mantovani, Sandro M. de Oliveira e Tainara C. Euzébio, obrigada por todo o apoio nas horas boas e principalmente nas horas em que eu achei que não conseguiria e por sempre torcerem pelo meu sucesso.

Aos 36 gatos colaboradores do Setor de Nutrição de Felinos da Fazenda Experimental de Iguatemi, pela companhia e amor durante os dias de experimento.

A todos, minha eterna gratidão!

## BIOGRAFIA

BRUNA ALBINO BRONHARO, filha de Nelson Gregorio Bronharo e Djanira Márcia Albino Bronharo, nasceu em Osvaldo Cruz, Estado de São Paulo, no dia 19 de setembro de 1989.

Em março de 2010, iniciou no curso de Graduação em Zootecnia na Universidade Estadual de Maringá, onde se diplomou em dezembro de 2015.

Em março de 2016, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível mestrado, na Universidade Estadual de Maringá, na grande área de Produção Animal com pesquisa na área de Tecnologia de Produtos de Origem Animal.

## ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	11
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	11
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Resíduos do beneficiamento de tilápia e sua utilização pela indústria.....	14
2.2 Farinhas de peixe e carne mecanicamente separada de peixe na nutrição animal. ....	15
2.3 Isotermas de sorção. ....	17
2.4 Qualidade dos ingredientes na formulação de alimentos. ....	19
2.5 Digestibilidade aparente e verdadeira e valor biológico da proteína.....	20
2.6 Palatabilidade em dietas <i>pet food</i> . ....	21
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS <sup>1</sup> .....	23
4. OBJETIVOS GERAIS.....	28
CAPÍTULO II.....	29
<b>Valor nutricional da farinha de tilápia de baixa cinza como ingrediente para <i>pet food</i>.</b> .....	<b>30</b>
1. Introdução.....	32
2. Material e Métodos.....	33
3. Resultados.....	43
4. Discussão.....	48
5. Conclusões.....	54
6. Referências Bibliográficas.....	55
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Quantidades de matérias-primas utilizadas por batidas em digestor para a produção de farinhas, quantidade de farinhas após secagem e rendimento total. ....	34
<b>Tabela 2.</b> Modelos matemáticos utilizados para a determinação de isotermas de sorção de farinhas. ....	37
<b>Tabela 3.</b> Formulação das rações experimentais para gatos em manutenção e suas composições nutricionais.....	39
<b>Tabela 4.</b> Desafios de preferência alimentar em gaiolas individuais (n=20), de dietas com farinha de vísceras de aves (FVA), farinha de peixe (FP) e farinha de CMS de peixe (FPCMS) para gatos. ....	42
<b>Tabela 5.</b> Composição centesimal e parâmetros químicos de farinha de vísceras de aves (FVA), farinha de peixe (FP) e farinha de CMS de peixe (FPCMS). ....	43
<b>Tabela 6.</b> Perfil de ácidos graxos encontrados na farinha vísceras de aves (FVA), farinha de peixe (FP) e farinha de CMS de peixe (FPCMS). ....	44
<b>Tabela 7.</b> Perfil de aminoácidos totais das farinhas de vísceras de aves (FVA), farinha de peixe (FP) e farinha de CMS de peixe (FPCMS) e seus teores de proteína digestível corrigida através do score de aminoácidos (PDCAAS).....	45
<b>Tabela 8.</b> Estimativa dos parâmetros de isotermas de sorção à 30°C para o modelo de GAB1 em farinha de vísceras de aves, farinha de peixe e farinha CMS de peixe. ....	45
<b>Tabela 9.</b> Valores estimados de umidades de equilíbrio para atividades de água distintas com base na equação do modelo de GAB <sup>1</sup> .....	47
<b>Tabela 10.</b> Consumo médio diário, coeficiente de digestibilidade aparente e energia metabolizável das dietas e características fecais de gatos. ....	47
<b>Tabela 11.</b> Palatabilidade de alimentos com inclusão de diferentes fontes proteicas. ....	48

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fluxograma para obtenção de farinhas de peixe e CMS de peixe através de resíduos de filetagem de Tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ). Fonte: Adaptado de Nunes, 2011.....	16
<b>Figura 2.</b> Tipos de curvas para isotermas de sorção. Fonte: Adaptado de Brunauer, et al., 1938.....	18
<b>Figura 3.</b> Modelos para ajustes de isotermas em alimentos. Fonte: Adaptado Kurozawa et al., 2005.....	19
<b>Figura 4.</b> Exemplo de frascos para isotermas de sorção. Fonte: Adaptado de Pacheco et al, 2009.....	36
<b>Figura 5.</b> Curvas de isotermas de sorção para farinha de aves (FVA), farinha de peixe (FP) e farinha de CMS de peixe (FPCMS).....	46

## CAPÍTULO I

### CONSIDERAÇÕES INICIAIS

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A cadeia produtiva da piscicultura, desde a produção até a comercialização, gera grandes quantidades de resíduos orgânicos que geralmente são descartados. Estes resíduos são classificados quanto ao tipo e quantidade do processamento e da espécie abatida. A espécie de peixe mais produzida no Brasil é a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) que possui um rendimento de filé de 30 a 40%, sendo as demais porções (60 a 70%) consideradas resíduos da indústria como a cabeça, carcaça, vísceras, pele e escamas (Vidotti et al., 2011; Vidal et al., 2011).

O desenvolvimento de tecnologias que permitam a utilização integral destes resíduos na fabricação de subprodutos é de extrema importância para sustentabilidade da cadeia produtiva do peixe. Grande parte destes resíduos é transformada em farinha, no entanto, o mercado ainda é deficiente neste tipo de produto, em relação à sua quantidade e qualidade. Embora a farinha de peixe, como a de tilápia, seja um alimento de alto valor biológico, apresentando de acordo com estudos científicos médias de 60% de proteína bruta, 20% de lipídeos, 10% de cinzas e teores elevados de aminoácidos essenciais e ácidos graxos (Dust et al., 2005; While et al., 2005; Chambo, 2018), existe grande dificuldade do setor em controlar o processamento de farinhas, para manter a padronização na composição nutricional, reduzir os níveis de contaminação e as oxidações lipídica e proteica deste tipo de subproduto.

Com uma elevada concentração de minerais em sua composição, a farinha convencional acaba sendo um problema na formulação de rações especialmente de cães e gatos, pois esta representa até 35% da formulação e estes animais possuem limitações em relação à quantidade de minerais ingeridos na dieta, especialmente aqueles com predisposição a doenças do trato urinário e ósseas. Especificamente, o excesso de minerais nas dietas destes animais pode favorecer o desenvolvimento de urolitíases em animais adultos e doenças osteoarticulares do desenvolvimento em filhotes (Aldrich, 2006; Scheibel et al., 2011). Por esta razão, é interessante utilizar rações com baixo teor de cinzas, reduzindo os níveis de cálcio, magnésio e fósforo da dieta.

A farinha com baixos teores de minerais conhecida como *low ash* vem sendo testada em alguns países, e tem apresentado bons resultados em relação à digestibilidade e a melhoria da qualidade nutricional da dieta (Yamka et al., 2003), mas o problema ainda é manter a padronização do produto para abastecer o mercado. Este tipo de farinha se

apresenta com menos de 11% de minerais e está disponível em quantidade limitada, a um preço *premium* e normalmente são reservadas para formulações específicas, como os alimentos coadjuvantes com baixo teor de cinzas para gatos (Aldrich, 2006). A disponibilidade destes produtos *low ash* geralmente é reduzida em função da sobra de minerais como resíduos deste processamento, os quais passam a ser um problema ambiental.

Quando comparados aos ingredientes de origem vegetal, as farinhas de origem animal (FOA), tais como de vísceras de aves, de peixes e de carne e ossos bovina apresentam melhor palatabilidade, porém, a sua alta variabilidade na composição química, estabilidade oxidativa e nos coeficientes de digestibilidade limitam a utilização destes ingredientes (Carciofi, 2008a). Uma vez que o fator que mais interfere na composição química das FOAs é o teor de minerais, logo, a produção de ingredientes *low ash* possivelmente irá reduzir esta variabilidade.

Conhecer os teores de umidade de equilíbrio e atividade de água de ingredientes como farinhas é muito importante na indústria de alimentos pet para padronizar sua composição, diminuindo as perdas pela oxidação e a forma mais comum de avaliar estas características é através de estudos de isotermas de sorção. Essa medida consiste em submeter a amostra a diferentes condições de umidade relativa do ar em temperatura constante, verificando as mudanças da umidade em função do tempo e obtendo-se resultados através de curvas de ajustes modeladas a partir de equações matemáticas (Fadini et al., 2006; Brasil, 2010).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a aplicação de modelos matemáticos para isotermas de sorção em farinha de CMS de peixe quando comparada a farinha de vísceras de aves e farinha de peixe, bem como a utilização desses ingredientes na produção de alimentos para gatos avaliando sua digestibilidade e palatabilidade.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Resíduos do beneficiamento da tilápia e sua utilização pela indústria.

Mundialmente, a produção de animais aquáticos foi de cerca de 74 milhões de toneladas em 2015. Destas, 49 milhões de toneladas foram de peixes de água doce e salgada, na qual, aproximadamente 16 milhões de toneladas representam os resíduos remanescentes da indústria, os quais foram destinados à produção de farinha, óleo e silagem de peixe para utilização em inúmeras vertentes, principalmente como matéria-prima na alimentação animal (FAO, 2016). Atualmente, o Brasil está entre os países de maior potencial aquícola por ser um país de clima tropical, e apresentar grande abundância de água ideal para o cultivo. Assim, o país se tornou um dos 10 maiores produtores de tilápia no mundo, sendo essa espécie uma das três mais cultivadas em todo o território nacional, principalmente nos Estados do sul e sudeste. (Brasil, 2013; FAO, 2016).

A grande demanda de mercado contribui para o aumento da tilapicultura e isso se deve a características que a espécie possui, destacando-a no mercado, tais como: facilidade no cultivo em tanques-rede, tecnologias de manejo e reprodução cada vez melhores e mais adequadas, precocidade e uma boa aceitação pelo consumidor principalmente pelo fato de ter um filé sem a presença de espinhos (Fitzsimmons et al., 2011; Brasil, 2016).

Por ter um baixo rendimento de filé, entre 30 e 40%, a cadeia da tilápia acaba gerando um grande montante de resíduos na filetagem, sendo considerado como um fator indesejável na produção, fazendo com que as indústrias disponham de alternativas para o descarte ou reutilização destes resíduos, garantindo assim sua produção. (Vidotti et al., 2011; Souza et al., 2017). Cabeça, carcaça, vísceras, aparas dorsais e ventrais e o corte em “v” do filé constituem basicamente 70% da tilápia e são considerados resíduos remanescentes da filetagem podendo ser separados em dois grupos, um que é constituído de produtos considerados inadequados para o consumo (vísceras, escamas, pele e esqueleto com cabeça) e destinados à indústria animal se transformando em farinhas, óleos e silagens, entre outros; e o outro grupo formado por resíduos que podem ser submetidos a processos e reutilizados na alimentação humana, como é o caso de empanados e embutidos (Vidotti et al., 2011).

No Brasil, a utilização destes resíduos tem se tornado cada vez mais importante, pois a indústria pesqueira os transforma basicamente em subprodutos como a farinha, o óleo e a

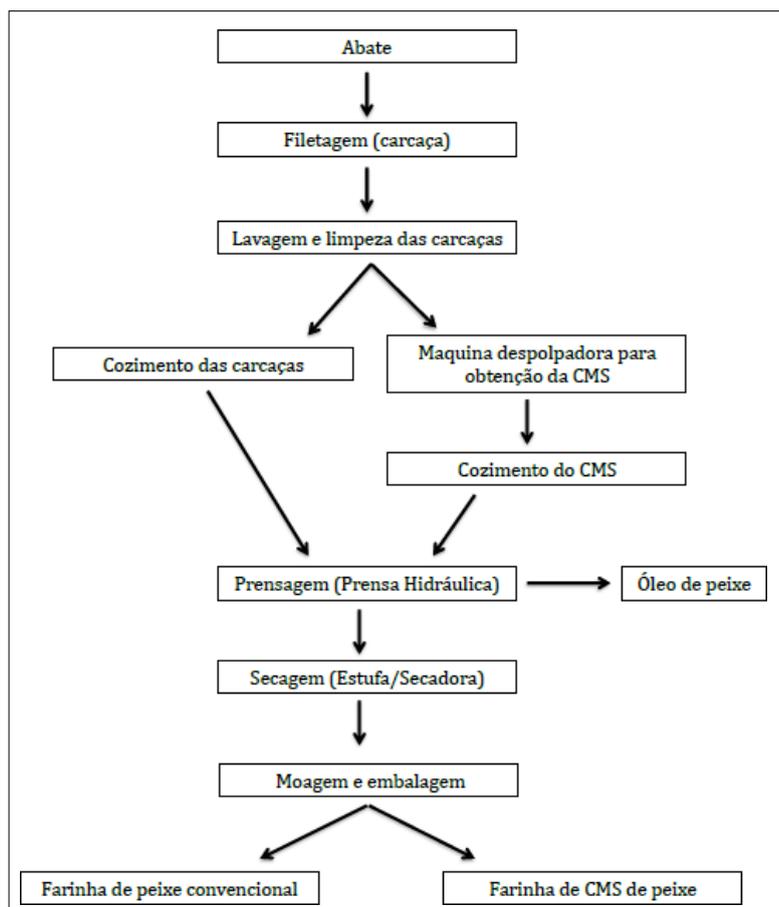
silagem de peixe para a alimentação animal, sendo essa uma ótima fonte proteica na ração de peixes e animais pet (Vidotti et al., 2011; FAO, 2014) e a melhor alternativa para diminuir os resíduos que ainda poderiam restar, quando comparados à reutilização na indústria de alimentação humana (Yano et al., 2008).

