

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO FARELO DE TRIGO PARA GATOS

Ludmila Barbi Trindade

Belo Horizonte
Escola de Veterinária - UFMG

2015

Ludmila Barbi Trindade

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO FARELO DE TRIGO PARA GATOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para Obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição Animal

Orientador: Prof. Dr. Walter Motta Ferreira

Co-orientador: Prof. Dr. Leonardo Bôscoli Lara

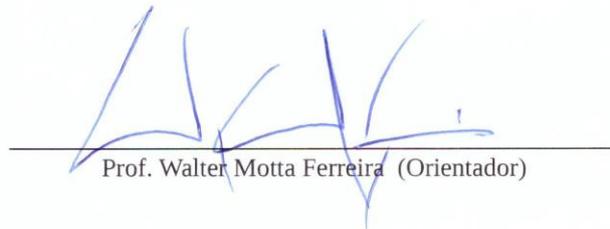
T833a Trindade, Ludmila Barbi, 1987-
Avaliação nutricional do farelo de trigo para gatos / Ludmila Barbi Trindade. – 2015.
59 p. : il.

Orientador: Walter Motta Ferreira
Co-orientador: Leonardo Bôscoli Lara
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.
Inclui bibliografia

1. Gato – Alimentação e rações – Teses. 2. Nutrição – Avaliação – Teses. 3. Farelo de trigo – Teses. 4. Dieta em veterinária – Teses. 5. Digestibilidade – Teses. I. Ferreira, Walter Motta. II. Lara, Leonardo Bôscoli. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. IV. Título.

CDD – 636. 808 5

Dissertação defendida e aprovada em 27/04/2015 pela Comissão Examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof. Walter Motta Ferreira (Orientador)



Prof. Leonardo Bôscoli Lara (Co-Orientador)



Prof. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Marcos e Denise, e a minha irmã Priscila, por serem a base da minha formação, por estarem sempre presentes e nunca medirem esforços para meu crescimento. Aos demais familiares, e especialmente as minhas filhas de quatro patas, Mel e Miu, as grandes incentivadoras da minha escolha profissional. A todos animais, seres evoluídos, capazes de amar seu semelhante de uma maneira incompreendida pelo homem.

Ao prof^o. Walter Motta Ferreira, pela orientação, pelos ensinamentos e lições de vida. Por ser sempre presente e solícito.

Ao meu co-orientador Leonardo Bôscoli Lara, pelos ensinamentos e incentivo, por acreditar no meu potencial, por se tornar um amigo e conselheiro.

A prof^a Flávia Saad por ter cedido o espaço e animais para realização do experimento. Por ser uma fonte de inspiração como pesquisadora e motivadora da nutrição de animais de estimação. Aos seus alunos da UFLA e membros do NENAC (Núcleo de Estudos em Nutrição de Animais de Companhia), em especial à doutoranda Karen Lisenko, por terem me ajudado na condução do experimento, e por me receberem de braços abertos.

Ao Gláucio e a GMG consultoria pela doação dos ingredientes para formulação das dietas.

Aos meus amigos da pós-graduação: Katiuscia, Felipe, Clarice, Leo, Martolino, Thiago, Diogo, Ana Paula, Maíne, Nayarinha, Érika e aos demais, por serem os melhores colegas de trabalho que alguém poderia ter.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição: Toninho e Fabiana. Ao Danilo pela realização das análises estatísticas.

Aos professores da UFMG, a Escola de Veterinária, ao colegiado de Pós-Graduação e aos seus funcionários, pelo suporte.

A fundação de amparo à pesquisa pela bolsa de mestrado a qual viabilizou a dedicação a este experimento.

Ao Thomé meu companheiro, por ser paciente e por compreender a importância da conclusão desta etapa em minha vida.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse projeto.

SUMÁRIO

RESUMO	10
INTRODUÇÃO GERAL.....	12
CAPITULO I	14
REVISÃO DE LITERATURA.....	14
1. O metabolismo e a inclusão de carboidratos na dieta dos gatos domésticos (Felis catus)	14
2. Caracterizações do Farelo de Trigo	15
4.Métodos experimentais para avaliação de alimentos	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO FARELO DE TRIGO PARA GATOS.....	24
RESUMO	24
ABSTRACT.....	25
1. Introdução	26
2. Material e Métodos	26
2. 1. Animais.....	27
2.2. Metodologia experimental.....	27
2.3. Dietas experimentai.....	28
2.4. Análises Laboratoriais.....	30
3. Metodologia dos cálculos.....	31
3. 1. Cálculos dos coeficientes de digestibilidade e Energia Metabolizável de dietas com níveis crescentes de farelo de trigo para gato.....	31
3.2. Cálculos da energia metabolizável e dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes do farelo de trigo para gatos determinados pelos métodos de substituição e de regressão.....	32
4. Análises estatísticas	34
5. Resultados e Discussão	34
5. 1. Avaliação dos coeficientes de digestibilidade e Energia Metabolizável de dietas com níveis crescentes de farelo de trigo para gatos.....	34
5.2. Comparação da energia metabolizável e dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes do farelo de trigo para gatos determinados pelos métodos de substituição e de regressã.....	43
6. Conclusões	46
7. Referências Bibliográficas	47

CAPÍTULO III.....	50
EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DA PROTEÍNA DIGESTÍVEL, ENERGIA DIGESTÍVEL E DA ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE DE DIETAS CONTENDO FARELO DE TRIGO PARA GATOS.....	50
RESUMO	50
ABSTRACT.....	51
1. Introdução	52
2. Material e métodos.....	53
3. Resultados e Discussão.....	55
4. Conclusão.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição Bromatológica do Farelo de Trigo (FT) de acordo com diferentes autores.....	16
Tabela 2. Fórmula calculada das dietas. Valores sobre a matéria Natural.....	28
Tabela 3. Composição química analisada das dietas experimentais.....	29
Tabela 4. Composição química analisada do farelo de trigo.....	30
Tabela 5. Cálculo da correção dos níveis de inclusão do farelo de trigo nas dietas testes de acordo com Villamide (1996).....	33
Tabela 6. Consumo e produção fecal diária das dietas, ganho médio de peso dos animais por período e escore fecal das dietas.....	34
Tabela 7. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, coeficiente da metabolizabilidade da energia e energia metabolizável aparente das dietas experimentais. E análise de regressão polinomial dos coeficientes de digestibilidade aparente dos mesmos nutrientes e da energia metabolizável das dietas experimentais, em relação à inclusão de farelo de trigo.....	37
Tabela 8. Digestibilidade Aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e energia metabolizável (EM) do farelo de trigo para gatos do farelo de trigo em cada dieta teste, determinados pelo método de substituição.....	44
Tabela 9. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e energia metabolizável (EMA) do farelo de trigo para gatos, determinados pelo método de regressão.....	45
Tabela 10. Composição química analisada das dietas experimentais.....	54
Tabela 11. Valores médios calculados da proteína e energia digestível das dietas experimentais.....	55
Tabela 12. Equações lineares simples, coeficientes de determinação (R^2) para a estimativa do conteúdo em proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EMA), em função dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) na matéria seca, em dietas para gatos.....	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Relação entre porcentagem de inclusão e coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS) de dietas contendo teores crescentes de farelo de trigo.....	38
Figura 2. Relação entre porcentagem de inclusão e coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria orgânica (MO) de dietas contendo teores crescentes de farelo de trigo.	39
Figura 3. Relação entre porcentagem de inclusão e coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta (PB) de dietas contendo teores crescentes de farelo de trigo.	39
Figura 4. Relação entre porcentagem de inclusão e coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) do extrato etéreo em hidrólise ácida (EE) de dietas contendo teores crescentes de farelo de trigo.....	40
Figura 5. Relação entre porcentagem de inclusão e coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da fibra em detergente neutro (FDN) de dietas contendo teores crescentes de farelo de trigo.....	40
Figura 6. Relação entre porcentagem de inclusão e coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da fibra em detergente ácido (FDA) de dietas contendo teores crescentes de farelo de trigo.....	41
Figura 7. Relação entre porcentagem de inclusão e energia metabolizável aparente (EMA) de dietas contendo teores crescentes de farelo de trigo.....	41