## 2.2 Farinhas de peixe e carne mecanicamente separada de peixe na nutrição animal.

A farinha de peixe, segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal, é tida como o resultado final da cocção de resíduos da indústria pesqueira a altas temperaturas, cozimento, prensagem e secagem, a fim de um produto final seco e sólido (RIISPOA, 1952; Vidotti et al., 2006; Nunes, 2011). Estas farinhas além de serem ótimas fontes de proteína e energia na alimentação animal, também costumam apresentar, de acordo com estudos recentes, alta palatabilidade, ácidos graxos essenciais, aminoácidos (inclusive os limitantes nas dietas), vitaminas e minerais (Olsen et al., 2012) agindo como complemento quando utilizada em rações.

Obter uma farinha de boa qualidade exige inúmeros processos (Fig. 1) desde o cozimento até a prensagem e secagem que acarretam em produtos finais de inúmeros tipos e classificações, dependendo de como o processo foi realizado. Basicamente 80% do resíduo após o cozimento é composto por água, ou seja, após o cozimento e prensagem, há um rendimento de aproximadamente 20% de matéria seca e nutrientes em relação ao volume inicial, podendo-se dizer que a cada 100 kg de resíduos, obtém-se 20 kg de farinha (FAO, 2016).

A utilização dos resíduos em forma de farinha se deve principalmente pela sua composição química, uma vez que estas são altamente proteicas e digestíveis e possuem em sua composição ácidos graxos encontrados em grandes quantidades nos peixes, como é o caso do ácido eicosapentanoico (EPA) e o ácido docosahexanoico (DHA), além de vitaminas como A e D e minerais como cálcio, fósforo, ferro, zinco, entre outros (Olsen et al., 2012).



**Figura 1.** Fluxograma para obtenção de farinhas de peixe e CMS de peixe através de resíduos de filetagem de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Fonte: Adaptado de Nunes, 2011.

O uso de farinhas de peixe e CMS de peixe na produção de alimentos para peixes suínos e aves vêm sendo cada vez mais frequente, pois estas fontes proteicas auxiliam na melhora da digestibilidade aparente, e são ótimas alternativas pela quantidade e qualidade de proteína ideal além de que a farinha de peixe convencional apresenta-se viável economicamente para produção em grande escala (Vidotti et al., 2006).

As farinhas produzidas a partir da carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia possuem a mesma linha de processamento das farinhas de peixe convencional e farinhas de carcaça de peixe, porém são feitas apenas com os resíduos cárneos remanescentes das carcaças e aparas após a filetagem, tais como tecido muscular e gordura, que podem constituir até 14% do peso do peixe (Costa et al., 2016; ABINPET, 2017). As carcaças são passadas por uma máquina de despulpar onde o restante de músculo preso aos ossos é separado e utilizado como matéria-prima para a preparação das conhecidas farinhas de CMS de peixe.

Este tipo de farinha é novidade no mercado de alimentos para animais de companhia, portanto há escassez de dados a respeito da sua utilização. O que se entende é que quando

comparada às farinhas de peixe convencional, ela possui maiores teores de proteína bruta e lipídeos (em torno de 70% e 15%, respectivamente) e baixos níveis de minerais (cerca de 4%), fato que a identifica como uma farinha *low ash*, sendo de grande interesse para algumas empresas especializadas em alimentos para pets visando sua utilização como matéria prima em formulações. (Vhile et al., 2005; Vidal et al., 2011; Chambo, 2018).

O fato da farinha de CMS de peixe apresentar baixos teores de minerais em sua composição faz com que ela possa ser comparada a algumas farinhas calcinadas como as de ossos, ostras e camarão, pois ambas podem ser alternativas para a substituição de macrominerais em altas ou baixas concentrações como o calcário e o fosfato (Yamka et al., 2003; Bellaver, 2005).

Apesar da farinha de CMS possuir atributos sensoriais e de composição satisfatórios para sua utilização, em sua fabricação o rendimento é baixo em relação às outras farinhas de origem animal, pois ao submeter à carcaça à máquina de despolpar, a quantidade de resíduos cárneos remanescentes é de cerca de 15%, podendo diminuir ainda mais após secagem do CMS em estufa (Vidal et al., 2011; Chambo, 2018). Deste modo, há necessidade de se avaliar a viabilidade econômica da produção deste resíduo e se sua produção e comercialização são satisfatórias.

### 2.3 Isotermas de sorção.

A quantidade de água presente em um alimento afeta diretamente sua deterioração, podendo provocar alterações químicas e enzimáticas que, quando analisadas, tendem a prever uma conservação inadequada de determinado produto (Brasil, 2010). Um dos métodos utilizados para avaliar a conservação de um alimento é a relação da sua atividade de água e umidade de equilíbrio. Estes parâmetros podem ser medidos através das isotermas de sorção, dadas em curvas que descrevem o comportamento de uma amostra conforme a relação existente entre seus teores totais de umidade e sua umidade relativa em uma temperatura conhecida. As isotermas podem ser avaliadas conforme o tipo de alimento e sua composição, dependendo de inúmeros fatores, dentre eles a composição química e sua quantidade de água (Kurozawa et al., 2005; Costa et al., 2016).

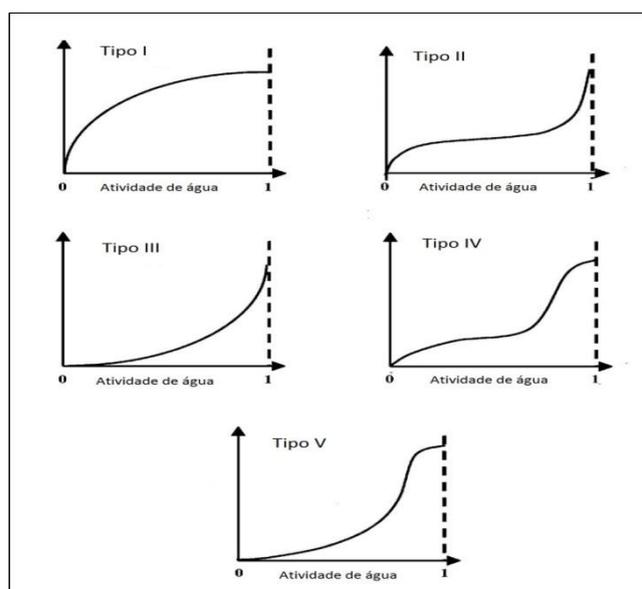
As isotermas de sorção podem ser avaliadas através da dessorção ou adsorção de água no alimento, em que a primeira consiste no alimento com alta umidade que, quando em contato com uma atmosfera conhecida e propícia, ganha água aumentando seu peso até sua estabilização. Já a segunda, consiste em um alimento com baixa umidade, que, em

iguais condições ambientais, perde água diminuindo seu peso até sua estabilização. Os resultados observados auxiliam na percepção de fatores de qualidade de determinado alimento tais como vida de prateleira, caracterização, tipo de embalagem correta e tempo de secagem adequado, mesmo em condições de diferentes atividades de água (Kurozawa et al., 2005; Matos et al., 2015).

As metodologias aplicadas para a obtenção de isotermas de sorção podem ser de origem gravimétrica, medida através da variação da massa do alimento avaliado pela diferença de peso e higrométrica, medida através da variação da atividade da água do alimento. Dentre as metodologias gravimétricas conhecidas a mais utilizada é a metodologia do dessecador, que consiste no armazenamento das amostras em soluções saturadas de atividades de água conhecidas e os resultados se dão a partir da diferença de peso dos dessecadores em função do tempo em estufa com temperaturas que geralmente variam de 30 à 60°C (Fadini et al., 2006; Pacheco et al., 2009).

Para a avaliação de isotermas de sorção, os resultados baseiam-se em gráficos em função da umidade relativa ou atividade de água do material podendo ser preditas cinco tipos de curvas: I, II, III, IV e V apresentadas na figura 2.

Cada uma delas se dá de acordo com a estrutura química do que é avaliado e na literatura, para alimentos assim como para farinhas, os resultados obtidos são variados, mas sempre se dão entre as curvas do tipo II ou III, que geralmente aparecem em formato sigmoidal (Brunauer et al., 1938; Costa et al., 2016).



**Figura 2.**Tipos de curvas para isotermas de sorção. Fonte: Adaptado de Brunauer, et al., 1938.

Segundo Pacheco et al. (2009), para a avaliação e interpretação das curvas há mais de 200 modelos matemáticos que predizem os melhores ajustes. A figura 3 aponta para os modelos mais utilizados para avaliar isotermas e os que costumam apresentar melhores predições em alimentos são as equações dos modelos de GAB, Peleg, Oswin e Halsey (Kurozawa et al., 2005; Fadini et al., 2006).

Nome do modelo	Modelo*
BET linear	$X_e = \frac{X_e C_{BET} a_w}{(1 - a_w)[1 - (C_{BET} - 1)a_w]}$
GAB	$X_e = \frac{X_m C_{GAB} a_w}{[(1 - K_{GAB} a_w)[1 - K_{GAB} a_w + C_{GAB} K_{GAB} a_w]}$
Halsey	$a_w = \exp\left[\frac{-A}{X_e^B}\right]$
Oswin	$X_e = A \left(\frac{a_w}{1 - a_w}\right)^B$
Peleg	$X = k_1 a_w^{n_1} + k_2 a_w^{n_2}$

**Figura 3.** Modelos para ajustes de isotermas em alimentos. Fonte: Adaptado Kurozawa et al., 2005.

O bom ajuste de um modelo mostra a confiabilidade dos dados em um estudo. De acordo com a literatura, para farinhas e alimentos desidratados ou extrusados, o modelo de GAB vem sendo citado como o de melhor ajuste para isotermas de sorção (Brasil, 2010; Costa et al., 2016; Uana, 2018).

#### 2.4 Qualidade dos ingredientes na formulação de alimentos.

A utilização de ingredientes de qualidade na formulação de dietas para animais de companhia resulta na sua eficiência em suprir as exigências nutricionais em todas as fases da vida do animal.

Sabendo-se que gatos são animais estritamente carnívoros, as exigências em qualidade aumentam pelo fato de possuírem particularidades quanto ao metabolismo e absorção de alguns nutrientes que, advindos de ingredientes de qualidade inferior podem acarretar alergias, quedas de pelo, baixa imunidade e da função digestiva, problemas gastrointestinais ou até doenças como urolitíases e obesidade. (Carciofi et al., 2010; Scheibel et al., 2011; França et al., 2011).

As matérias-primas mais importantes em uma dieta para felinos são as fontes proteicas, podendo ser oriundas de produtos de origem animal de inúmeras fontes e subprodutos tais como farinhas de carne e ossos bovina, farinha de vísceras ou penas de aves, farinhas de peixe ou de carne mecanicamente separada de peixe além de produtos de origem vegetal como farelo de soja e glúten de milho (Carciofi, 2008a; França et al., 2011).

Contudo, sempre se deve ficar atento à formulação do alimento, visto que as fontes proteicas de origem animal são importantes, mas suas altas quantidades de minerais podem ser prejudiciais nutricionalmente e provocarem uma menor digestibilidade em gatos. Partindo desse pressuposto tem-se que algumas fontes de proteínas vegetais aliadas a uma melhor formulação também sejam alternativas viáveis em dietas para estes animais (Carciofi, 2008a).

A oxidação lipídica de um ingrediente é um dos parâmetros mais importantes a serem avaliados quanto à qualidade. Em farinhas de peixe, pelo fato de apresentar elevados níveis de ácidos graxos poli-insaturados, maiores cuidados devem ser tomados, por serem mais susceptíveis à contaminação e deterioração através da oxidação. No produto podem-se formar cetonas, aldeídos, entre outros, que caracterizam a rancificação e oxidação desse produto, afetando diretamente sua qualidade e em casos extremos inviabilizando o seu uso ou consumo destes ingredientes (Petenucci et al., 2010; Chambo, 2018).

## 2.5 Digestibilidade aparente e verdadeira e valor biológico da proteína.

Entende-se por digestibilidade a proporção nutricional de um alimento que é disponível para absorção no organismo quando consumido. A avaliação da digestibilidade é muito importante em estudos para animais, pois ela indica o quanto os nutrientes presentes na dieta são aproveitados, e se suas quantidades digestíveis são suficientes para a manutenção da qualidade de vida do animal (Stasiak, 2002; Vasconcellos et al., 2009)

Para animais pet, as exigências em digestibilidade são próximas, mas não iguais visto que, por serem animais estritamente carnívoros, gatos necessitam de níveis maiores de digestibilidade. Para cães e gatos, um alimento de boa digestibilidade é aquele em que as fontes de proteína bruta, matéria seca e extrato etéreo sejam digestíveis em, no mínimo, 65 e 70%, respectivamente (Case et al., 1998; ABINPET, 2017)

A digestibilidade da proteína é um fator importante na nutrição de gatos, pois essa espécie requer níveis mais altos de proteína na dieta (mínimo 26%) quando comparados os

cães (mínimo 18%), por isso uma boa fonte de proteína é indispensável na formulação de alimentos para estes animais (Carciofi, 2008a; ABINPET, 2017).

Existem inúmeros métodos de se avaliar a digestibilidade da proteína e seus coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeira em um ingrediente. Mas alguns fatores são responsáveis por avaliar a qualidade da proteína e o quanto ela pode ser considerada uma boa fonte proteica em um alimento, como é o caso do valor biológico da proteína (VB) e da proteína digestível corrigida através do escore de aminoácidos (PDCAAS).

O valor biológico determina a qualidade da proteína, pois o ideal é a utilização de ingredientes de alto valor biológico, conhecidos como aqueles em que os teores de nutrientes são adequados à necessidade do organismo, como é o caso das fontes de origem animal. A avaliação do PDCAAS ocorre de modo que, é considerada de boa qualidade a proteína que, ao se ajustar o perfil de aminoácidos do ingrediente através da digestibilidade, apresente valores maiores que 1,000 para todos os aminoácidos essenciais (Pires et al., 2006; Bosch et al., 2014).

Há no mercado novos ingredientes que poderiam ser ótimas alternativas como fontes proteicas na dieta de gatos. Um destes ingredientes é a farinha de carne mecanicamente separada de peixe que, como dita anteriormente, é produzida a partir dos resíduos cárneos remanescentes da carcaça do animal, o que caracteriza que essa fonte certamente possui maiores valores de proteína bruta e menores de matéria mineral. Segundo estudos recentes realizados, o CMS desidratado (concentrado proteico) apresenta teores de proteína bruta com valores em torno de 70% e de minerais com valores em torno de 5% (Vidal et al., 2011; Chambo, 2018). Portanto, apresenta teores de proteína mais elevados que alguns dos ingredientes mais comuns utilizados em dietas para gatos.

## 2.6 Palatabilidade em dietas *pet food*.

Entende-se por palatabilidade o “gosto” ou “prazer” em ingerir um alimento trazendo satisfação e bem-estar e se apresenta como a forma em que o alimento, através de suas características sensoriais e físicas como odor, sabor, tamanho e textura agrada o paladar dos animais consumidores. É de extrema importância entender que os conceitos de palatabilidade e preferência alimentar são diferentes, pois na primeira o alimento é considerado palatável quando seu sabor é agradável, e na segunda, a preferência é dita como o alimento que o animal ingeriu e mais gostou (Quigley, 1998; Stasiak, 2002; Koppel, 2014).

Há inúmeros tipos de testes de palatabilidade a serem feitos com animais de companhia e, dentre eles, os mais utilizados são os testes de preferência e aceitabilidade, pois geralmente a análise feita para animais de companhia é baseada na escolha por meio do consumo, ou do comportamento do animal após a refeição. O teste de preferência é feito por meio da escolha pelo animal entre dois tipos de alimento, colocados em dois recipientes distintos a fim de se avaliar através de observações qual dos alimentos é primeiramente escolhido perante seu odor e sabor. No teste de aceitabilidade, é fornecido apenas um recipiente com um alimento por vez e observa-se se o animal opta pela ingestão ou não do mesmo. (Stasiak, 2002; Koppel, 2014).

Gatos são animais estritamente carnívoros apresentando algumas particularidades nutricionais como o fato de não sobreviverem a dietas estritamente vegetarianas e sempre irem à caça ingerindo assim várias fontes de energia e alimentos durante o dia. Estas particularidades tendem a influenciar na palatabilidade de determinados alimentos, por isso é de extrema importância o uso de carnes ou palatilizantes para a percepção do sabor nas dietas (Hullar et al., 2001; Boom et al., 2010; Koppel et al., 2015).

Outro fato é que, por serem animais seletivos, a combinação entre o odor e o sabor do alimento é também de extrema importância para estes animais, uma vez que, em um teste de palatabilidade com dois alimentos distintos, se o odor de um deles não for atraente o suficiente para sua escolha, eles irão consumir ambas as dietas para decidirem a preferência. (Zaghini et al., 2005; Boom e Frazer, 2010; Koppel, 2014).

Alguns autores relatam que em estudos de palatabilidade de diferentes fontes lipídicas, quanto maior a quantidade de gordura na dieta, maior foi a densidade calórica e a palatabilidade. Observou-se preferência pelos gatos por alimentos em que os níveis de gordura tinham variação entre 25 e 30%.

Consequentemente, estas dietas mais gordurosas também apresentavam maiores níveis de energia metabolizável, o que confirma que dietas com menores níveis de energia são rejeitadas por eles, pois indicam menor quantidade de gordura, e assim sendo, menor palatabilidade (Kane et al., 1981; Hullar et al., 2001).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>1</sup>

- ABINPET. 2017. Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de estimação. Manual Pet Food Brasil. Ed. 9. São Paulo. Brasil
- Aldrich, G. 2006. Rendered Products In Pet Food. Essential rendering all about the animal by-products industry. Ed. 1. p.159-178
- Bellaver, C. 2005. Limitações e vantagens do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e aves. 2º Simpósio Brasileiro Alltech da Indústria de Alimentação Animal. Curitiba-PR.
- Bosch, G., Zhang, S. Oonincx, D. G. A. B., Hendriks, W. H. 2014. Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. Journal of Nutritional Science, vol. 3, p.1-4.
- Brasil, 1952. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Decreto nº 3.691 de 29 de março de 1952. Aprova o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF.
- Brasil, 2010. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Princípios de secagem de alimentos. EMBRAPA Cerrados, 2010. ISSN online 2176- 5081;276.
- Brasil. 2013. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico de pesca e aquicultura do Brasil. Brasília-DF.
- Brasil, 2016. Ministério da Pesca e Aquicultura. Plano de desenvolvimento da aquicultura 2015-2020, Brasília-DF. Disponível em: [http://seafoodbrasil.com.br/wp-content/uploads/2015/09/Plano\\_de\\_Desenvolvimento\\_da\\_Aquicultura-2015-2020.pdf](http://seafoodbrasil.com.br/wp-content/uploads/2015/09/Plano_de_Desenvolvimento_da_Aquicultura-2015-2020.pdf)
- Broom, D.M.; Fraser, A.F. 2010. Alimentação. In Comportamento e bem-estar de animais domésticos. 4ed. Barueri, SP: Manole, p.92

<sup>1</sup>*Animal Feed Science and Technology.*

- Brunauer, S., Emmett, T.H, Teller, F. 1938. Adsorption of gases in multimolecular layers. Journal American Chemical Society, vol. 60(2). P.309-319.
- Carciofi, A. C. 2008 - Fontes de proteína e carboidratos para cães e gatos - Revista Brasileira de Zootecnia, vol. 37, suplemento especial p.28-41.
- Carciofi, A. C. e Jeremias, J. T. 2010. Progresso científico sobre nutrição de animais de companhia na primeira década do século XXI. Revista Brasileira de Zootecnia, vol. 39, suplemento especial p.35-41.
- Case L.P.; Carey, D.P.; Hirakawa, D.A. 1998. Nutrição canina e felina – Manual para profissionais. Madrid, Harcourt Brace.
- Chambo, A. P. S. 2018. Aproveitamento do resíduo de filetagem da tilápia do nilo para produção de farinhas com potencial aplicação na alimentação humana. Tese de doutorado – Universidade Estadual de Maringá – PR.
- Costa, J. F., Nogueira, R. I., Freitas-Sá, D. G. C., Freitas, S. P. 2016. Utilização de carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia na elaboração de farinha com alto valor nutricional. Boletim do Instituto de Pesca vol.42(3) p.548-565. São Paulo- SP.
- Dust, J.M., Grieshop, C. M., Parsons, C. M., Karr-Lilienthal, L. K., Schasteen, C. S., Quigley, J. D., Merchen, N. R., Fahey Jr, G. C. 2005. Chemical composition, protein quality, palatability, and digestibility of alternative protein sources for dogs. American Society of Animal Science. Vol.83, p.2414–2422
- Fadini, A. L., Silva, P. M. P., Jardim, D. C. P., Vissoto, F. Z., Queiroz, M. B., Giovani Batista, G. 2006. Isotermas de sorção de umidade e estudo de estabilidade de macadâmias drageadas. Brazilian Journal of Food Technology. vol. 9, n.2, p.83- 88.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO, 2014. The state of world fisheries and aquaculture: El estado mundial de la pesca y la acuicultura (SOFIA). Roma.

- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO, 2016. The state of world fisheries and aquaculture: El estado mundial de la pesca y la acuicultura (SOFIA). Roma.
- Fitzsimmons, K., Martinez-Garcia, R., Gonzales-Alanis, P., 2011. Why tilápia is becoming the most important food fish on the planet. In Proceedings of the ninth International Symposium in Tilápia in Aquaculture, Shanghai, China.
- França, J., Saad, F. M. O. B., Saad, C. E. P., Silva, R. C., Reis, J. S. 2011. Avaliação de ingredientes convencionais e alternativos em rações de cães e gatos. Revista Brasileira de Zootecnia, vol. 40, suplemento especial. p.222-231.
- Hullar, I; Fekete, S.; Andraâsofszky, E. 2001. Factors influencing the food preference of cats. J. anim. physiol. anim. nutr. 85: 205-21
- Kane, E., Morris, J. G., Rogers, R. 1981. Acceptability and digestibility by adult cats of diets made with various sources and levels of fat. Journal of animal science. Vol 53.
- Koppel, K. 2014. Sensory analysis of pet foods. Journal of the Science of Food and Agriculture vol. 94, p.2148–2153.
- Koppel, K; Aldrich, G. C. 2015. Pet food palatability evaluation: a review of standard assay techniques and interpretation of results with a primary focus on limitations. Journal Animals Ed 5. p43-55
- Kurozawa, L.E., El-Aouar, A. A., Murr, F. E. X. 2005. Obtenção de isoterma de dessorção de cogumelo *in natura* e desidratado osmoticamente. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos vol. 25(4) p.828-834. Campinas-SP.
- Matos, T. N., Araújo, K. K. S., Reis, V. B. S. X., Evangelista, Z. R. Ascheri, J. L. R., Ascheri, D. P. R. 2015. Isotermas de adsorção de farinha extrusada de sorgo. II Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG. Anais. Pirenópolis-GO.
- Nunes, M. L. 2011. Tecnologia do pescado - Ciência, tecnologia, inovação e legislação.

Edição 1. p.362-371. Belo Horizonte-MG.

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*, vol. 27(2), p.120-128.

Pacheco, A. C. W., Luz, G. R., Jorge, L. M. M., Paraíso, P. R. 2009. Determinação das isotermas de equilíbrio na adsorção da ração de peixe. VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Uberlândia-MG.

Petenucci, M. E., Stevanato, F. B., Morais, D. R., Santos, L. P., Souza, N. E., Visentainer, J. V. 2010. Composition and lipid stability of tilapia fishbone flour. *Rev. Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1279-1284.

Pires, C. V., Oliveira, M. G. A., Rosa, J. C., Costa, N. M. B. 2006. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 26(1): 179-187, jan.-mar

Quigley, J., 1998. Palatability of Calf Starters. APC Calf Notes. American Protein Corporation.

Scheibel, D. L., Livinali, E., Pivatto, L., Oliveira, E. C. 2011. Determinação de cálcio, fósforo e proteína em rações animais (cães e gatos). *Revista Destaques Acadêmicos*, ano 3, vol. 4, p.44-47. CETEC/UNIVATES. Lageado-RS.

Souza, M.L.R., Yoshida, G. M., Campelo, D. A. V., Moura, L. B., Xavier, T. O., Goes, E. S. R. 2017. Formulation of fish waste meal for human nutrition. *Acta Scientiarum. Technology*, Maringá, vol. 39, suppl., p.525-531.

Stasiak, M. 2002. The development of food preferences in cats: the new direction. *Nutritional Neuroscience*, vol. 5, p.221-228.

Vasconcellos, R. S., Carciofi, A. C. 2009. Formulação de alimentos com base em nutrientes digestíveis para cães e gatos. I Congresso Internacional sobre Nutrição de

Cães e Gatos e VII Simpósio sobre Nutrição de Animais de Companhia.

- While, S.G., Skrede, A; Ahlstrøm, O, Hove, K. 2005. Comparative apparent total tract digestibility of major nutrients and amino acids in dogs (*Canis familiaris*), blue foxes (*Alopex lagopus*) and mink (*Mustela vison*). *Rev. Animal Science*, vol 81. p.141-148.
- Vidal, J.M.A., Rodrigues, M.C.P., Zapata, J.F.F., Vieira, J.M.M., 2011. Concentrado protéico de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial. *Revista Ciências Agrônômicas*, vol. 42, p.92-99.
- Vidotti, R.M., Gonçalves, G.S., Martins, M.I.E.G., 2011. Farinha e Óleo de Resíduos de Tilápia: Informações Técnica e Econômica. Jaboticabal-SP. Funep.
- Vidotti, R. M. e Gonçalves, G. S., 2006. Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal. Artigo disponibilizado online em: [http://www.pesca.sp.gov.br/producao\\_caracterizacao.pdf](http://www.pesca.sp.gov.br/producao_caracterizacao.pdf) acessado em 10 de outubro de 2018.
- Yamka, R. M., Jamikorn, U., True, A. D., Harmon, D. L. 2003. Evaluation of low-ash poultry meal as a protein source in canine foods. *American Society of Animal Science*. Vol 81, p.2279–2284
- 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*, vol. 121(3), p.302-307.
- Zaghini, G. and Biagi, G., 2005. Nutritional peculiarities and diet palatability in the cat. *Veterinary Research Communications*, vol. 29 (Suppl. 2), p.39–44.

#### **4. OBJETIVOS GERAIS**

O objetivo deste estudo foi avaliar a composição química e bromatológica da farinha de carne mecanicamente separada de peixe (tilápia) bem como sua qualidade através de isotermas de sorção e utilizá-la na formulação de um alimento para gatos adultos, estimando suas características de digestibilidade e palatabilidade quando comparada a alimentos com farinha de vísceras de aves e farinha de peixe (tilápia) convencional.

## CAPÍTULO II

### VALOR NUTRICIONAL DA FARINHA DE TILÁPIA DE BAIXA CINZA COMO INGREDIENTE PARA *PET FOOD*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Animal Feed Science and Technology.*

**Valor nutricional da farinha de tilápia de baixa cinza como ingrediente para *pet food*.**

**Resumo:** Escolher uma fonte de proteína de qualidade é muito importante na indústria de formulação de alimentos para felinos domésticos. A utilização de farinha com baixa cinza é uma novidade crescente neste cenário, visto que esta espécie possui particularidades. Com esse objetivo foram elaboradas farinhas de carne mecanicamente separada de tilápia com baixa cinza (FPCMS), farinhas a partir de carcaça de tilápia (FP) e de vísceras de aves (FVA) para avaliar as características químicas, bem como a digestibilidade e palatabilidade como ingredientes em dietas para gatos. As farinhas também foram avaliadas através de isotermas de sorção. A FPCMS apresentou maiores teores de matéria seca (951,3g/kg), proteína bruta de 696,0g/kg, extrato etéreo de 200,8g/kg, 6324kcal de energia bruta e o menor teor de matéria mineral (52,6g/kg), confirmando ser uma farinha de baixo teor mineral (menor que 10%). Para o estudo de isotermas de sorção à 30°C, os melhores ajustes foram para o modelo matemático de GAB. O valor máximo seguro de atividade de água para farinhas está entre 0,3 e 0,4 e os valores de umidade de equilíbrio da FPCMS foram 32,5 e 38,2g/kg, respectivamente. A digestibilidade do alimento com FPCMS foi melhorada significativamente ( $p < 0,05$ ) em comparação aos demais, apresentando valores de 883,7g/kg para PB, 800,6g/kg para MS, 845,3g/kg para MO e 39,7g/kg para energia metabolizável. Não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as digestibilidades dos ingredientes, sendo a da proteína bruta de 781,9g/kg para FVA, 668,6g/kg para FP e 736,4g/kg para FPCMS. Quanto à palatabilidade das dietas, os animais tiveram preferência pelo alimento com inclusão de FVA, sendo a menor razão de ingestão para FPCMS, com valores de 0,21 para o teste FPCMS versus FVA e 0,26 para o teste FPCMS versus FP.