LISTA DE FOTOS

Foto 1 e 2. Detalhes do escore fecal das dietas experimentais. Fezes de um animal que consumiu a dieta controle (esq) e fezes de um animal que consumiu a dieta com 15% de inclusão de farelo de trigo (dir). (Fonte: Arquivo pessoal).....	36
Foto 3 e 4. Detalhes do escore fecal das dietas experimentais. Fezes de um animal que consumiu a dieta com 30% FT (esq) e fezes de um animal que consumiu a dieta com 45% de inclusão de farelo de trigo (dir). (Fonte: Arquivo pessoal).....	36

LISTA DE ABREVIATURAS

Ca: Cálcio;
CDA: Coeficiente de digestibilidade aparente;
CDAEB: Coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta;
CDAEE: Coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo;
CDAFDN: Coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro;
CDAFDA: Coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente ácido;
CDAMO: Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica;
CDAMS: Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca;
CDAPB: Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta;
CME: Coeficiente metabolizabilidade da energia;
DC: Dieta controle;
DT: Dieta Teste;
EB: Energia bruta;
ED: Energia digestível;
EE: Extrato etéreo;
EMA: Energia Metabolizável Aparente;
FDA: Fibra em detergente ácido;
FDN: Fibra em detergente neutro;
FT: Farelo de trigo
g: Grama;
Kg: Kilograma;
mg: Miligrama;
MO: Matéria orgânica;
MN: Matéria natural;
MS: Matéria seca;
P: Fósforo;
PB: Proteína bruta;
PD: Proteína digestível;
UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais.

RESUMO

O presente estudo teve por objetivos avaliar o farelo de trigo (FT) para gatos adultos a partir de dietas extrusadas contendo níveis crescentes de farelo de trigo, 15, 30 e 45%, em substituição a uma dieta controle. Com os valores encontrados de digestibilidade e energia metabolizável dessas dietas, foram calculados os valores da digestibilidade e da metabolizabilidade do farelo de trigo, para esta espécie, por meio dos métodos de substituição e de regressão. Gatos adultos foram alimentados com uma dieta isenta de FT (dieta controle) e com dietas testes com inclusões de 15, 30 e 45% de FT em substituição aos macro ingredientes da dieta controle. O delineamento experimental escolhido foi o duplo quadrado latino, quatro por quatro, sendo dois animais por tratamento por período, totalizando oito repetições por tratamento. A utilização de FT reduziu a digestibilidade da matéria seca (MS), Matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) e energia metabolizável (EM) das dietas ($p < 0,05$), porém não prejudicou de forma pronunciada a digestibilidade da PB e do EE ($p > 0,05$) quando utilizada inclusão de 15% para PB, e até 30% para EE. A alta porcentagem de fibra dietética total do FT, por ser de baixa solubilidade e fermentabilidade, pode justificar a redução na digestibilidade e na EM das dietas. De posse dos valores médios dos coeficientes de digestibilidade e EM das dietas avaliadas, foram determinados as digestibilidades aparentes de cada nutriente do farelo de trigo, determinados pelos métodos de substituição e regressão. Por fim, foi realizado um estudo de correlação, por análise de regressão linear múltipla, entre a composição química das dietas experimentais e os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, a fim de determinar a PD, ED e EMA para dietas contendo FT para gatos. As equações de predição com apenas uma variável dependente analisada, já apresentaram significância ($p < 0,0001$) e R^2 altos, sugerem que é possível estimar a PD, ED e EMA de dietas contendo farelo de trigo para gato através da determinação de apenas um componente químico da dieta. Concluiu-se que o FT é um ingrediente de baixo valor energético, com restrição na utilização em rações para gatos e a inclusão de 15% do ingrediente é a que apresenta menor interferência sobre a digestibilidade de alimentos destinados a gatos adultos.

PALAVRAS-CHAVE: animais de companhia, digestibilidade, energia metabolizável, fibra dietética, equações de predição

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the wheat bran for adult cats from extruded diets containing increasing levels of wheat bran, 15, 30 and 45%, replacing a control diet. Using the digestibility and metabolizable energy obtained values for each diet, were calculated the digestibility and metabolizable wheat bran values, for the specie, through substitution and regression methods. Adult cats were fed with free FT diet (control diet) and test diets including 15, 30 and 45% FT in substitution for macro ingredients of the control diet. The chosen experimental design was a double Latin square, four by four, with two animals per treatment period, totaling eight replicates per treatment. The use of FT reduced the digestibility of MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, EM of diets ($p < 0.05$), however, it did not show a pronounced impair on the digestibility of PB, EE ($p > 0.05$) when included 15% PB, and up to 30% EE. The high percentage of total dietary fiber FT has low solubility and fermentability, which can justify digestibility and EM reduction on diets. With the average values of digestibility coefficients and EM on evaluated diets, were determined the digestibility of each wheat bran nutrient for test diets, determined by substitution and regression methods. Finally, a correlation study was conducted, through the analysis of multiple linear regression between the chemical composition of the experimental diets and the coefficients of apparent digestibility of the nutrients, in order to determine the PD, ED and EMA from diets for cats containing FT. The prediction equations with only one dependent variable analyzed, were significant ($p < 0.0001$) and showed high R^2 , suggesting that is possible to estimate the PD, ED and EMA from diets containing wheat bran for cat by determining only one chemical component of the diet. We concluded that the FT is a low energy ingredient, with restricted use on cat's diets and the inclusion of 15% of this ingredient shows less interference on digestibility of food for adult cats.

KEY WORDS: pets, digestibility, metabolizable energy, dietary fiber, prediction equations

INTRODUÇÃO GERAL

A oferta de alimentos completos comercializados para gatos domésticos (*Felis silvestris catus*) é cada vez maior nas prateleiras dos *pets shops* do país, resultado de uma popularização desse felino como animal de companhia nas últimas décadas. Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Produtos para Animais de Estimação (Abinpet), em 2013, o setor *pet food* produziu 2,3 milhões de toneladas, sendo que mais de 200 mil toneladas desses alimentos foram produzidas para gatos.

A grande segmentação de produtos e a competitividade das indústrias gerou a necessidade de busca por matérias-primas que tenham bom valor nutricional, boa digestibilidade e um bom custo benefício. Desta maneira, é essencial conhecer a composição e o valor nutricional dos subprodutos agroindustriais disponíveis para formulação de rações, já que o principal objetivo no cálculo de dietas é aportar todos os nutrientes exigidos pelos animais ao menor custo e menor desperdício de nutrientes possível, na tentativa de minimizar o impacto econômico e ambiental (Ferreira *et al.*, 2006).

O uso do farelo de trigo em alimentos completos para gatos adultos se tornou interessante para as indústrias *pet food* do país por suprir as necessidades energéticas das dietas, com menor custo de produção. No Brasil, cerca de 10 milhões de toneladas de trigo são beneficiadas por ano, sendo 75% deste total é destinado à fabricação de farinha, enquanto que o restante é comercializado como farelo de trigo (Associação Brasileira da Indústria do Trigo, 2012).

Rico em fibras dietéticas, o farelo de trigo apresenta em sua composição cerca de 40% de FDN (Blas *et al.*, 2003), fator que pode ser limitante na inclusão do farelo de trigo em dietas para gatos. Porém pode também ser uma alternativa interessante em alimentos nos quais se deseja restrição calórica, já que as fibras provocam a diluição e a diminuição da absorção dos nutrientes da dieta.

Valores obtidos em ensaios *in vivo*, são considerados os mais adequados para determinação da inclusão de um alimento ou fornecimento de uma dieta para animais. Determinar a digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima é o primeiro aspecto a ser considerado quando se deseja avaliar seu potencial de utilização (CHO, 1987). Ingredientes com semelhantes composições químicas podem apresentar coeficientes de digestibilidade diferentes, e diferentes espécies animais aproveitam de forma distinta os alimentos, sendo

essa variação quantificada por meio da determinação dos coeficientes de digestibilidade (Andrigueto *et al.*, 1981).