**Palavras chave:** Farinha baixa cinza; CMS de peixe; qualidade da proteína; digestibilidade, palatabilidade.

### **Nutritional value of low ash tilapia meal as ingredient for *pet food***

**Abstract:** Choosing a quality protein source is very important in the food industry for domestic felines. The use of low ash meal is a new development in this scenario, since this species has particularities. For this purpose, flours of mechanically separated tilapia (FPCMS), flours from tilapia (FP) and poultry viscera (FVA) were used to evaluate the chemical characteristics, as well as digestibility and palatability as ingredients in diets for cats. The flours were also evaluated by sorption isotherms. The FPCMS showed higher dry matter (951,3g/kg), crude protein of 696,0g/kg, ethereal extract of 200,8g/kg, 6324 kcal of crude energy and the lowest content of mineral matter (52,6g/kg), confirming to be a flour of low ash (less than 10,0g/kg). For the study of sorption isotherms at 30°C, the best adjustments were for the mathematical model of GAB. The maximum safe value of water activity for flours is between 0.3 and 0.4 and the equilibrium moisture values of the FPCMS were 32,5 and 38,2g/kg, respectively. The digestibility of the diet with FPCMS was significantly improved ( $p < 0.05$ ) in comparison to the others, presenting values of 883,7g/kg for CP, 800,6g/kg for MS, 845,3g/kg for OM and 39,7g/kg for metabolizable energy. There was no significant difference ( $p < 0.05$ ) between the digestibility of the ingredients, crude protein being 781,9g/kg for FVA, 668,6g/kg for FP and 736,4g/kg for FPCMS. In relation the palatability of the diets, the animals had food preference with FVA inclusion, being the lowest intake ratio for FPCMS, with values of 0.21 for FPCMS versus FVA and 0.26 for FPCMS versus FP.

**Keywords:** Low ash flour; Fish CMS; protein quality; digestibility, palatability.

## 1. Introdução

A utilização de farinhas de origem animal é de grande importância na nutrição e na alimentação de animais pet, pois são as responsáveis pelas fontes de um dos principais nutrientes presente nos alimentos e dietas, a proteína. Estes alimentos devem ser balanceados contendo as quantidades suficientes e específicas de nutrientes, a fim de suprir as necessidades do animal em suas diferentes condições fisiológicas durante os estágios de vida (França et al., 2011; FEDIAF, 2016).

Embora sejam utilizadas fontes proteicas de origem vegetal como farelo de soja, farelo de glúten de milho, entre outros, os ingredientes de origem animal tendem a ser preferidos pela palatabilidade. As farinhas de origem animal como as de carne e ossos bovina, vísceras de aves e peixe são utilizadas na produção de alimentos para pet, tendo em vista sua digestibilidade razoável, preço acessível nas formulações, além de serem importantes fontes de aminoácidos, ácidos graxos e macroelementos (Aldrich, 2004; Carciofi, 2008a; França et al., 2011). A maior limitação da inclusão destes ingredientes nas formulações são os elevados teores de cálcio e fósforo. Por este motivo, a produção de ingredientes com baixa quantidade de minerais é fundamental para permitir sua maior inclusão nas dietas. Neste sentido, a farinha de vísceras de aves *low ash* tem sido muito utilizada pela indústria.

Neste estudo estamos propondo um processo para a produção de uma farinha de tilápia com baixa matéria mineral, haja vista que a produção desta espécie e consumo humano de filé de tilápia tem aumentado significativamente nos últimos anos e, a utilização dos resíduos da filetagem para produzir ingredientes de maior valor agregado é fundamental para a economia do setor e qualidade dos alimentos.

A qualidade da farinha a ser utilizada na formulação está diretamente relacionada à qualidade do alimento ao final da produção. Inúmeras características, dentre elas a umidade, são de extrema importância para o controle da estabilização do ingrediente e para a prevenção da contaminação e deterioração durante todo o processo de fabricação do alimento. Para prevenir tais fatores, algumas análises são utilizadas a fim de estimar a quantidade de água presente em um alimento, medida através da atividade de água que possibilita a avaliação da água livre disponível a reações que podem acometer a qualidade do produto final (Scott, 1957; Aldrich 2004; França et al., 2011).

A água livre advinda de um ingrediente é medida através de sua atividade de água ( $a_w$ ). A  $a_w$  de um ingrediente é dependente das condições de temperatura e umidade do mesmo. Conhecer a relação existente entre estas variáveis em um determinado ingrediente é importante para melhorar a sua estabilização, visando prolongar sua vida útil. As isotermas de sorção são ajustes matemáticos realizados a partir de dados experimentais de amostras mantidas em diferentes condições de  $a_w$  e temperatura, pelas quais torna-se possível se conhecer faixas de umidade seguras para um determinado ingrediente, do ponto de vista de risco oxidativo ou microbiológico (Corrêa et al., 2006; Costa et al., 2016).

Existe, na literatura, escassez de pesquisas sobre farinhas de peixe e carne mecanicamente separada de peixe e farinhas *low ash* na nutrição de animais de companhia. Alguns autores encontraram melhores teores de digestibilidade aparente da proteína de farinhas de peixe (900g/kg) quando comparadas às farinhas de aves (850g/kg), bem como melhores índices de digestibilidade de aminoácidos essenciais. Também foram avaliados níveis diferentes de farinhas de aves *low ash* na nutrição de cães, apresentando melhores valores de digestibilidade (860g/kg) quando a inclusão foi entre 20 e 25% da formulação da dieta (Yamka et al., 2003; While et al., 2005).

A respeito de farinhas *low ash* de CMS de peixe, não existem trabalhos quanto à digestibilidade ou a qualidade desse ingrediente em dietas para animais de companhia, por isso este estudo foi proposto, com o objetivo de avaliar a farinha de carne mecanicamente separada de peixe (FPCMS) quanto à sua composição físico-química, realizar testes de isotermas de sorção para avaliar parâmetros de qualidade de estocagem, bem como a inclusão deste ingrediente em formulações de dietas para gatos avaliando sua digestibilidade e palatabilidade, quando comparado a ingredientes convencionais como farinha de vísceras de aves e farinha de peixe.

## **2. Material e Métodos**

2.1 Experimento 1: Processamento, composição química e isotermas de sorção das FPCMS, FP e FVA.

### 2.1.1 Obtenção das farinhas

As farinhas foram confeccionadas na Fazenda Experimental de Iguatemi, pertencente à Universidade Estadual de Maringá (Maringá – PR, Brasil). As matérias primas utilizadas para a elaboração das farinhas foram carcaças de tilápia provenientes da empresa

SmartFish (Rolândia – PR, Brasil) e vísceras de aves provenientes da empresa GTFoods Group (Maringá – PR, Brasil). Foram produzidas três farinhas, caracterizando-se três (3) tratamentos: tratamento 1 - farinha de vísceras de aves (FVA); tratamento 2 - farinha de peixe convencional (FP); tratamento 3 - farinha de Carne Mecanicamente Separada de peixe (FPCMS) e, com 3 repetições cada tratamento.

A FVA foi elaborada a partir de vísceras provenientes do abate de frangos de corte, processadas imediatamente após a coleta. As FP e FPCMS foram elaboradas a partir de resíduos da indústria de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), as quais foram congeladas logo após a coleta e descongeladas somente no momento do processamento. As carcaças (espinhaço, nadadeiras e resíduos cárneos remanescentes) foram divididas em dois lotes, onde um deu origem a FP, e o outro lote foi submetido a máquina de despolpar para a obtenção da CMS (carne mecanicamente separada) para elaboração de FPCMS. As quantidades de matérias-primas utilizadas e o rendimento de todas estão descrito na tabela 1.

**Tabela 1.** Quantidades de matérias-primas utilizadas por batidas em digestor para a produção de farinhas, quantidade de farinhas após secagem e rendimento total.

Matéria-Prima	Quantidades <i>in natura</i> (kg)	Quantidade de farinha (kg)	Rendimento <sup>1</sup> (g/kg)
Vísceras de aves	93,92±0,92	13,850±0,13	147,5±0,34
Carcaça de peixe	77,54±1,31	15,09±0,40	194,5±0,37
CMS de peixe	112,16±6,90	15,42±1,16	137,0±0,62

<sup>1</sup>Soma do produto final e perdas no processo, em função da quantidade inicial de matéria-prima.

As matérias-primas para a produção das FVA, FP e FPCMS foram encaminhadas para um digestor de aço inoxidável, com capacidade de 50 litros e equipado com um sistema de pás para homogeneizar o material durante o processamento. O digestor era equipado com um sistema de camisas, as quais eram aquecidas por uma resistência elétrica (1500 Watts) imersa em óleo para transmissão de calor.

Todas as amostras foram estabilizadas com antioxidante sintético à base de um mix de BHA e BHT nas dosagens de 200ppm, e cozidas a 120°C por 90 minutos, recebendo tratamento térmico padrão para elaboração de farinhas. A FVA foi a única farinha que recebeu óleo antes do cozimento, na proporção de 10% sobre o material *in natura* para melhor processamento.

Posteriormente o material cozido foi prensado em prensa hidráulica com capacidade de 10 toneladas separando-se o óleo do material sólido. O material sólido foi seco em

estufa de secagem e esterilização à 60°C por 16 horas e moído em moinho tipo faca, dando origem ao produto final, novamente moído no mesmo equipamento em peneiras de 5mm, identificado em pacotes iguais e congelado até o momento das análises.

### 2.1.2 Caracterização química das farinhas

A avaliação das características químicas das farinhas foi realizada imediatamente após sua elaboração no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal (LANA), pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM). Para tanto foram utilizadas três amostras de cada farinha para as determinações da matéria seca (método 930.15), matéria mineral (método: 942.05) e extrato etéreo por hidrólise ácida (método: 954.02) de acordo com as metodologias da AOAC (1995). Os teores de proteína bruta (método 954.01) foram avaliados pelo método de semi-micro Kjeldahl (Silva & Queiroz, 2002).

A determinação do perfil de ácidos graxos foi feita utilizando o método de Figueiredo et al., (2016). Os ácidos graxos foram identificados a partir da comparação de seus tempos de retenção com padrões de composição conhecida. A quantificação absoluta dos EMAG foi realizada por padronização interna, utilizando como padrão o metil éster do ácido tricosanoico (23:0) (SIGMA, USA).

Para o perfil de aminoácidos as proteínas constituintes das amostras foram hidrolisadas com HCl 6 N durante 24 horas a 110 °C. Os aminoácidos liberados durante a hidrólise ácida reagiram com Fenilisotilcianato (PITC), foram separados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) em fase reversa e detectados por ultravioleta (UV). A quantificação foi feita por calibração interna multinível segundo a metodologia descrita por Lamic (2012). A análise foi realizada pela empresa Ajinomoto do Brasil.

Foi determinada a atividade de água das amostras de cada tratamento em equipamento específico para esta determinação (Aqualab 4TE, Decagon Devices, Inc, USA) de acordo com o método 978.18 aprovado pela AOAC (1995) e o índice de acidez (IA) das amostras de cada tratamento de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (1985).

Para a medição do pH, foi utilizada amostra homogeneizada de farinha (10 gramas) com água destilada (1:10 amostra/água). O homogeneizado foi submetido aos eletrodos do pHmetro (DM 22, Digimed, São Paulo, Brasil) por 5 minutos, quando foi procedida a leitura do pH.

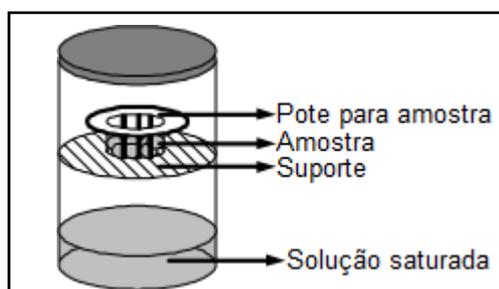
Para as análises do Índice de Peróxido, foi utilizada uma metodologia adaptada ao método oficial do Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, 2009.

### 2.1.3 Determinação de isotermas de sorção.

Antes do início desta análise as farinhas foram secas previamente por 24 horas a 60°C em estufa de ventilação forçada. A determinação de isotermas de sorção foi realizada no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal (LANA), pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM) baseada na metodologia gravimétrica descrita por Yogendrarayah et al. (2015) e Wani, et al. (2016) para obtenção de curvas de isoterma em temperatura conhecida a 30°C.

Nesta metodologia são utilizadas soluções saturadas de seis sais para que as amostras sejam sempre mantidas em atmosferas com  $a_w$  crescentes, são eles: cloreto de sódio, cloreto de lítio, cloreto de potássio, cloreto de magnésio, acetato de potássio e nitrito de sódio. A atividade de água das soluções salinas foi medida de acordo com a metodologia da AOAC (1995) e como critério para estabelecer o ponto de saturação, usou-se a percepção de corpo de fundo no recipiente.

Foram pesadas 20 gramas de cada farinha e colocadas em potes de peso conhecido e perfurados para haver estabilização da atividade de água com o meio. Os potes foram então colocados em frascos herméticos fechados a fim criar um ambiente sem contato com a atmosfera externa, e internamente os potes contendo as amostras foram colocados em um suporte para o contato direto com as soluções salinas (Fig. 4). Foram colocadas nove amostras de cada farinha, cada uma em uma das seis soluções salinas, totalizando 54 frascos. Por fim, todos os frascos foram levados à estufa de ventilação forçada e pesados periodicamente em balança analítica até a obtenção de peso constante.



**Figura 4.** Exemplo de frascos para isotermas de sorção. Fonte: Adaptado de Pacheco et al, 2009.

Com três resultados de peso sucessivos com diferenças máximas de 0,01g a amostra era considerada em equilíbrio. As curvas de resultados de umidade de equilíbrio foram plotadas em função da atividade de água.

Para a modelagem dos dados, foram utilizados os modelos de GAB e Peleg (1993) descritos na tabela 2, com base em uma análise de regressão.

**Tabela 2.** Modelos matemáticos utilizados para a determinação de isotermas de sorção de farinhas.

Nome do modelo	Equação do modelo <sup>1</sup>
GAB	$X_{eq} = \frac{X \cdot c \cdot k \cdot a_w}{(1 - K \cdot a_w)(1 - K \cdot a_w + C \cdot k \cdot a_w)}$
Peleg	$X_{eq} = a \cdot a_w^b + c \cdot a_w^d$

<sup>1</sup>X<sub>eq</sub> = conteúdo de umidade de equilíbrio, kg/kg; A<sub>w</sub> = atividade de água; X = conteúdo de água na monocamada, kg/kg; a, b, c, d, K = constantes das equações.

A qualidade do ajuste dos modelos supracitados foi avaliada em relação ao R<sup>2</sup> ajustado, Critério de informação de Akaike (AIC) e Desvio padrão médio (DPM).

Com base nos resultados obtidos e no melhor modelo de ajuste, foram estimados valores de umidade de equilíbrio em diferentes atividades de água.

#### 2.1.4 Análise estatística

As análises de rendimento das matérias primas, composição, perfil de aminoácidos e ácidos graxos das farinhas foram apenas para a sua caracterização, portanto foram realizadas análises descritivas.

A isoterma foi ajustada segundo a função exponencial descrita por GAB, para cada um dos tratamentos. Os modelos foram ajustados com o uso do pacote minpack.lm do ambiente estatístico R v3.4.3 (R Development Core Team, 2017).

## 2.2 Experimento 2: Determinação da digestibilidade aparente e verdadeira e valor biológico da FPCMS em comparação a FP e FVA

### 2.2.1 Formulação das dietas

Foram formuladas quatro dietas conforme as exigências nutricionais para gatos em manutenção do NRC (2006), sendo uma ração basal (RB) e outras três com 15% de inclusão dos ingredientes FPCMS, FP ou FVA. As misturas foram feitas na fábrica Hiper Nutri Pet Food (Assis – SP, Brasil).

A composição da dieta basal, das demais dietas e suas análises de composição bromatológica estão na tabela 3. Todos os alimentos foram extrusados após a composição

em extrusora experimental com capacidade de 100kg/h (Inbramaq Industria Brasileira de Máquinas, Ribeirão Preto, Brasil). A amperagem da máquina, temperatura da camisa da extrusora, quantidade de água e taxa de alimentação da extrusora foram controladas para manter as características dos *kibbles* semelhantes. Os tamanhos dos *kibbles* foram padronizados para permanecerem com uma média de 5mm para todos os tratamentos.

**Tabela 3.** Formulação das rações experimentais para gatos em manutenção e suas composições nutricionais.

Ingrediente <sup>1</sup>	Quantidades por tratamento (Kg)			
	RB	FVA	FP	FPCMS
Farinha de vísceras de aves	19,89	15,30	15,30	15,30
Milho grão	19,21	16,70	16,70	16,70
Glúten de milho 60%	19,55	17,00	17,00	17,00
Quebrado de arroz	11,73	10,20	10,20	10,20
Casca de soja	6,85	5,96	5,96	5,96
Concentrado proteico de soja	9,78	8,50	8,50	8,50
Palatabilizante CSENS para gatos	2,94	2,56	2,56	2,56
Gordura de aves	3,91	3,40	3,40	3,40
Celulose	1,96	1,70	1,70	1,70
Levedura seca de cervejaria	1,96	1,70	1,70	1,70
Cloreto de colina 60%	0,53	0,46	0,46	0,46
Sal comum	0,48	0,42	0,42	0,42
Premix para gatos MCassab	0,46	0,40	0,40	0,40
Cloreto de potássio	0,41	0,36	0,36	0,36
Adsorvente de micotoxina	0,21	0,18	0,18	0,18
Antifúngico	0,09	0,08	0,08	0,08
L-Taurina	0,09	0,08	0,08	0,08
Antioxidante sintético	0,02	0,02	0,02	0,02
Farinhas experimentais	-	15,00	15,00	15,00
<b>Total</b>	<b>100,07</b>	<b>100,02</b>	<b>100,02</b>	<b>100,02</b>
<b>Composição química<sup>2</sup></b>				
Matéria seca	930,9	940,1	942,8	928,8
Umidade	69,1	59,9	57,2	71,2
Proteína bruta	389,7	419,4	387,5	407,2
Extrato etéreo*	99,5	101,9	84,4	118,7
Matéria mineral	67,5	66,9	117,3	70,8
Energia Bruta (kcal/kg)	4940	4859	4444	4812

<sup>1</sup>Ingredientes utilizados na formulação da dieta basal com farinha de vísceras de aves convencional e das demais dietas com as farinhas experimentais.

<sup>2</sup>Dados expressos em g/kg de matéria seca (MS).

\*Extrato Etéreo por Hidrólise Ácida.

### 2.2.2 Ensaio de digestibilidade aparente e verdadeira

O experimento realizado foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da referida instituição, seguido do protocolo nº 1478190218.

O experimento foi conduzido no Centro de Ensino e Estudos Nutricionais em Felinos (CEENUFEL), na Fazenda Experimental de Iguatemi, pertencente à Universidade Estadual de Maringá (FEI/UEM). Para os ensaios de digestibilidade aparente e verdadeira foram utilizados animais de aproximadamente quatro anos de idade mantidos em gaiolas

metabólicas individuais de aço inoxidável, com fundo de inox (1,0m x 0,5m x 0,5m). A quantidade de alimento foi calculada de acordo com as exigências nutricionais para gatos em manutenção segundo o National Research Council – Nutrient Requirements of Dogs and Cats (NRC 2006).

Os animais foram distribuídos entre quatro tratamentos e divididos em dois blocos de 12 animais cada caracterizando um delineamento em blocos casualizados. Foram quatro dietas, sendo uma dieta basal de farinha de vísceras de frango (Trat 0) e três dietas com inclusão de 15% de farinha de vísceras de frango, farinha de peixe convencional e farinha de CMS de peixe (Trat 1, Trat 2 e Trat 3, respectivamente). Cada dieta foi fornecida a 6 animais por onze dias, totalizando 24 animais (n=24).

Os ensaios de digestibilidade aparente e verdadeira seguiram o protocolo de coleta total de fezes e urina de acordo com AAFCO (2011), com período de adaptação de 5 dias e 6 dias de coleta. O alimento foi fornecido todos os dias pela manhã e as sobras recolhidas e pesadas antes de cada arraçoamento para determinar o consumo alimentar de cada animal separadamente. A água foi oferecida *ad libitum*.

As fezes foram coletadas integralmente duas vezes ao dia e avaliadas quanto ao escore, atribuindo-se notas de 0 a 5, conforme Carciofi (2008b). Para essa avaliação o 0 = fezes líquidas; 1 = fezes pastosas e sem forma; 2 = fezes macias, mal formadas e que assumem o formato do recipiente de colheita; 3 = fezes macias, formadas e úmidas, que marcam o piso; 4 = fezes bem formadas e consistentes, que não marcam o piso; 5 = fezes bem formadas, duras e secas. Considerando-se ideais valores de escore entre 3 e 4. Após a avaliação de escore, as fezes foram pesadas, identificadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer (-15°C) para posteriores análises. A urina foi coletada duas vezes ao dia em garrafas plásticas identificadas e colocadas sob o funil de cada gaiola contendo 1,0ml de ácido sulfúrico 1N para evitar perdas de nitrogênio e proliferação de bactérias e foram mensuradas as quantidades de urina. Após também foram acondicionadas em freezer (-15°C) até a realização das análises laboratoriais.

Após todas as coletas, as fezes foram descongeladas, homogeneizadas e secas em estufa de ventilação forçada (55°C) por 72 horas e moídas, bem como a urina que foi descongelada e colocada em cadinhos em estufa de ventilação forçada (55°C) também por 72 horas.

As amostras de fezes foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo hidrólise ácida (EEHA) e matéria mineral (MM), de acordo com a AOAC (1995) e energia bruta (EB). As amostras de urina foram analisadas

quanto aos teores de proteína bruta (PB) e energia bruta (EB). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica (1281, PARR Instruments, EUA). Todas as análises laboratoriais foram conduzidas em duplicata, sob um coeficiente de variação menor de 5%.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo em hidrólise ácida (EEHA), e energia bruta (EB) das rações experimentais foram calculados de acordo com AAFCO (2011).

A digestibilidade aparente e verdadeira foi calculada de acordo com as equações de Burns et al. (1982):

$$\text{Digestibilidade aparente} = (\text{NI}-\text{NF})/\text{NI}$$

$$\text{Digestibilidade verdadeira} = (\text{NI}-\text{NF}+\text{NEF})/\text{NI} \quad ; \text{ onde}$$

NI: Nitrogênio ingerido; NF: Nitrogênio fecal e NEF: Nitrogênio endógeno fecal

O valor biológico da proteína das farinhas (FVF, FPC e FPCMS) foi calculado conforme o mesmo autor supracitado, utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{VB} = [(\text{NI} - \text{NF} - \text{NU} + \text{NEF} + \text{NEU}) / (\text{NI} - \text{NF} + \text{NEF})] \times 100 \quad ; \text{ onde}$$

NEU: Nitrogênio endógeno urinário

A perda endógena urinária foi estimada através de regressão exponencial, utilizando dados de ingestão e excreção de nitrogênio urinário, assim como a perda endógena fecal, porém neste caso utilizando dados de excreção de nitrogênio fecal.

### 2.2.3 Palatabilidade da FPCMS em comparação a FP e FVA.

As mesmas dietas elaboradas foram submetidas ao teste de preferência alimentar, utilizando-se as seguintes comparações: FVA vs. FP, FVA vs. FPCMS e FP vs. FPCMS. Cada comparação foi realizada com 20 gatos, em ensaios de dois dias, sendo o primeiro dia de adaptação e o segundo de coleta de dados.

O teste de palatabilidade foi realizado no Centro de Estudos e Ensino em Nutrição de Felinos (CEENUFEL), pertencente à Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá. Foram utilizados 20 gatos machos e fêmeas de aproximadamente quatro anos de idade que foram confinados em gaiolas individuais para a alimentação, com o objetivo de se obter resultados individuais.

As dietas foram oferecidas em quantidades que atendiam às exigências diárias de energia pelos animais (60g/animal/dia). Foram utilizados dois potes para colocar a ração, sendo de tamanho e cores iguais, não possibilitando qualquer interferência por fatores que não fossem a ração. Os desafios seguiram o esquema descrito na tabela 4.

**Tabela 4.** Desafios de preferência alimentar em gaiolas individuais (n=20), de dietas com farinha de vísceras de aves (FVA), farinha de peixe (FP) e farinha de CMS de peixe (FPCMS) para gatos.

Desafios	Dieta A	Dieta B
1	FVA	FP
2	FVA	FPCMS
3	FP	FPCMS

Para cada desafio foram utilizado dois potes (A e B), cada um com um tipo de tratamento para análise de primeira escolha e consumo. O período experimental do estudo foi de dois dias, um de adaptação e um de coleta de dados considerando-se 40 minutos para cada dupla de tratamento, sendo 20 minutos de manhã e 20 minutos a tarde.

O animal era apresentado aos dois potes, simultaneamente, indicando a preferência através do olfato e ingestão do alimento. O consumo de ração foi calculado ao término da avaliação, no segundo dia. A avaliação da palatabilidade foi feita pela razão de ingestão (RI), conforme a equação:

$$RI = \text{Ingestão dieta A} / (\text{Ingestão dieta A} + \text{Ingestão dieta B})$$

#### 2.2.4 Análises estatísticas

Inicialmente foi testada a pressuposição da análise de variância (ANOVA) dos dados da digestibilidade dos ingredientes. As comparações quanto à digestibilidade aparente, verdadeira e valor biológico foram avaliadas pelo teste Tukey, considerando 5% de probabilidade e foram conduzidas utilizando o programa estatístico Minitab Statistical Software (State College PA, USA). A palatabilidade das dietas em cada comparação foi feita pelo Teste t-Student, considerando dados pareados e 5% de probabilidade.

### 3. Resultados

As composições das farinhas (Tab. 5) são apresentadas em forma de análise descritiva. A FPCMS apresentou a maior concentração de energia com 6324kcal/kg, possivelmente em função do elevado teor lipídico desta farinha (200,6g/kg). A PB foi semelhante entre a FVA (674,8g/kg) e FPCMS (696,0g/kg) e mais baixa na FP (532,3g/kg), que por sua vez apresentou maior teor de cinzas (407,8g/kg). Os valores para atividade de água ( $a_w$ ) inicial das farinhas se mantiveram entre 0,250 e 0,350, indicando baixa tendência à proliferação de micro-organismos.

**Tabela 5.** Composição centesimal e parâmetros químicos de farinha de vísceras de aves (FVA), farinha de peixe (FP) e farinha de CMS de peixe (FPCMS).

Item (g/kg)	Farinhas		
	FVA	FP	FPCMS
Matéria Seca	952,0	926,9	951,3
Umidade	48,0	73,1	48,7
Proteína Bruta	674,8	532,3	696,0
Extrato Etéreo*	112,4	44,4	200,6
Matéria Mineral	76,5	407,8	52,6
Energia Bruta (kcal/kg)	5403	2996	6324
pH	5,98	7,10	6,64
Atividade de Água	0,350	0,250	0,303
Índice de Acidez <sup>2</sup>	2,46	1,12	2,24
Índice de Peróxido <sup>3</sup>	ND	ND	ND

<sup>1</sup>Dados expressos em g/kg na matéria seca (MS);

<sup>2</sup>Expressos em mg/NaOH

<sup>3</sup>Índice de Peróxido no tempo 0 dias. Expressos em mEq.kg<sup>-1</sup>

\*Extrato Etéreo por Hidrólise Ácida.