Quando se deseja avaliar a digestibilidade do ingrediente e não da ração total, dois métodos são comumente utilizados: o método de substituição, que utiliza uma dieta controle e uma dieta teste e o método de regressão, que utiliza uma dieta controle e o alimento-teste é adicionado a esta em concentrações crescentes, estabelecendo-se relação entre os percentuais de digestibilidade do alimento-teste nas dietas e sua contribuição percentual nas mesmas (Fan e Sauer, 1995).

Nesse contexto, experimentos que determinam a digestibilidade e energia metabolizável de subprodutos de origem vegetal como o farelo de trigo para gatos são importantes, pois podem fornecer informações valiosas na quantidade adequada a ser utilizada, sem prejudicar a digestibilidade e qualidade da dieta comercializada. Os proprietários estão mais exigentes, e procuram por alimentos para seus *pets* que além de satisfazer as necessidades nutricionais, diminuam a quantidade e odor das fezes, promovam saúde e longevidade.

Diante do exposto, esta pesquisa teve por objetivos avaliar o farelo de trigo para gatos adultos a partir de dietas extrusadas contendo níveis crescentes de farelo de trigo, 15, 30 e 45%, em substituição a uma dieta controle. Com os valores encontrados de digestibilidade e energia metabolizável dessas dietas, foram calculados os valores da digestibilidade e da metabolizabilidade do farelo de trigo, para esta espécie, por meio dos métodos de substituição e de regressão. Além disto também se estimou, por meio de equações de regressão linear múltipla, os conteúdos de proteína digestível, energia digestível e energia metabolizável aparente, a partir da composição química dietética das dietas contendo farelo de trigo.

CAPITULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1. *O metabolismo e a inclusão de carboidratos na dieta dos gatos domésticos (Felis catus)*

A ausência de amilase salivar, a presença dos dentes caninos, o estômago bastante desenvolvido com pH ácido, e intestinos delgado e grosso curtos, são algumas características que evidenciam que os gatos domésticos pertencem a ordem carnívora.

Dessa forma, possuem um metabolismo particular de energia e glicose, com menor capacidade de fermentação e aproveitamento de carboidratos (Saad e França, 2013). Assim, para manter normal a concentração de glicose sanguínea, os carnívoros utilizam aminoácidos gliconeogênicos como principal fonte de glicose.

Semelhante aos ruminantes, os carnívoros mantêm uma taxa constante de gliconeogênese, com um lento aumento desta logo após a alimentação. Uma vez que sua habilidade para conservar aminoácidos para a manutenção dos níveis de glicose no sangue é uma vantagem adaptativa. A alta atividade enzimática, principalmente da fosfoenolpiruvato carboxilase, no fígado dos gatos, indica que os aminoácidos gliconeogênicos da dieta são prontamente desaminados e convertidos em glicose, ao invés de serem oxidado diretamente para a energia (Morris e Rogers, 1982).

Após ser absorvida, a glicose precisa ser fosforilada a glicose-6-fosfato antes de ser metabolizada. Existem duas principais enzimas capazes de catalisar esta reação no fígado: glicoquinase e hexoquinase. A primeira age quando altas quantias de glicose chegam pela veia porta, e a segunda é ativada quando pequenos níveis de glicose são direcionados ao fígado (Ballard, 1965). Como carnívoros, gatos deveriam ingerir dietas praticamente isentas de carboidratos, assim, a hexoquinase é mais ativa nessa espécie. Porém dietas livres de carboidratos já não são mais uma realidade para boa parte dos gatos domiciliados.

Cereais como trigo, cevada, aveia, arroz, centeio, milho e sorgo são boas fonte de energia com menor custo, assim, subprodutos desses grãos foram acrescentados nos alimentos completos para gatos.

A principal porção do carboidrato proveniente dessas dietas é o amido (carboidrato não-estrutural) presentes no endosperma amiláceo dos grãos. O processo de extrusão das dietas comercializadas para cães e gatos, garante o cozimento do amido, e dessa forma, ele se torna mais digestível para os gatos. E é a amilase pancreática é a enzima envolvida na digestão do amido em cães e gatos (Case *et al.*, 2011).

A moagem de cereais separa suas camadas, e as partes mais externas dão origem ao farelo, rico em polissacarídeos, celulose e hemicelulose (carboidratos estruturais), generalizados como fibras. Entre suas moléculas de glicose ocorrem ligações do tipo β , que não permitem hidrólise das enzimas do trato digestivo de animais superiores.

A inclusão de fibras em níveis adequados é necessária para funcionamento e manutenção da saúde do trato gastrointestinal. Sob o ponto de vista nutricional, químico e físico a fibra pode ser agrupada em duas grandes subclasses, fibra solúvel e insolúvel, as quais proporcionam efeitos distintos sobre o trato gastrintestinal em relação aos processos digestivo e absorptivo (Burkhalter *et al.*, 2001).

Fibras insolúveis como celulose, hemicelulose e lignina integram os componentes não-viscosos e, em geral, são pouco fermentadas quando alcançam o cólon. Entretanto são importantes para formação do bolo fecal, contribuem com a saciedade, e regulam o trânsito intestinal.

Por outro lado, fibras solúveis gelificam o bolo alimentar, sendo responsáveis por reduzir a taxa de passagem de nutrientes para o lúmen no intestino delgado, por meio da diminuição no esvaziamento gástrico. A fermentação da porção fibrosa por bactérias do intestino produz ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), os quais servem de fonte energética para os colonócitos, células da mucosa intestinal (Kritchevsky, 1988).

2. Caracterizações do Farelo de Trigo

O trigo (*Triticum spp.*) é o cereal com maior volume de produção mundial, gerando como principal produto a farinha de trigo, consagrada na alimentação humana como fonte de energia. No Brasil cerca de 10 milhões de toneladas de trigo são beneficiadas por ano, cerca de 75% deste total é destinado à fabricação de farinha, e o restante é comercializado como farelo de trigo (Associação Brasileira da Indústria do Trigo, 2012).

Do beneficiamento deste cereal são obtidos basicamente três partes principais: o endosperma, casca e o germe. O endosperma, rico em amido, submetido à moagem, quebra-se em partículas cada vez menores à medida que se aumenta a pressão, produzindo a farinha. Já a casca e o germe fragmentam-se menos, e peneirados, constituem o farelo de trigo, amplamente utilizado na alimentação animal. No processamento do trigo, obtém-se cerca de 77% de farinha e 23% de farelo.

A composição do farelo de trigo (FT) está na Tabela 1. Apresenta boa concentração de proteína bruta (15,62%), entretanto seu principal componente é a fibra, que pode chegar a quase 45% de FDN na matéria natural. Este teor de FDN do farelo de trigo é o principal fator limitante para sua inclusão em dietas para monogástricos de ceco simples (Blas *et al.*, 2003).

Tabela 1. Composição Bromatológica do Farelo de Trigo (FT) de acordo com diferentes autores

Referência	MS %	EB (Kcal/g)	PB %	FB %	EE %	Ca %	P %
Rostagno (2000)	88,38	3914	15,62	9,5	3,5	0,14	0,97
Nunes (2001)	88,60	4020	15,51	10,22	2,51	-	-
Generoso (2008)	87,05	3892	15,12	8,9	3,54	3,54	0,9

¹ Valores expressos na MN

O farelo de trigo é composto por polissacarídeos não-amiláceos (PNAs), principalmente arabinoxilanas (36,5%), mas contêm também celulose, lignina e ácidos urônicos. (Maes *et al.*, 2004). As enzimas endógenas dos animais não ruminantes não são capazes de degradar essas últimas frações fibrosas citadas. Estes elementos modificam a digestibilidade, o tempo de permanência e a viscosidade no trato digestivo. O uso de enzimas exógenas e o processamento dos alimentos podem reduzir os efeitos negativos causados pelos polissacarídeos não-amiláceos.

As arabinoxilanas do farelo de trigo apresentam conhecida propriedade de reter água e promover a viscosidade em soluções (Schooneveld-Bergmans *et al.*, 1999). O aumento da viscosidade da digesta no trato digestório pode alterar a morfologia e a fisiologia entérica, modificando a taxa de trânsito e desregulando a função hormonal, em virtude de uma taxa variada de absorção de nutrientes.

De acordo com o NRC (2006), o farelo de trigo é fonte de fibra não fermentável e não viscosa que provoca aumento de volume e umidade fecal. Entretanto, diversos autores comprovaram que ocorre no intestino grosso uma fermentação anaeróbica de alguns polissacarídeos não-amiláceos, com produção de AGCC: acetato, butirato e propionato.

Possuem também beta glucanas, polissacarídeos não amiláceos, conhecidos por sua ação benéfica sobre colesterol e os níveis de glicose no sangue, bem como imunomoduladores. Muito poucos imunomoduladores naturais foram descobertos e o que eles costumam fazer é regular de forma eficaz o sistema imunológico hiperativo ou hipoativo de volta a um estado mais equilibrado. Além disso, aumenta a quantidade de células brancas do sangue, parte integrante do sistema imune inato, e assim, mobiliza bilhões de células imunes inatas que fazem parte das defesas naturais do organismo.

3. Influências da fibra dietética sobre a digestibilidade

Inicialmente considerada indesejável na dieta de cães e gatos, a fibra só era utilizada na alimentação de monogástricos herbívoros. Mas diversos estudos já comprovam a importância da inclusão de fibra para saúde e auxílio no trânsito intestinal dessas espécies. A inclusão adequada de fibras à ração de animais de companhia é importante para que haja suprimento de matéria orgânica para o intestino grosso, sem o que ocorram efeitos negativos na digestão pós-ileal.

Existe grande relação entre a digestibilidade dos nutrientes e o tipo e nível de fibra da dieta; à medida que aumenta a sua inclusão a digestibilidade da matéria seca (MS) diminui. Fekete et al. (2004), em um experimento com gatos adultos, compararam fontes de fibras solúveis como a polpa de beterraba e insolúveis como a alfafa e casca de amendoim, em inclusões de 10% na MS. Verificaram que os coeficientes de digestibilidade da MS, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) não foram prejudicados com uso da polpa. Em contrapartida, alfafa e casca de amendoim diminuíram todos os coeficientes, sendo os valores da casca piores.

Para Muir et al. (1996), a digestibilidade aparente e verdadeira da gordura, do amido e da energia não é afetada pelo tipo de fibra no alimento. Porém a da proteína é, já que a

fermentação microbiana intestinal aumenta o nitrogênio fecal, sendo importante determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira da PB nesses casos.

A fibra dietética também é capaz de afetar a disponibilidade de minerais da dieta. Isto porque a ingestão contínua de componentes da parede celular de vegetais causa alterações na absorção intestinal destes nutrientes devido à formação de fitatos, que os indisponibiliza, e ao aumento na taxa de passagem. Como consequências podem ocorrer problemas de pele, pelagem e unhas (Roque *et al.*, 2006).

Como ocorre fermentação microbiana dos polissacarídeos não-amiláceos do farelo e, com isso, uma produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e redução do pH, essa própria fermentação modifica a composição e a atividade metabólica da microflora intestinal (Carciofi, 2005).

O amido e fibra dietética podem ser degradados principalmente às hexoses pelas enzimas microbianas, sendo que a principal diferença na digestão destes carboidratos é o maior tempo necessário para degradar a fibra. Assim, independente do carboidrato dietético, as hexoses produzidas são metabolizadas pelas bactérias a AGCC e gases, os quais correspondem aos produtos finais da fermentação e representam o meio de recuperar o carboidrato não absorvido no intestino delgado.

Por meio deste mecanismo os AGCC fornecem energia às células do intestino grosso e estimulam a proliferação de enterócitos e colonócitos, sendo o butirato considerado o de maior importância para a mucosa, enquanto o propionato o menos relevante. Porém, o impacto da fermentação bacteriana no intestino depende da proporção relativa entre estes três ácidos (NRC, 2006). Além disso, de acordo Stevens e Hume (1995), os AGCC estimulam a absorção de água e eletrólitos, estando envolvidos na função osmorregulatória do intestino, pois como possuem característica aniônica estes ácidos aumentam a taxa de absorção de sódio e a combinação da absorção de AGCC e sódio no intestino grosso acarreta em maior absorção de água.

No entanto, as propriedades osmóticas e reabsortivas dos AGCC atuam de acordo com as concentrações destes ácidos. Se extremamente baixas ou altas pode-se esperar aumento no conteúdo de água fecal. Por outro lado, moderadas concentrações de AGCC, em geral, diminuem o conteúdo de água das fezes. Com relação às fibras insolúveis, estas possuem expressiva propriedade de reter água, provocando aumento do volume fecal e diminuindo o tempo de trânsito intestinal (Meyer e Tunland, 2001).

4. Métodos experimentais para avaliação de alimentos

Valores obtidos em ensaios *in vivo*, são considerados os mais adequados para determinação da inclusão de um alimento ou fornecimento de uma dieta para animais. A determinação do valor nutricional dos alimentos com base somente em sua composição química tem pouca validade. Os métodos *in vitro* podem ser úteis para direcionar o aproveitamento dos nutrientes, mas não proporcionam informações adequadas para utilização na formulação de rações (Kawauchi et al, 2011).

Determinar a digestibilidade dos nutrientes de uma matéria prima é o primeiro aspecto a ser considerado quando se deseja avaliar seu potencial de utilização (Cho, 1987). Ingredientes com semelhantes composições químicas podem apresentar coeficientes de digestibilidade diferentes. Além do mais, diferentes espécies animais aproveitam de forma distinta os alimentos, sendo essa variação quantificada por meio da determinação dos coeficientes de digestibilidade (Andrigueto et al., 1981).

Quando se deseja avaliar a digestibilidade do ingrediente e não da ração total, três métodos são descritos: método direto, com fornecimento apenas do alimento teste ao animal (Jorgensen et al., 1984); método de substituição, que utiliza uma dieta controle e uma dieta teste, sendo esta última composta pela dieta controle acrescida de porcentagem pré-determinada do alimento-teste (Matterson *et al.*, 1965); método de regressão, que utiliza uma dieta controle e o alimento-teste é adicionado a esta em concentrações crescentes, estabelecendo-se relação entre os percentuais de digestibilidade do alimento-teste nas dietas e sua contribuição percentual nas mesmas (Fan e Sauer, 1995).

Dependendo do método utilizado, podem-se obter coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e valores de EM distintos para um mesmo alimento. Além disso, as metodologias podem apresentar restrições em relação à aplicação prática das mesmas e/ou forma de interpretação dos resultados obtidos, dependendo das circunstâncias em que são utilizadas. Assim, quando na composição química do alimento a ser avaliado houver elevado teor de fibra, gordura ou mesmo este apresentar restrições relacionadas à sua palatabilidade, a opção pelo método direto não é aconselhável, sendo, neste caso, indicado o método de substituição (Fan e Sauer, 1995).

A avaliação dos resultados obtidos por meio do método de regressão fica condicionada ao ajuste dos dados a determinado modelo, sendo essencial considerar, neste caso, o coeficiente de determinação da equação. Além disso, a interpretação deve ser direcionada no sentido da resposta biológica e não de modo aritmético exclusivamente. Neste método, a composição e digestibilidade da dieta controle também são extremamente relevantes (Kawauchi et al, 2011).

Outra opção é incluir o alimento-teste em substituição a uma parte da dieta controle (Sibbald e Slinger, 1963), o que, segundo os autores, é mais adequado em relação a dietas purificadas ou semipurificadas. Pois a dieta controle contém ingredientes utilizados em formulações comerciais.