As farinhas apresentaram uma variação de índice de acidez de 1,12 a 2,46, considerados valores baixos enquanto todas as amostras apresentaram índice de peróxido ausente.

A composição de ácidos graxos (Tab. 6) das farinhas mostrou semelhança de ácidos graxos essenciais entre a FPCMS e a FVA, sendo ambas ricas em ácido linoleico ( $\omega 6$ ). Também os ácidos graxos de grande importância como o ácido eicosapentaenoico (EPA) e o docosahexaenoico (DHA), apesar de baixos no perfil analisado, foram encontrados em maiores proporções em relação aos da FP.

**Tabela 6.** Perfil de ácidos graxos encontrados na farinha vísceras de aves (FVA), farinha de peixe (FP) e farinha de CMS de peixe (FPCMS).

Ácido Graxo (mg/g) <sup>1</sup>	FVA	FP	FPCMS
<b>Ácidos graxos essenciais</b>			
Ác. Eicosapentaenóico EPA (20:5n-3) ω3	3,66	0,84	2,1
Ác. Alfa linolênico (18:3n-3) ω3	1,53	0,25	1,37
Ác. Araquidônico (20:4n-6) ω6	-	0,14	0,66
Ác. Docosahexaenóico DHA (22:6n-3) ω3	0,74	0,34	0,6
Ác. Linoléico (18:2n-6) ω6	32,77	4,15	21,19
<b>Ácidos graxos não essenciais</b>			
Ác. Araquídico (C20:0)	-	0,29	1,33
Ác. Esteárico (C18:0)	14,11	3,95	18,47
Ác. Behênico (22:0)	-	0,28	1,12
Ác. Eicosadienoico (20:2n-6)	-		0,16
Ác. Eicosatrienoico (20:3n-3)	-	0,21	1,08
Ác. Heneicosanóico (21:0)	-	0,74	4,44
Ác. Mirístico (C14:0)	0,8	1,29	7,15
Ác. Oléico (C18:1n-9)	48,44	14,3	75,42
Ác. Palmítico (C16:0)	34,99	10,9	51,84
Ác. Palmitoléico (16:1n-9)	5,53	2,06	11,16
Ác. Tricosanóico (23:0)	4,73	4,78	4,59
Ác. Vacênico (18:1n-7)	2,44	1,32	6,75
Ác. Graxos saturados	54,63	22,2	88,94
Ác. Graxos monoinsaturados	56,41	17,7	93,33
Ác. Graxos poli-insaturados	38,7	5,93	27,16
Ômega 3 (ω3)	5,93	1,64	5,15
Ômega 6 (ω6)	32,77	4,29	22,01
Relação ω6:ω3	5,53	2,62	4,27

<sup>1</sup>Resultados expressos em mg/g de óleo na amostra.

Os níveis de aminoácidos essenciais encontrados na tabela 7 se apresentaram elevados nas três farinhas e todas apresentaram valores de Proteína Digestível Corrigida Através do Escore de Aminoácidos (PDCAAS) superiores a 1,0 para todos os aminoácidos.

**Tabela 7.** Perfil de aminoácidos totais das farinhas de vísceras de aves (FVA), farinha de peixe (FP) e farinha de CMS de peixe (FPCMS) e seus teores de proteína digestível corrigida através do escore de aminoácidos (PDCAAS).

Aminoácidos totais <sup>1</sup>	Ingrediente					
	FVA		FP		FPCMS	
	Aas	PDCAAS	Aas	PDCAAS	Aas	PDCAAS
Arginina	4,020	1,363	2,210	1,317	3,587	1,446
Histidina	1,330	1,600	0,781	1,572	1,481	1,786
Isoleucina	2,426	1,661	1,316	1,601	2,883	1,891
Leucina	4,449	1,748	2,291	1,731	4,902	1,937
Lisina	4,015	2,910	2,330	2,718	5,294	3,498
Metionina	1,463	2,439	0,895	2,348	1,827	2,843
Met+Cis <sup>2</sup>	2,133	1,943	1,149	1,850	2,343	2,169
Fenilalanina	2,286	2,043	1,294	2,023	2,519	2,268
Treonina	2,646	1,340	1,547	1,291	2,969	1,506
Valina	2,867	1,611	1,579	1,553	2,863	1,753

<sup>1</sup>Expressos em g/100g na matéria natural.

<sup>2</sup>Metionina + Cisteína

Estão representados da tabela 8 os ajustes das isotermas de sorção das farinhas avaliadas. O modelo de GAB foi o de melhor ajuste, como visto pelos valores de Critério de informação de Akaike AIC e R<sup>2</sup> ajustado. As constantes do modelo também são apresentadas nesta tabela e a constante X indica os resultados de água na monocamada, que corresponde à água fortemente ligada na amostra.

**Tabela 8.** Estimativa dos parâmetros de isotermas de sorção à 30°C para o modelo de GAB1 em farinha de vísceras de aves, farinha de peixe e farinha CMS de peixe.

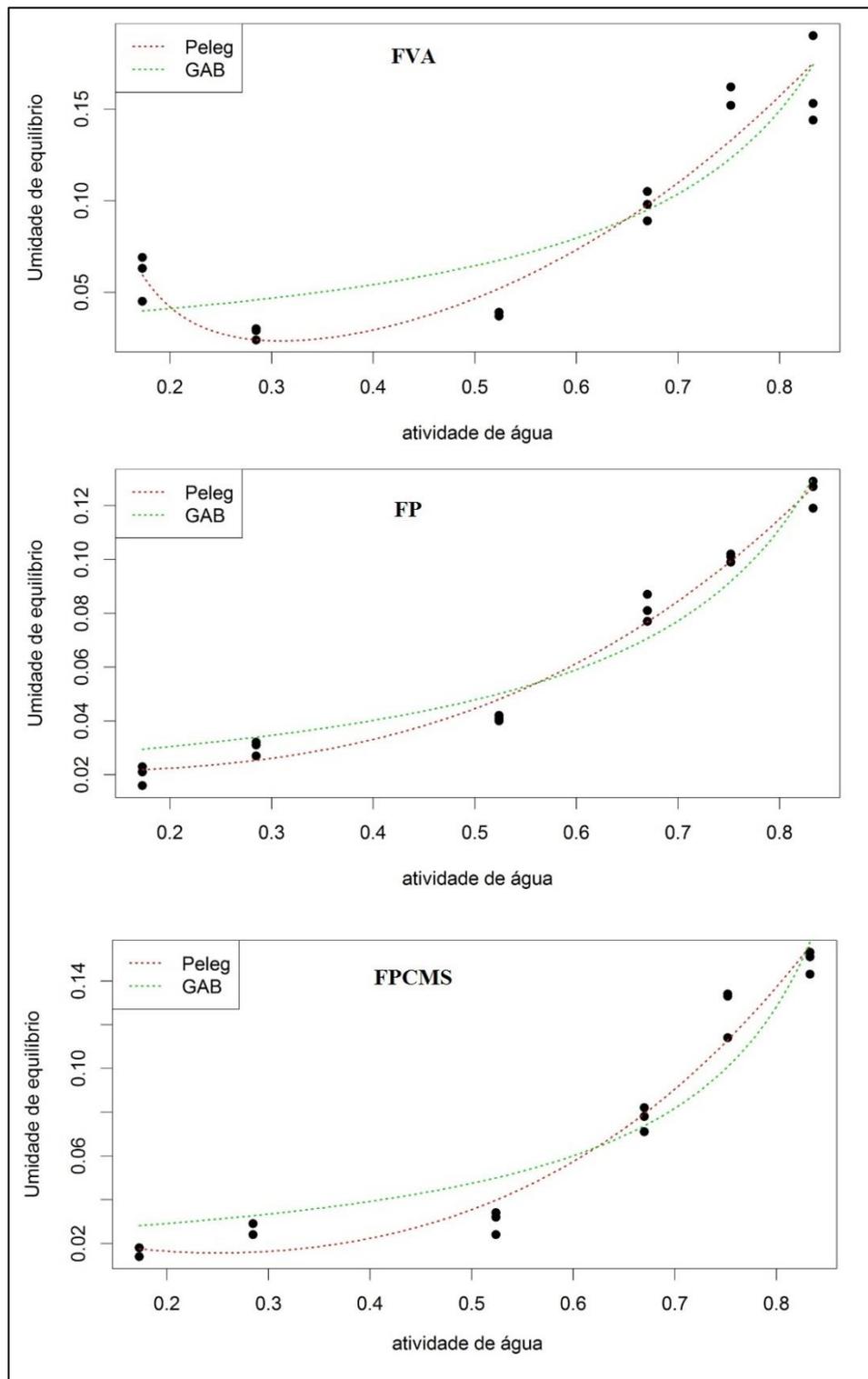
Tratamento	Qualidade do ajuste			Constantes do modelo <sup>3</sup>		
	AIC	R <sup>2</sup>	DPm <sup>2</sup>	X	C	K
FVA	-75,79	0,81	36,37	0,0331	10829074	0,9724
FP	-111,18	0,95	18,90	0,0245	-65899559	0,9751
FPCMS	-83,63	0,90	36,37	0,0231	-34935363	1,0245

<sup>1</sup>Equação de GAB:  $X_{eq} = (X.c.aw) / (1-K.aw)(1-K.aw + C.K.aw)$

<sup>2</sup>Desvio padrão médio.

<sup>3</sup>X= água na monocamada; c, K= constantes do modelo

Na figura 5 estão representadas as curvas para isotermas de sorção dos modelos de GAB e Peleg que se apresentaram como os mais ajustados para farinhas de origem animal.



**Figura 5.** Curvas de isotermas de sorção para farinhas de aves (FVA), farinha de peixe (FP) e farinha de CMS de peixe (FPCMS).

A estimativa da umidade de equilíbrio para atividades de água distintas pode ser obtida substituindo os valores desejados de  $a_w$  na equação de GAB e estão representadas na tabela 9.

**Tabela 9.** Valores estimados de umidades de equilíbrio para atividades de água distintas com base na equação do modelo de GAB<sup>1</sup>.

Tratamento	Valores de atividade de água <sup>2</sup> (A <sub>w</sub> )				
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
FVA	42,280	48,085	55,737	66,286	81,760
FP	31,216	35,518	41,196	49,034	60,557
FPCMS	28,395	32,595	38,254	46,289	58,599

<sup>1</sup>Equação para modelo de GAB:  $X_{eq}=(X.c.aw)/(1-K.aw)(1-K.aw + C.K.aw)$

<sup>2</sup>Dados de umidade de equilíbrio expressos em g/kg.

Os dados de digestibilidade da MS das dietas estão na tabela 10. Os menores valores foram encontrados para a FP e os maiores para a FPCMS. As dietas contendo a FPCMS apresentaram os maiores coeficientes de digestibilidade da PB, MS, MO e EM.

**Tabela 10.** Consumo médio diário, coeficiente de digestibilidade aparente e energia metabolizável das dietas e características fecais de gatos.

Item (g/kg)	Dietas				
	Ingestão g/kgPC <sup>0,67</sup> /dia				
	FVA	FP	FPCMS	RB <sup>1</sup>	
Matéria Seca	193,8	195,7	187,0	187,5	
Matéria Orgânica	186,5	172,7	173,7	174,9	
Matéria Mineral	14,6	23,0	13,2	12,7	
Proteína Bruta	81,3	75,8	76,1	73,1	
Extrato Etéreo Hidrólise Ácida	19,8	16,5	22,2	18,7	
Características fecais					
Fezes na MN (g/kgPC <sup>0,67</sup> /dia) <sup>2</sup>	7,13	9,93	6,73	10,30	
Fezes na MS (g/kgPC <sup>0,67</sup> /dia) <sup>2</sup>	4,76	4,46	3,91	3,86	
MS fecal (g/kg)	586,8	573,3	503,4	454,9	
Escore fecal <sup>3</sup>	3,9	4,1	3,9	3,9	
Coeficiente de digestibilidade aparente					
	FVA	FP	FPCMS	RB <sup>1</sup>	EPm <sup>4</sup>
Matéria Seca	739,1b	680,9c	800,6a	730,3b	0,7532
Matéria Orgânica	783,4b	790,1ab	845,3a	773,5b	0,7033
Proteína Bruta	845,7b	848,7b	883,7a	831,8b	0,4046
EM <sup>5</sup> (kcal/gMS)	3,66ab	3,36b	3,97a	3,51b	0,0450
Valor Biológico da proteína <sup>6</sup>	556,6	402,8	580,5	406,5	-

<sup>1</sup>Ração Basal;

<sup>2</sup>Produção de fezes na matéria natural e na matéria seca por quilograma de peso metabólico por dia.

<sup>3</sup>Baseado em: 0 = fezes líquidas; 1 = fezes pastosas e sem forma; 2 = fezes macias, mal formadas e que assumem o formato do recipiente de colheita; 3 = fezes macias, formadas e úmidas, que marcam o piso; 4 = fezes bem formadas e consistentes, que não aderem ao piso; 5 = fezes bem formadas, duras e secas.

<sup>4</sup>Erro padrão da média

<sup>5</sup>Energia Metabolizável

<sup>6</sup>Expressos em g/kg de acordo com a fórmula:  $VB= [(NI - NF - NU + NEF + NEU) / (NI - NF + NEF)] \times 100$

Na tabela 11 são apresentados os resultados do teste de preferência entre as dietas contendo as farinhas. Pode-se verificar que a menor Razão de Ingestão de cada teste foi obtida para a FPCMS (0,21 e 0,26 respectivamente) quando comparada às FVA (0,79) e FP (0,74). Estas últimas não diferiram entre si ( $P>0,05$ ).