O método de Matterson (1965) foi primeiramente utilizado em aves e suínos, e trata-se de uma substituição fixa da dieta básica pelo ingrediente que se quer testar (40% é o valor mais comum). Porém Villamide et al, (1996), propõem uma maneira de contornar as interações que podem ocorrer entre os alimentos, ou quando se faz necessário a utilização de níveis baixos de inclusão do alimento teste ($< 20\%$), seria utilizar vários níveis de substituição da dieta básica e analisar os resultados por regressão simples ou múltipla para estimar os parâmetros de conteúdos energéticos desejados (Ferreira et al, 2006).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABINPET - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO. In. Institucional. Disponível em <http://abinpet.org.br/imprensa/noticias/abinpet-divulgadados-mercado-pet-2013/>. Acessado em 09/10/2014.

ABITRIGO-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO TRIGO. In. Institucional. Disponível em <http://abitrito.com.br/index.php?mpg=02.01.00>. Acessado em 22/11/2014.

ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J.S.; SOUZA, G.A.; BONA FILHO, A. **Nutrição Animal**. Paraná: Nobel, v.1, 4.ed., 1981. 395p.

BALLARD, F.J. **Glucose utilization in mammalian liver. Comparative Biochemistry And Physiology**, 1965. 14 (3) ,pp.437-443.

BLAS, C.; MATEOS, G.G.; REBOLLAR, P.G. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. 2.ed. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2003. 423p

BURKHALTER, T.M.; MERCHEN, N.R.; BAUER, L.L.; MURRAY, S.M.; PATIL, A.R.; BRENT, J.L.; FAHEY Jr., G.C. The ratio of insoluble to soluble fiber components in soybean hulls affects ileal and total-tract nutrient digestibilities and fecal characteristics of dogs. **The Journal of Nutrition**, v.131, p.1978-1985, 2001.

CARCIOFI, A.C. Emprego de fibras em alimentos para cães e gatos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 5., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2005, p.95-108.

CASE, L.P.; DARISTOTLE, L.; HAYEK, M.G.; RAASCH, M.F. **Canine and feline nutrition. A resource for companion animal professionals**. 3.ed. St. Louis: Mosby, 2011. 562p.

CHO, C.H. La energia em la nutricion de los peces. In: Nutrición em cuicultura II. Madrid-España: Espinosa de los Monteros, J. E Labarta, U., p. 197-237. 1987

FAN, M.Z.; SAUER, W.C. Determination of apparent ileal amino acid digestibility in peas for pigs with the direct, difference and regression methods. **Livestock Production Science**, v.44, p.61-72, 1995.

FEKETE, S.G.; HULLAR I.; ANDRASOFSZKYAND, E.; KELEMEN, F. Effect of different fibre types on the digestibility of nutrients in cats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, 2004, v. 88, n. 3/4, p. 138-142.

FERREIRA, W. M., SAAD, F., & PEREIRA, R. A. N. Fundamentos da Nutrição de coelhos. In: *CONGRESSO DE CUNICULTURA DAS AMÉRICAS 2006*. (Vol. 3).

GENEROSO, R. A. R., GOMES, P. C., ROSTAGNO, H. S., ALBINO, F. T., BARRETO, S. L. T., BRUMANO, G. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37(7), p. 1251-1256. 2008.

JORGENSEN, H; SAUER, W.C.; THACKER, P.A. Amino acid availabilities in soybean meal, sunflower meal, fish meal and meat bone meal fed to growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.58, n.4, p.926-934, 1984.

KAWAUCHI, I. M.; SAKOMURA, N. K.; VASCONCELLOS, R. S.; et al., Digestibility and metabolizable energy of maize gluten feed for dogs as measured by two different techniques. **Animal Feed Science and Technology**, 2011. v.169, p. 96– 103.

KRITCHEVSKY, D. Dietary fiber. **Annual Review of Nutrition**, v.8, p.301-328, 1988.

MAES, C.; VANGENEUGDEN, B.; e DELCOUR, J. A.. Relative activity of two endoxylanases towards water-unextractable arabinoxylans in wheat bran. **Journal of Cereal Science**, 39:181–186. 2004

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTUZ, N.W.; SINGSEN, E.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. p.3-11.

MEYER, D.; TUNGLAND, B. Non-digestible oligosaccharides and polysaccharides: their physiological effects and health implications *Advanced Dietary Fibre Technology* . **McCleary BV Prosky L Oxford Blackwell Science Ltd.**, p. 455 – 470 . 2001.

MORRIS, J. G., ROGERS, Q. R. Nutritionally related metabolic adaptations of carnivorous and ruminants. In *International symposium on plant, animal and microbial adaptations to terrestrial environments, man and the biosphere*, Halkidiki, Greece, 1982.

MUIR, H. E.; MURRAY S.M.; FAHEY, G.C. Jr.; MERCHEN, N. R.; REINHART G.A. Nutrient digestion by ileal cannulated dogs as affected by dietary fibers with various fermentation characteristics. **Journal of Animal Science**. 1996 ;74(7):1641-8

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 2006. **Nutrient requirements of dogs and cats**. National Academy Press, Washington, DC, USA.

NUNES, R. V., ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., GOMES, P. C., TOLEDO, R. S. . Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v 30(3), p 785-793. 2001.

POND, W.G.; CHURCH, D.C.; POND, K.R. **Basic animal nutrition and feeding**. 4. ed. New York: John Wiley, 1995. 615p.

ROQUE, N.C., JOSÉ, V.A., AQUINO, A.A., ALVES, M.P., SAAD, F.M.O.B. Utilização da Fibra na Nutrição de Cães. Boletim Técnico – Universidade Federal de Lavras. v. 70, p. 1-13, dezembro, 2006

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: **Composição dos alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 141p.

SAAD, F. M. D. O. B., & FRANÇA, J. Alimentação natural para cães e gatos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 52-59. 2010.

SIBBALDS, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for matabolizable energy in poutry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. *Poultry Science*, v.59, p.1275-1279. 1963.

STEVENS, C. E.; HUME, I. D. Contributions of microbes in vertebrate gastrointestinal tract to production and conservation of nutrients. *Phyological Reviews*, New York,, v.78, p.393-425, 1998.

SCHOONEVELD-BERGMANS, M. E. F.; BELDMAN, G.; VORAGEN, A.G.J. Structural Features of (Glucurono)Arabinoxylans Extracted from Wheat Bran by Barium Hydroxide. *Journal of Cereal Science*, 1999, v. 29, p. 63-75.

VILLAMIDE, M.J. Methods of energy evaluation of feed ingredients for rabbits and their accuracy. *Animal Feed Science Technology*, v.57, p.211-223, 1996.

WONG, J. M.; DE SOUZA, R.; KENDALL, C.W.; EMAM, A.; JENKINS, D.J. Colonic health: fermentation and short chain fatty acids. *Journal of Clinical Gastroenterology*;40(3):235-43, 2006

CAPÍTULO II

AValiação Nutricional do Farelo de Trigo para Gatos

RESUMO

O presente estudo teve por objetivos avaliar o farelo de trigo (FT) para gatos adultos a partir de dietas extrusadas contendo níveis crescentes de farelo de trigo, 15, 30 e 45%, em substituição a uma dieta controle. Com os valores encontrados de digestibilidade e energia metabolizável dessas dietas, foram calculados os valores da digestibilidade e da metabolizabilidade do farelo de trigo, para esta espécie, por meio dos métodos de substituição e de regressão. Gatos adultos foram alimentados com uma dieta isenta de FT (dieta controle) e com dietas testes com inclusões de 15, 30 e 45% de FT em substituição aos macro ingredientes da dieta controle. O delineamento experimental escolhido foi o duplo quadrado latino, quatro por quatro, sendo dois animais por tratamento por período, totalizando oito repetições por tratamento. A utilização de FT reduziu a digestibilidade da matéria seca (MS), Matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) e energia metabolizável (EM) das dietas ($p < 0,05$), porém não prejudicou de forma pronunciada a digestibilidade da PB e do EE ($p > 0,05$) quando utilizada inclusão de 15% para PB, e até 30% para EE. A alta porcentagem de fibra dietética total do FT, por ser de baixa solubilidade e fermentabilidade, pode justificar a redução na digestibilidade e na EM das dietas. De posse dos valores médios dos coeficientes de digestibilidade e EM das dietas avaliadas, foram determinados as digestibilidades aparentes de cada nutriente do farelo de trigo, determinados pelos métodos de substituição e regressão. Por fim, foi realizado um estudo de correlação, por análise de regressão linear múltipla, entre a composição química das dietas experimentais e os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, a fim de determinar a PD, ED e EMA para dietas contendo FT para gatos. As equações de predição com apenas uma variável dependente analisada, já apresentaram significância ($p < 0,0001$) e R^2 altos, sugerem que é possível estimar a PD, ED e EMA de dietas contendo farelo de trigo para gato através da determinação de apenas um componente químico da dieta. Concluiu-se que o FT é um ingrediente de baixo valor energético, com restrição na

utilização em rações para gatos e a inclusão de 15% do ingrediente é a que apresenta menor interferência sobre a digestibilidade de alimentos destinados a gatos adultos.

PALAVRAS-CHAVE: animais de companhia, digestibilidade, energia metabolizável, fibra dietética, farelo de trigo

NUTRITIONAL EVALUATION OF WHEAT BRAN FOR CATS

ABSTRACT

This present study aimed to evaluate wheat bran for adult cats from extruded diets containing increasing levels of wheat bran, 15, 30 and 45%, in control diet replacement. Using the digestibility and metabolizable energy obtained values for each diet, were calculated the digestibility and metabolizable wheat bran values, for the specie, through substitution and regression methods. Adult cats were fed with free FT diet (control diet) and test diets including 15, 30 and 45% FT in substitution for macro ingredients of the CONTROLE diet. The chosen experimental design was a double Latin square, four by four, with two animals per treatment period, totaling eight replicates per treatment. The use of FT reduced the digestibility of MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, EM of diets ($p < 0.05$), however, it did not show a pronounced impair on the digestibility of PB, EE ($p > 0.05$) when included 15% PB, and up to 30% EE. The high percentage of total dietary fiber FT has low solubility and fermentability, which can justify digestibility and EM reduction on diets. With the average values of digestibility coefficients and EM on evaluated diets, were determined the digestibility of each wheat bran nutrient for test diets, determined by substitution and regression methods. We concluded that the FT is a low energy ingredient, with restricted use for cats diets and its inclusion of 15% is the one with less interference on digestibility of food for adult cats. The method used in food studies for cats is an important factor that should be considered.

KEY WORDS: pets, digestibility, metabolizable energy, dietary fiber, wheat bran

1. Introdução

A crescente população de gatos no país gera maior demanda de alimentos completos comercializados para essa espécie e aumenta competitividade das indústrias *pet food* do país. O uso do farelo de trigo em alimentos completos para gatos adultos tornou-se interessante para essas indústrias por suprir as necessidades energéticas das dietas, com menor custo de produção.

Conhecer a composição e o valor nutricional dos subprodutos agroindustriais disponíveis para formulação de rações é fundamental para as indústrias de alimentação animal, pois cálculos de dietas baseadas nas exigências nutricionais dos animais devem ser ajustados a fim de se obter menor desperdício de nutrientes possível, minimizando, ao máximo, impactos econômico e ambiental, além de fornecer informações valiosas na quantidade adequada a ser utilizada, sem prejudicar a digestibilidade e qualidade da dieta comercializada.

Para avaliar o potencial de utilização de um alimento é necessário determinar a digestibilidade dos seus nutrientes, e para isso dois principais métodos são utilizados: método de substituição, que utiliza normalmente uma dieta controle e uma dieta teste com 30% de substituição; e o método de regressão, que utiliza uma dieta controle e o alimento-teste é adicionado a esta em concentrações crescentes, estabelecendo-se relação entre os percentuais de digestibilidade do alimento-teste nas dietas e sua contribuição percentual nas mesmas (Fan e Sauer, 1995).

Esta pesquisa teve por objetivos avaliar o farelo de trigo para gatos adultos a partir de dietas extrusadas contendo níveis crescentes de farelo de trigo, 15, 30 e 45%, em substituição a uma dieta controle. Determinar equações de predição da energia e proteína digestível para gatos, a partir dos resultados encontrados nos ensaios biológicos e análises químicas das dietas. E por fim, determinar os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e energia metabolizável e do farelo de trigo, para esta espécie, por meio dos métodos de substituição e de regressão.

2. Material e Métodos

Foi conduzido um ensaio de metabolismo no Centro de Pesquisa em Nutrição de Animais de Companhia da Universidade Federal de Lavras, MG, Brasil. Latitude: -21° 14' 43", longitude: -44° 59' 59". Nos meses de setembro a novembro de 2014, temperatura média 19,9°C.

2. 1. Animais

Foram utilizadas oito gatas adultas SRD, não castradas, com peso médio de $3,37 \pm 0,39$ kg, em boas condições corporais e clinicamente sadias, procedentes do gatil experimental do Centro de Pesquisa em Nutrição de Animais de Companhia da Universidade Federal de Lavras, MG.

O delineamento experimental foi do tipo duplo quadrado latino, quatro por quatro, onde cada dois animais recebiam um tratamento por período, totalizando oito repetições por tratamento.

2.2. Metodologia experimental

O ensaio de digestibilidade foi conduzido conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2007), utilizando a metodologia de coleta total de fezes e urina, considerando-se as recomendações da AAFCO (2004). Objetivando sobras, foram oferecidas 150g/dia de ração para cada animal em um período de adaptação de sete dias, seguidos de cinco dias de coleta, obtendo-se um conjunto de fezes e urina de cada animal. A água foi fornecida à vontade. Os animais foram alojados em gaiolas individuais, com dimensões de 60 cm de altura x 50 cm de largura x 70 cm de profundidade, equipadas com bandejas plásticas para coleta separada de fezes e urina.

Os alimentos foram oferecidos durante todos os períodos experimentais às 8h, em quantidade suficiente para atender à demanda energética dos animais, preconizada pela AAFCO (2004). Antes da refeição seguinte as sobras de alimento eram recolhidas e pesadas, sendo calculado o consumo. As fezes foram recolhidas duas vezes ao dia, pesadas e acondicionadas em recipientes apropriados em freezer (-15°C). A urina foi recolhida da

bandeja coletora, contendo 0,5 ml de ácido clorídrico 6N para evitar perda de nitrogênio e proliferação de bactérias. Às 9h foi mensurado o volume de urina produzida, sendo estas, então, armazenadas em garrafas plásticas identificadas e mantidas em freezer (-15°C) até realização das análises laboratoriais.

2.3. Dietas experimentais

O ingrediente testado, farelo de trigo (FT), e os demais utilizados para compor a dieta controle (DC), farinha de penas, farinha de vísceras, farelo de soja e milho, foram previamente analisados, e formulados de forma a atender as necessidades nutricionais de gatos em manutenção preconizadas pela AAFCO (2004). As dietas teste foram obtidas pela substituição de 15, 30 e 45%, respectivamente, da matéria natural dos macros ingredientes da DB, pelo FT, conforme sugerido pelo método de substituição de Matterson *et al.* (1965), corrigido por Villamide (1996). As fórmulas e a composição das dietas encontram-se nas tabelas 1 e 2. E na tabela 3 se encontram os dados da composição química analisada do FT utilizado para produzir as dietas testes.

As dietas experimentais foram moídas a 0,8 mm e produzidas em extrusora da fábrica de ração da Escola de Veterinária da UFMG. Com o objetivo de produzir dietas com qualidade semelhante de cozimento do amido, foi realizado controle de qualidade do processo de extrusão por meio da dosagem da densidade do alimento.

Tabela 2. Fórmula calculada das dietas. Valores sobre a matéria Natural.