**Tabela 11.** Palatabilidade de alimentos com inclusão de diferentes fontes proteicas.

Dietas <sup>1</sup>	Consumo <sup>2</sup> kcal/kg <sup>0,67</sup>	Olfato <sup>3</sup>		Paladar <sup>3</sup>		Razão de Ingestão		Poder do teste
		A	B	A	B	A	B	
FVA x FP	59,19	0,50	0,50	0,50	0,50	0,47	0,53	0,286
FVA x FPCMS	63,75	0,45	0,55	0,65	0,35	0,79	0,21	1,000
FP x FPCMS	63,27	0,50	0,50	0,80	0,20	0,74	0,26	1,000

<sup>1</sup>A versus B

<sup>2</sup>Média do consumo de todos os animais. Fornecido 60g de ração para cada animal e pesadas às sobras.

<sup>3</sup>40 observações em 20 animais por dois dias. Primeiro dia de adaptação e segundo dia de coleta de dados.

#### 4. Discussão

A utilização de farinhas de baixa matéria mineral (*low ash*) vem sendo cada vez mais frequente em formulações de alimentos para gatos domésticos, pois além de sua composição química ser semelhante às farinhas convencionais elas ainda apresentam baixos níveis de minerais quando comparadas às demais matérias-primas utilizadas, o que caracteriza serem boas alternativas em alimentos para essa espécie que, como dito anteriormente, apresenta inúmeras particularidades quanto ao uso de minerais na dieta.

O presente estudo teve como objetivo avaliar uma farinha considerada *low ash*, mas com pouco conhecimento no mercado de formulação para animais domésticos; a farinha de carne mecanicamente separada de peixe (FPCMS). Foram avaliadas amostras quanto à qualidade do ingrediente e a digestibilidade aparente e verdadeira quando colocada em uma formulação convencional para gatos domésticos em manutenção.

As farinhas elaboradas para este experimento apresentaram uma grande variação no teor de extrato etéreo, matéria mineral e energia (Tab. 5).

A FPCMS foi comparada com outras duas farinhas de origem animal; a farinha de vísceras de aves (FVA) e a farinha obtida a partir de carcaças de tilápia (FP). A FPCMS apresentou os melhores resultados na maioria dos parâmetros avaliados, principalmente pelo alto nível de proteína bruta (PB = 699,0g/kg). Este valor foi semelhante ou superior aos encontrados na literatura por Vidal et al. (2011), quando avaliada a farinha de peixe para consumo animal, estando também de acordo com Manual Pet Food Brasil - ABINPET

(2017), que caracteriza que farinhas de peixe devem conter um mínimo de 620,0g/kg de proteína bruta.

Todavia, quando avaliada a farinha a partir de CMS de tilápia, foram encontrados valores superiores utilizando-se o mesmo tipo de matéria-prima (carcaças) da mesma origem (Smartfish) na produção de farinhas para consumo humano (Chambo, 2018).

A técnica aplicada no processamento desta farinha pode ter sido um dos motivos de valores inferiores aos encontrados por Chambo (2018) que obteve valores de 786,0g/kg de proteína e 131,5g/kg de gordura. Este autor efetuou o corte de nadadeiras e uma série de lavagens no CMS antes do processo de desidratação com cozimento por um tempo inferior ao realizado neste trabalho.

Quanto à energia bruta, a FPCMS apresentou um valor elevado com 6324kcal/kg, caracterizando ser uma matéria-prima de alto valor energético e isso se deve ao fato de que essa farinha apresenta quase que exclusivamente apenas resíduos cárneos na sua composição, o que garante uma maior quantidade de gordura que pôde ser vista na tabela onde a farinha apresentou 190,3g/kg de extrato etéreo (EEHA), maiores valores de proteína bruta (PB) e consequentemente, maior energia.

Estes valores podem ser comparados com os encontrados por Dust et al. (2005), testando concentrado proteico de peixe obtendo 6100kcal/kg e de vísceras de aves obtendo 5500kcal/kg e com Carciofi (2008a) ao comparar diferentes fontes de proteína na nutrição de animais de companhia encontrando valores de energia de 3986kcal/kg para farinha de peixe e 5050kcal/kg para farinha de vísceras de aves.

O fato de a FPCMS ser considerada uma farinha *low ash* também é evidenciado nas análises de matéria mineral (MM) quando seus teores foram de apenas 53,6g/kg e mais baixos do que as demais farinhas, estando este valor dentro dos padrões para farinhas *low ash* que deve ser de menos de 110,0g/kg (Yamka et al., 2003; Aldrich, 2006; Carciofi, 2008a; Vasconcellos et. al., 2009).

A FP apresentou os maiores teores de MM (407,8g/kg) e este teor tão elevado se deve ao fato de que a farinha de peixe foi obtida apenas com as carcaças de tilápia, contendo quase 800g/kg de espinhaço e ossos em sua composição enquanto na FCMS, como foi separado o espinhaço da carne, houve uma grande redução da MM, estando esta em função dos minerais da própria carne. Outros autores observaram resultados semelhantes avaliando a farinha de carcaça (326,1g/kg) e a farinha de CMS (44,6g/kg) (Vidotti et al, 2006; Chambo, 2018).

Quanto à umidade das farinhas os teores observados foram baixos, de acordo com a ABINET (2017) que reporta que farinhas de vísceras de aves e de peixe devem apresentar no máximo 80,0g/kg de umidade e em especial a de FPCMS e FVA ficaram com umidade abaixo de 50,0g/kg. Todavia, estes valores poderiam ser ainda menores, pois de acordo com Chambo (2018) a farinha de carcaça de tilápia apresentou 34,3g/kg e a farinha de CMS 36,3g/kg de umidade. Isto pode estar relacionado com a técnica empregada na elaboração destas farinhas por este autor, que foi diferente da técnica utilizada neste experimento.

Os valores de pH encontrados nas farinhas estão de acordo com o ABINPET (2017) que caracteriza valores entre 6,0 e 8,0 para farinhas de origem animal. Tanto a farinha de vísceras de aves, quanto as farinhas de peixe estão dentro do padrão permitido para inclusão em uma formulação, contendo pH em 5,98 para FVA, 7,10 para FP e 6,64 para FPCMS.

Mesmo com os valores de pH dentro do padrão, cuidados devem ser tomados quanto as farinhas com pH mais próximos da neutralidade, isto por apresentarem maiores riscos de contaminação no armazenamento, em especial se a  $a_w$  for elevada. De acordo com Nunes et al. (2013) deve-se sempre ficar atento ao tipo de armazenagem dos produtos de origem do pescado, pois mesmo a baixa  $a_w$  não impede o desenvolvimento microbiano, em função talvez do pH mais próximo da neutralidade, favorecendo dessa forma o surgimento de fungos (Olsen et al., 2012).

Chambo (2018) avaliando as farinhas obtidas a partir do CMS e da carcaça de tilápia, também observou pH próximo a neutralidade de 7,14 e de 7,33, respectivamente. De acordo com os resultados obtidos neste experimento, as farinhas podem ser classificadas como pouco ácidas ( $\text{pH} > 4,5$ ) (IANFES, 1997).

Estudos com farinhas de CMS de peixe apresentaram valores médios de  $a_w$  de 0,31 (Chambo, 2018) e 0,16 (Vidal et al., 2011), resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho. Os valores obtidos neste experimento indicam que as farinhas têm boa estabilidade microbiológica e enzimática, pois apresentam  $a_w$  inferior a 0,60, zona limite para alimentos extrusados ou farinhas de origem animal apresentarem pouco ou nenhum crescimento de micro-organismos, sendo 0,87 a  $a_w$  mínima para a proliferação de bactérias. (Beuchat et al., 2013).

Os valores obtidos de índice de acidez e peróxido das farinhas encontraram-se dentro do padrão, pois o índice de acidez deve ser no máximo de 3,0 e de peróxido de 5,0, para farinhas de aves e de peixes (ABINPET, 2017).

As farinhas utilizadas neste experimento obtiveram valores zero de índice de peróxidos no tempo zero de estocagem, ou seja, indicaram que estavam estabilizadas com antioxidantes sintéticos e por isso não houve oxidação durante o processo de produção dos ingredientes. Este resultado implica em dizer que, se não houve oxidação, há garantias de que nenhum ácido graxo foi degradado na produção, garantindo o bom valor nutricional das farinhas (Petenucci et al., 2010; Chambo, 2018).

Os níveis elevados de alguns dos ácidos graxos essenciais (Tab. 6) nas FVA e FPCMS podem ser explicados pelo fato delas serem farinhas com alto teor de gordura em sua composição química. Os teores de ácidos graxos da FPCMS foram muito semelhantes aos da FVA, em especial os essenciais. Apesar de alguns teores baixos, como o exemplo do ômega-3, estes foram muito próximos entre as FVA (5,93) e FPCMS (4,07).

Como as duas farinhas apresentaram resultados semelhantes, isso indica que a FPCMS pode contribuir em qualidade de lipídeos da mesma forma que a FVA. Chambo (2018) relatou que as farinhas de peixes apresentaram ácidos graxos da série ômega-3, porém representando menos de 1% dos ácidos graxos totais, os ácidos graxos da série ômega-6 (n-6) apresentaram valores variando de 2,1 a 7,6 g 100g<sup>-1</sup> entre as farinhas estudadas.

De acordo com França et al. (2011), vale ressaltar a necessidade dietética do ácido graxo poliinsaturado araquidônico para gatos, devido a deficiência enzimática nesta espécie. E dentre os ingredientes analisados, a FPCMS apresentou maior percentual desse ácido graxo (0,66).

Os níveis encontrados no perfil de aminoácidos (Tab. 7) foram corrigidos através da proteína digestível corrigida pelo escore de aminoácidos (PDCAAS), que indica que valores maiores do que 1,000 correspondem à boa qualidade dos aminoácidos presentes no ingrediente. De acordo com o PDAAS, os aminoácidos mais próximos de serem limitantes para as FVA, FP e FPCMS neste estudo foram treonina (1,340), treonina (1,291) e arginina (1446), respectivamente. (Yamka et al., 2003; Dust et al., 2005; Bosch et al., 2014; Costa et al., 2016).

Os valores dos aminoácidos essenciais foram equivalentes aos resultados relatados por Chambo (2018) para a farinha de CMS, que obteve menores valores para histidina (1,2g), e valores elevados de 6,4g para leucina e 5,2g para lisina. Neste experimento os maiores teores de aminoácidos encontrados foram leucina (4,9g/100g) e lisina (5,3g/100g) na FPCMS e menores também de histidina (1,5g/100g).

Todavia, de um modo geral todos os aminoácidos encontrados nas farinhas apresentaram valores superiores na FPCMS quando comparada à de FP, sendo que na FVA apenas a arginina foi maior (4,02g/100g).

Apesar de ser uma análise descritiva nota-se que a FPCMS apresentou melhores valores no perfil de aminoácidos. Tudo indica que o processo de elaboração da farinha, associado à espécie de matéria prima, pode ter influenciado nesta variação (Vidotti et al., 2006; Chambo, 2018)

Para as curvas de isotermas de sorção em farinhas (Fig. 5) pôde-se perceber que a umidade de equilíbrio de FVA, FP e FPCMS apresentou curvas do tipo sigmoide tipo II, confirmando a classificação de Brunauer et al. (1938) para alimentos secos e seus valores de umidade cresceram conforme foi aumentando a atividade de água das amostras.

Os parâmetros de qualidade apresentados através de testes de isotermas de sorção na tabela 8 ofereceram resultados importantes quanto à qualidade específica dos ingredientes, pois estes auxiliam na predição de fatores que acarretam na perda de qualidade dos alimentos como a vida de prateleira, o crescimento microbiano e a deterioração pela oxidação de gorduras que, em sua maioria, acometem amostras cuja secagem foi inadequada (Pena et al., 2000; Costa et al., 2016).

Este resultado foi igualmente encontrado por demais autores avaliando isotermas de CMS de peixe e ocorre, porque a pressão de água existente na amostra acompanha o aumento da pressão de vapor do meio. Dentre os modelos matemáticos avaliados, o que mais se ajustou para farinhas de origem animal, foi o modelo de GAB, também encontrado por Uana (2018) ao avaliar alimentos extrusados com farinhas de origem animal em sua formulação para cães e gatos (Costa et al., 2016; Uana, 2018).

No caso do presente trabalho, o ajuste do modelo foi em torno de 90% para FPCMS e o valor de água na monocamada (X) foi menor (0,0231). O valor de água na monocamada só é descrito através do modelo de GAB, por isso a utilização deste modelo para este tipo de ingrediente e este parâmetro indicam a quantidade de água absorvida em locais específicos do ingrediente, onde os valores representam os teores exatos de umidade em que a farinha apresenta estabilidade, podendo assim predizer sua vida de prateleira, pois menores valores de água na monocamada indicam maior estabilidade e perdas mínimas na qualidade do produto (Fellows, 2006; Costa et al., 2016; Uana, 2018).

As farinhas, quando comparadas a alimentos já formulados ou outros grupos de alimentos, possuem uma isoterma mais baixa e valores de umidade de equilíbrio menores visto que possuem maiores quantidades de gordura e, em sua maioria, não possuem amido

em sua composição, sendo este, responsável pela retenção de água de alimentos prontos já extrusados (Kurosawa et al., 2005; Fadini et al., 2006).

Na tabela 9, estão superestimados, de acordo com a equação proposta por GAB, quais seriam as possíveis umidades de equilíbrio máximas das amostras em diferentes atividades de água ( $a_w$ ) considerando valores de  $a_w$  ideais entre 0,3 e 0,4. Neste contexto, a FVA obteve os maiores valores de  $a_w$ , seguida da FPCMS, indicando que a farinha de vísceras de aves tende a suportar uma maior umidade sem que haja deterioração e os valores mais baixos para a farinha de CMS podem ser justificados devido ao fato desta farinha conter maior quantidade de lipídeos, o que pode acarretar uma deterioração mais rápida (Fadini et al., 2006; Costa et al., 2016).