Ingredientes (%)	Dietas			
	Dieta controle	FT 15%	FT 30%	FT 45%
Farinha de pena	10,00	8,50	7,00	5,50
Farinha de vísceras	35,00	29,75	24,50	19,25
Milho	42,30	35,96	29,61	23,27
Farelo de soja	2,00	1,70	1,40	1,10
Farelo de trigo	0,00	15,00	30,00	45,00
Óleo de frango	7,50	6,38	5,25	4,13

Sal iodado	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix para gatos	0,10	0,10	0,10	0,10
Cloreto de potássio	0,16	0,16	0,16	0,16
Sorbato de potássio	0,02	0,02	0,02	0,02
Antifúngico ¹	0,08	0,08	0,08	0,08
Antioxidante ²	0,04	0,04	0,04	0,04
Taurina	0,10	0,10	0,10	0,10
Palatabilizante em pó	0,20	0,20	0,20	0,20
Palatabilizante líquido	2,00	2,00	2,00	2,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

¹Antifúngico: ácido propiônico, veículo q.s.p.

²Antioxidante: BHA, BHT

Tabela 3. Composição química analisada das dietas experimentais.

Item	Dietas			
	Controle	FT 15%	FT 30%	FT 45%
Matéria seca (%)	92,44	91,92	91,24	90,89
	Valores sobre a MS			
Matéria Mineral (%)	7,52	7,84	7,66	6,95
Matéria orgânica (%)	91,86	91,47	91,96	92,49
Proteína Bruta (%)	35,80	32,77	28,17	26,80
Extrato etéreo ácido (%)	17,47	16,27	14,49	13,19
Fibra em detergente neutro (%)	21,80	28,20	33,20	36,28

Fibra em detergente ácido (%)	17,59	23,87	27,66	29,69
Ca (%)	2,31	2,01	1,83	1,48
P (%)	1,64	1,68	1,49	1,53
Energia Bruta (Kcal/Kg)	4924,60	4767,00	4660,50	4572,00

Tabela 4. Composição química analisada do farelo de trigo.

Farelo de Trigo	
Item	
MS (%)	87,50
	% na MS
MO	91,24
MM	6,25
PB	17,83
EE	3,75
FB	9,15
FDN	45,10
FDA	15,85
Ca	0,18
P	1,17
EB (Kcal/Kg)	3928

2.4. Análises Laboratoriais

As análises químicas do farelo de trigo, das dietas, fezes e urina foram realizadas no Laboratório de Nutrição do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da

Universidade Federal de Minas Gerais, em duplicata. As amostras de fezes de cada gato foram descongeladas separadamente e homogeneizadas formando uma amostra composta de cada repetição. Posteriormente, as fezes foram levadas a estufa 55°C por 72h, para pré-secagem. Quanto à urina foram colocados 10mL em copinhos plásticos e foram mantidas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 24 horas, para redução do volume.

As amostras de fezes, bem como das rações e ingrediente, foram moídas em moinho tipo pinos em 2 mm. Nas fezes, rações e ingrediente foram determinados matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo ácido (EEA) de acordo com métodos compatíveis com a *Association of the Official Analytical Chemists* (AOAC, 1995).

Nas fezes, ingrediente testado, rações e urina foram determinados à energia bruta (EB) em bomba calorimétrica (6510, PARR *Instruments*, EUA). Para esta determinação a urina concentrada foi colocada em cápsulas de plástico, onde se procedeu a combustão, desconsiderando o valor energético do material plástico.

A análise qualitativa das fezes dos gatos foi baseada no escore de fezes, atribuindo-se notas de 0 a 5, sendo: 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 e que não aderem ao piso; 5 = fezes bem formadas, duras e secas.

3. Metodologia dos cálculos

3. 1. Cálculos dos coeficientes de digestibilidade e Energia Metabolizável de dietas com níveis crescentes de farelo de trigo para gatos

Para obtenção dos coeficientes de digestibilidade aparente (%) da matéria seca (CDMS), matéria mineral (CDMM), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), fibra em detergente neutro (CDFDN), fibra em detergente ácido (CDFDA), do extrato etéreo em hidrólise ácida (CDEE) e da energia bruta (CDEB) das dietas. Utilizou-se a equação sugerida por Schneider e Flatt (1975):

$$\text{CD do Nutriente (\%)} = \frac{\text{Nutriente ingerido (g)} - \text{Nutriente das fezes (g)}}{\text{Nutriente ingerido (g)}} \times 100$$

A MS excretada foi calculada de acordo com a fórmula:

$$MS_{\text{Total Excretada}} = (W1 - T) \times (W3 - T) / (W2 - T)$$

Onde:

T = peso da bandeja vazia;

W1 = peso da bandeja + total de fezes na MS;

W2 = peso da bandeja + fezes secas a 55°C;

W3 = peso da bandeja + fezes que secas a 105°C.

O consumo médio diário foi obtido através de pesagem ao final da adaptação e ao final do teste das sobras, uma vez que a quantidade fornecida era conhecida.

$$\text{Consumo (g/ dia)} = \text{Consumo total (g)} - \text{sobra (g)}$$

Para a energia metabolizável aparente (EMA) foi utilizada fórmula estabelecida pelo Manual *Pet Food* Brasil (2012), considerando a coleta de urina total:

$$EMA = \{(a \times c) - [(b \times d) + (e \times f)]\} / a$$

Em que:

a = consumo de alimento na matéria seca

b = excreção fecal na matéria seca

c = energia bruta do alimento

d = energia bruta das fezes

e = Volume total urina produzida

f = Energia bruta da urina

3.2. Cálculos da energia metabolizável e dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes do farelo de trigo para gatos determinados pelos métodos de substituição e de regressão

Conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2007), foram calculados a energia metabolizável e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo ácido, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido do farelo de trigo pelo método de substituição, utilizando a equação proposta por Matterson et al. (1965). A partir de sua composição química na matéria seca e dos coeficientes de

digestibilidade, foram calculados os nutrientes digestíveis do farelo de trigo. Segundo a fórmula:

$$\text{DA alim. teste} = \text{CD(DC)} + \frac{\text{CD(DT)} - \text{CD(DC)}}{(\% \text{Subst./100})}$$

Onde: DA alim. teste = Digestibilidade aparente do alimento teste; CD (DC) = Coeficiente de digestibilidade aparente da dieta controle; CD (DT) = Coeficiente de digestibilidade aparente da dieta teste; % Subst. = Porcentagem de substituição da DB pelo ingrediente, ajustado para a matéria seca.

Diferentemente de Matterson et al. (1965), Villamide (1995) propõe a necessidade da correção da porcentagem de inclusão da MS do alimento-teste. Considerando que a matéria-seca do farelo de trigo é diferente da matéria-seca da dieta a qual ele participa. Conforme verificado por Hosken (2013) e Ferreira (2014), essa correção torna mais precisa os cálculos da digestibilidade do alimento-teste, pois minimiza os erros experimentais. Dessa forma, foram calculados conforme Villamide (1995) os níveis de inclusão do farelo na MS de cada dieta teste, demonstrados na tabela 5.

Tabela 5. Cálculo da correção dos níveis de inclusão do farelo de trigo nas dietas testes de acordo com Villamide (1996).

	% Inclusão na MN	% MS do FT	% MS da dieta *	% Inclusão do alimento teste na MS
Dieta 15% FT	15	87,5	90,12	$15 \times 87,5 / 90,12 = 14,56$
Dieta 30% FT	30	87,5	90,12	$30 \times 87,5 / 90,12 = 29,12$
Dieta 45% FT	45	87,5	90,12	$45 \times 87,5 / 90,12 = 43,69$

*valor encontrado para MS das dietas experimentais antes da extrusão

4. Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o duplo quadrado latino quatro por quatro, e os resultados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo Sistema para Análises Estatísticas (SAS, 1999). O teste de comparação das médias usado foi o Teste de Tukey.