Os testes de digestibilidade aparente e verdadeira (Tab. 10) para a FPCMS atestaram que essa fonte proteica possui uma alta qualidade da proteína podendo ser superiores aos encontrados para FVA, pois para todos os níveis avaliados (MS = 800,6g/kg; PB = 883,7g/kg; MO = 845,3g/kg; EM = 39,7g/kg e VB = 580,5g/kg) a FPCMS obteve os melhores valores ( $p < 0,05$ ), sendo apenas o valor de EM sem diferença significativa quanto a FVA.

Alguns trabalhos feitos a partir de farinha de peixe convencional e farinha de vísceras de aves na nutrição de cães reportaram níveis de qualidade equivalentes aos encontrados neste estudo para FPCMS (Yamka et al., 2003; While et al., 2005; Carciofi, 2008a; Vasconcellos, et. al., 2009).

A FPCMS demonstrou ser de alta qualidade desde o início com os níveis elevados de energia, aminoácidos essenciais, ácidos graxos e o valor biológico da proteína (VB). Alguns autores destacam que a qualidade da proteína e sua digestibilidade são os fatores mais importantes na formulação de uma dieta e também os que fazem um alimento ser classificado como básico, *premium* ou *super premium* de acordo com digestibilidade de seus nutrientes (Vasconcellos et al., 2009; Carciofi et al., 2010).

Alimentos básicos são aqueles que devem oferecer uma digestibilidade mínima de PB e MS de 650g/kg, alimentos *premium* 750g/kg de digestibilidade e alimentos *super premium*, 800g/kg de digestibilidade (ABINPET 2017; Carciofi et al., 2010).

Embora haja alimentos que atendem estas exigências no mercado, ainda há a necessidade de estudos a respeito dos coeficientes mínimos de nutrientes exigidos tais como aminoácidos, vitaminas, minerais e ácidos graxos essenciais para animais de companhia, principalmente para gatos, visto que o mercado pet vem crescendo gradativamente, e sem estes estudos específicos, ainda existem alimentos em circulação

que não atendem às exigências mínimas recomendadas (Carciofi, 2008a; Vasconcellos et al., 2009; Carciofi et al., 2010).

Apesar de o consumo alimentar e os coeficientes de ingestão terem demonstrado que os animais consumiram ambas as dietas, as avaliações de palatabilidade (Tab. 11) da FPCMS não foram satisfatórias, pois os animais em todos os testes de preferência escolheram as FVA e FP e isto pode ser afirmado através do valor da razão de ingestão tão baixa para este ingrediente indicando que os animais preferiram os alimentos contendo as demais farinhas.

Essa correlação pode ser explicada por inúmeros fatores empíricos advindos dos animais e também pelo fato de que, embora gatos prefiram alimentos com maiores valores de energia por serem mais gordurosos, a FPCMS, ao contrario da FVA, foi produzida por técnicas de cozimento sem óleo, e isso pode ter influenciado em seu aroma e sabor, mesmo após a adição de palatilizantes (Zaghini et al., 2005; Koppel, 2014)

Alguns autores afirmam que a palatabilidade pode garantir o sucesso de um experimento ou demonstrar melhorias a serem feitas no processo, pois muitos fatores podem afetar a palatabilidade de um alimento tais como, temperatura ambiente, forma física e tamanho dos grãos, palatilizante utilizado, alimentação individual ou em grupo, socialização dos animais, entre outros. Por esta razão deve-se ficar atento à qualidade do alimento, às condições apropriadas pra o desenvolvimento do teste e o palatilizante a ser utilizado, e se tudo isso irá contribuir para uma melhor palatabilidade. (Butolo, 2010; Koppel et al., 2015).

## 5. Conclusões

Diante do exposto, pôde-se concluir que a farinha de carne mecanicamente separada de peixe (FPCMS) caracterizada como *low ash* contem níveis de composição equivalentes ou até mais elevados de proteína bruta, lipídeos, ácidos graxos e aminoácidos, e níveis mais baixos de minerais quando comparada aos ingredientes convencionais utilizados na alimentação de animais de companhia.

O modelo de GAB, através de isotermas de sorção, é recomendado para avaliar o comportamento da umidade de equilíbrio e atividade de água de farinhas de origem animal, bem como estimar umidades ideais assegurando a qualidade do ingrediente.

A digestibilidade do alimento com FPCMS é superior aos demais avaliados apresentando valores de 800,6g/kg de MS, 845,3g/kg de MO, 883,7g/kg de PB e 580,5g/kg

de VB, indicando que embora não haja parâmetros comparativos de farinha de carne mecanicamente separada de peixe utilizada na nutrição de animais de companhia na literatura, este ingrediente se tornou um bom substituto para as farinhas convencionais, podendo ser utilizada em formulações para felinos domésticos em manutenção, apresentando resultados satisfatórios assim como os ingredientes convencionais utilizados.

A técnica empregada na produção da FPCMS e o palatabilizante utilizado podem ter sido fatores determinantes no resultado da menor palatabilidade deste tratamento.

## **6. Referências Bibliográficas**

ABINPET. 2017. Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de estimação. Manual Pet Food Brasil. Ed. 9. São Paulo. Brasil.

Aldrich, G. 2004. USA poultry meal: quality issues and concerns in pet foods. Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. Anais: Alltech's Twentieth Annual Symposium. p.467-474.

Aldrich, G. 2006. Rendered Products In Pet Food. Essential rendering all about the animal by-products industry. Ed. 1. p.159-178.

AAFCO - Association of American Food Control Officials. 2011. Dog and cat food substantiation methods. Official Publication of the Association of American Feed Control Officials Incorporated, Oxford, USA.

AOAC - Association of official analytical chemists international. 1995. Official methods of analysis. Ed 16. Arlington.

Beuchat, L. R., Komitopoulou, E., Beckers, H., Betts, R. P., Bourdichon, F., Fanning, S. Joosten, H. M., Kuile, B. H. T. 2013. Low-Water Activity Foods: Increased Concern as Vehicles of Foodborne Pathogens. Journal of Food Protection, Vol.76, no.1, 2013, p.150-172.

Bosch, G., Zhang, S. Oonincx, D. G. A. B., Hendriks, W. H. 2014. Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. Journal of Nutritional Science,

vol. 3, p.1-4.

Burns, R. A.; Lefavre, M. H.; Milner, J. A. 1982. Effects of dietary protein quantity and quality on the growth of dogs and rats. *J. Nutr.*, v.112, n.10, p.1843-53.

Butolo, J.E., 2010. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas: Colégio Brasileiro de Alimentação Animal, 2ª ed, 430 p.

Carciofi, A. C. 2008a. Fontes de proteína e carboidratos para cães e gatos - *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 37, suplemento especial p.28-41.

Carciofi, A. C. 2008b. IV Curso Teórico Prático sobre Nutrição de Cães e Gatos “Uma Visão Industrial” FCAV - Unesp Jaboticabal., p.79.

Carciofi, A. C. e Jeremias, J. T. 2010. Progresso científico sobre nutrição de animais de companhia na primeira década do século XXI. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 39, suplemento especial p.35-41.

Chambo, A. P. S. 2018. Aproveitamento do resíduo de filetagem da tilápia do nilo para produção de farinhas com potencial aplicação na alimentação humana. Tese de doutorado – Universidade Estadual de Maringá – PR.

Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. 2009. São Paulo: Sindirações, 3.ed

Corrêa, P. C., Júnior, P. C. A., Ribeiro, D. M., Silva, F. S. 2006. Equilíbrio higroscópico de milho, alpiste e painço: Obtenção e modelagem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.1, p.162–167.

Costa, J. F., Nogueira, R. I., Freitas-Sá, D. G. C., Freitas, S. P. 2016. Utilização de carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia na elaboração de farinha com alto valor nutricional. *Boletim do Instituto de Pesca* vol.42(3) p.548-565. São Paulo-SP.

Dust, J.M., Grieshop, C. M., Parsons, C. M., Karr-Lilienthal, L. K., Schasteen, C. S., Quigley, J. D., Merchen, N. R., Fahey Jr, G. C. 2005. Chemical composition, protein quality, palatability, and digestibility of alternative protein sources for dogs.

- American Society of Animal Science. Vol.83, p.2414–2422.
- Fadini, A. L., Silva, P. M. P., Jardim, D. C. P., Vissoto, F. Z., Queiroz, M. B., Giovani Batista, G. 2006. Isotermas de sorção de umidade e estudo de estabilidade de macadâmias drageadas. *Brazilian Journal of Food Technology*. vol. 9, n.2, p.83- 88.
- FEDIAF. 2016. European Pet Food Industry Federation. Nutritional Guidelines For Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs.
- Fellows, P. J. (2006). *Tecnologia do processamento de alimentos. Princípios e práticas*. (2th ed). Artmed, Porto Alegre.
- Figueiredo, I. L., Claus, T., Junior, O. Almeida, V. Magnon, T., Visentainer, J. V. 2016. Fast derivatization of fatty acids in different meat samples for gas chromatography analysis, *Journal of Chromatography*.
- França, J., Saad, F. M. O. B., Saad, C. E. P., Silva, R. C., Reis, J. S. 2011. Avaliação de ingredientes convencionais e alternativos em rações de cães e gatos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 40, suplemento especial. p.222-231.
- IANFES - International Association of Milk, Food and Environmental Sanitarians. 1997. Guia de procedimento para Implantação do Método de Análise de Perigos em Pontos Críticos de Controle (APPCC). São Paulo - SP, consultoria em alimentação.
- Instituto Adolfo Lutz. 1985. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos. São Paulo. 3°. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 533p.
- Koppel, K. 2014. Sensory analysis of pet foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture* vol. 94, p.2148–2153.
- Koppel, K; Aldrich, G. C. 2015. Pet food palatability evaluation: a review of standard assay techniques and interpretation of results with a primary focus on limitations. *Journal Animals* Ed 5. p43-55.
- Kurozawa, L.E., El-Aouar, A. A., Murr, F. E. X. 2005. Obtenção de isotermas de

- dessorção de cogumelo *in natura* e desidratado osmoticamente. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos vol. 25(4) p.828-834. Campinas-SP.
- NRC. 2006. Nutrient requirements of dogs and cats. In: N. R. Council (ed.). p.398. The National Academy, Whashington, DC.
- Nunes, E.S.C.L., Bittencourt, R.H.F.P.M., Silva, M.C., Mársico, E.T., Franco, R.M., 2013. Avaliação da qualidade do camarão salgado seco (aviú) e da farinha de peixe (piracuí) comercializados em mercados varejistas da cidade de Belém, Pará. Revista Instituto Adolfo Lutz, 72, 147-54.
- Peleg, M., 1993. Assessment of a semi-empirical four parameter general model for sigmoid moisture sorption isotherms. Journal of Food Process Engineering. vol.16, p.21-37.
- Pena, R. S., Ribeiro, C.C., Grandi, J. G. (2000). Aplicação de modelos matemáticos bi e triparamétricos na predição de isotermas de adsorção de umidade de guaraná (*Paullinia Cupuna*) em pó. Ciência e Tecnologia de alimentos, 20, 8-11.
- Petenucci, M. E., Stevanato, F. B., Morais, D. R., Santos, L. P., Souza, N. E., Visentainer, J. V. 2010. Composition and lipid stability of tilapia fishbone flour. Rev. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 34, n. 5, p. 1279-1284.
- Silva, D. J.; Queiroz, A. C. 2005. Food analysis: chemical and biological methods. Ed 3. Viçosa - UFV, p.235.
- Uana, M. S. 2018. Avaliação da estabilidade oxidativa e isotermas de adsorção em *pet food*. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual de Maringá – PR.
- Vasconcellos, R. S., Carciofi, A. C. 2009. Formulação de alimentos com base em nutrientes digestíveis para cães e gatos. I Congresso Internacional sobre Nutrição de Cães e Gatos e VII Simpósio sobre Nutrição de Animais de Companhia.
- While, S.G., Skrede, A; Ahlstrøm, O, Hove, K. 2005. Comparative apparent total tract digestibility of major nutrients and amino acids in dogs (*Canis familiaris*), blue foxes

- (*Alopex lagopus*) and mink (*Mustela vison*). *Rev. Animal Science*, vol 81. p.141-148.
- Vidal, J.M.A., Rodrigues, M.C.P., Zapata, J.F.F., Vieira, J.M.M., 2011. Concentrado protéico de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial. *Revista Ciências Agrônômicas*, vol. 42, p.92-99.
- Vidotti, R. M. e Gonçalves, G. S., 2006. Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal. Artigo disponibilizado online em: [http://www.pesca.sp.gov.br/producao\\_caracterizacao.pdf](http://www.pesca.sp.gov.br/producao_caracterizacao.pdf) acessado em 10 de outubro de 2018.
- Wani, S. A., & Kumar, P. 2016. Moisture sorption isotherms and evaluation of quality changes in extruded snacks during storage. *Food Science and Technology*, vol.74. p.448-455.
- Yamka, R. M., Jamikorn, U., True, A. D., Harmon, D. L. 2003. Evaluation of low-ash poultry meal as a protein source in canine foods. *American Society of Animal Science*. Vol 81, p.2279–2284
- Yogendrarajah, P., Samapundo, S., Devlieghere, F., De Saeger, S., De Meulenaer, B. (2015). Moisture sorption isotherms and thermodynamic properties of whole black peppercorns (*Piper nigrum* L.). *Food Science and Technology*, vol.64. p.177-188.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que podemos entender com os parâmetros avaliados no presente estudo é que há ainda a necessidade de outros testes de digestibilidade e palatabilidade de alimentos com inclusão de farinha de carne mecanicamente separada de peixe.

Há a possibilidade de testarem-se outros palatabilizantes ou níveis de inclusão diferentes visto que a FPCMS se apresenta mais gordurosa que as demais farinhas, mesmo as dietas tendo apresentado níveis iguais de inclusão e parâmetros físico-químicos semelhantes.

Os valores encontrados neste estudo comprovam que apesar de ainda serem necessários estudos sobre a farinha de carne mecanicamente separada de peixe, ela se mostrou um ingrediente de alta qualidade proteica e de alta digestibilidade, e embora a palatabilidade não tenha sido satisfatória, a partir de ajustes na formulação ela poderá, em curto prazo, substituir algumas farinhas convencionais e *low ash* utilizadas nas formulações atuais.