5. Resultados e Discussão

5. 1. Avaliação dos coeficientes de digestibilidade e Energia Metabolizável de dietas com níveis crescentes de farelo de trigo para gatos

Os alimentos foram adequadamente consumidos pelos gatos e durante os 48 dias de ensaio não ocorrendo episódios de rejeição alimentar, vômitos ou diarreia, o que sugere uma boa tolerância ao ingrediente nas porcentagens de inclusão avaliadas. Informações pertinentes ao consumo das dietas, produção fecal diária, ganho de peso médio dos animais e escore fecal das dietas avaliadas estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Consumo e produção fecal diária das dietas, ganho médio de peso dos animais por período e escore fecal das dietas.

Item	Dietas				EPM ¹	CV%
	Controle	FT 15%	FT 30%	FT 45%		
Consumo (g/dia)	82,64	68,8	82,39	85,08	6,471	22,96
Prod. Fezes (g/dia)	16,05 a	16,11 a	24,20 ab	30,21 b	2,23	29,15
Escore fecal ^{2 3}	3,62 a	4,10b	3,96 b	3,93 ab	-	-

¹Erro padrão da média, n=8 animais por dieta. ² Significativo ao Teste de Friedman. ³0 – fezes líquidas; 1 – fezes pastosas e sem forma; 2 – fezes macias, mal formadas e que assumem o

formato do recipiente; 3-fezes macias, formadas e úmidas; 4 – fezes bem formadas e consistentes; 5 – fezes bem formadas, duras e secas. Para cada variável, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

O consumo diário das dietas foi variável entre os animais, por isso os altos valores de CV encontrados, e não foram encontradas diferenças estatísticas pelo teste de Tukey ($p>0,05$) no consumo diário das dietas. Apesar da dieta basal apresentar maior densidade nutricional e energética por não conter o farelo de trigo, os gatos deveriam ingerir menor quantidade desta para atender o consumo de energia voluntário. Porém os valores mostram que o consumo da dieta basal foi praticamente o mesmo das dietas com 30 e 45% de inclusão de FT. Atribuindo esse fato, a baixa palatabilidade do farelo de trigo para gatos, e a provável superioridade da palatabilidade da dieta basal, que apresenta maior quantidade de óleo de frango, farinha de vísceras e pena em sua composição, o que a torna mais atraente para animais carnívoros.

A produção diária de fezes aumentou linearmente ($p=0,0001$) a medida que se incluiu mais farelo de trigo às dietas experimentais. Pelo teste de Tukey a produção diária dieta basal e a de 15% de inclusão de farelo de trigo foram iguais estatisticamente ($p>0,05$), porém as dietas com 30 e 45% de inclusão, apresentaram maior produção fecal. A fibra alimentar é o principal componente da dieta capaz de influenciar no peso das fezes (Eastwood *et al.*, 1984) Por se tratar de um alimento rico em fibras não fermentáveis e não viscosas, o farelo de trigo provoca aumento de volume e umidade fecal (NRC, 2006). A capacidade de reter água está diretamente relacionada ao comprimento médio da fibra, sendo que para celulose e fibra do farelo de trigo, a retenção de água varia de 3,5 a 10 vezes seu peso (Kawauchi *et al.*, 2011).

A inclusão de farelo de trigo nas dietas afetou o escore fecal, sendo o menor escore encontrado na dieta basal. Não foi adicionado zeólitas à formulação, para não ocorrer interferência no escore fecal das dietas.

As fezes foram fotografadas durante os períodos de coleta total, e algumas estão ilustradas nas fotos de 1 a 4 abaixo.



Foto 1 e 2. Detalhes do escore fecal das dietas experimentais. Fezes de um animal que consumiu a dieta controle (esq) e fezes de um animal que consumiu a dieta com 15% de inclusão de farelo de trigo (dir). (Fonte: Arquivo pessoal).



Foto 3 e 4. Detalhes do escore fecal das dietas experimentais. Fezes de um animal que consumiu a dieta com 30% de inclusão de farelo de trigo (esq) e fezes de um animal que consumiu a dieta com 45% de inclusão de farelo de trigo (dir). (Fonte: Arquivo pessoal).

Os valores calculados dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e a energia metabolizável das dietas, assim como as regressões polinomiais geradas pelas variáveis estão na tabela 7, onde X é o nível de inclusão e Y a resposta.

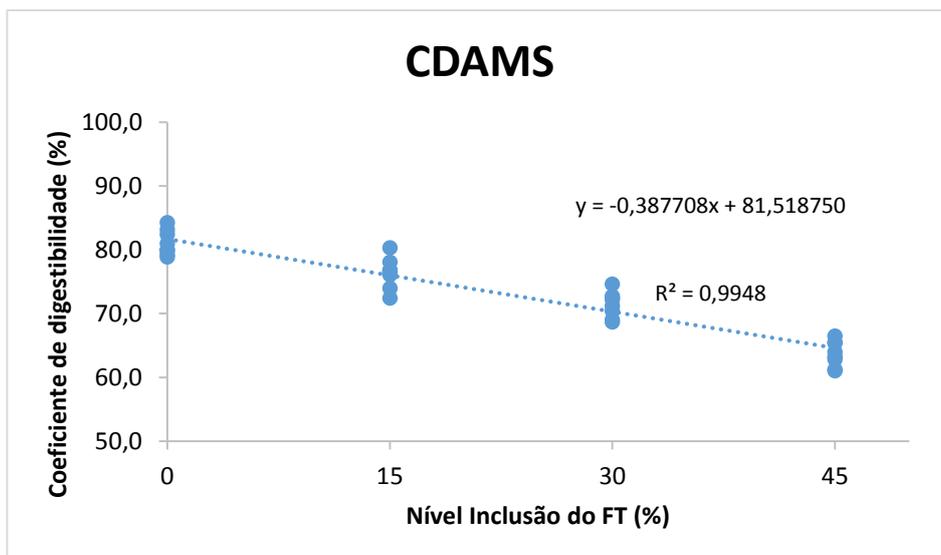
Tabela 7. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, coeficiente da metabolizabilidade da energia e energia metabolizável aparente das dietas experimentais e análise de regressão polinomial dos coeficientes de digestibilidade aparente dos mesmos nutrientes e da energia metabolizável das dietas experimentais (Y), em relação à inclusão de farelo de trigo (X).

Item	Dietas				EPM ¹	CV%	Regressão		
	Controle	FT15%	FT30%	FT45%			P>F	R ²	Equações
CDMS(%)	81,34 a	75,58 b	70,67 c	63,59 d	1,149	4,46	<0,0001	99,48	Y=81,518750-0,387708x
CDMO(%)	85,34 a	80,21 b	73,84 c	66,19 d	0,992	3,68	<0,0001	99,22	Y=85,972750-0,425525x
CDPB(%)	83,77 a	81,15 a	76,01 b	72,60 b	1,265	4,57	<0,0001	98,60	Y=84,181250-0,257667x
CDEE(%)	92,82 a	87,64 a	88,89 a	80,99 b	1,376	4,45	<0,0001	83,28	Y=92,725625-0,228333x
CDFDN(%)	77,44 a	69,59 b	64,51 b	57,12 c	1,355	5,71	<0,0001	99,38	Y= 77,076375-0,440325x
CDFDA(%)	75,29 a	67,64 b	60,63 c	50,99 d	1,455	6,47	<0,0001	99,53	Y=75,629250-0,532758x
CDEB (%)	86,66 a	82,11 b	76,18 c	68,77 d	2,705	3,45	0,0001	95,22	Y= 87,370008-0,39712x
CME (%)	84,55 a	79,96 b	74,31 c	66,88 d	2,856	3,73	0,0001	94,61	Y=85,22946-0,39120X
EMA (Kcal/Kg)	4164,00 a	3811,89 b	3463,19 c	3057,83 d	43,2	3,37	<0,0001	99,87	Y=4174,3150-24,448125x

¹ Erro padrão da média, n=8 animais por dieta. Para cada variável, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05). X= Nível de inclusão do FT.

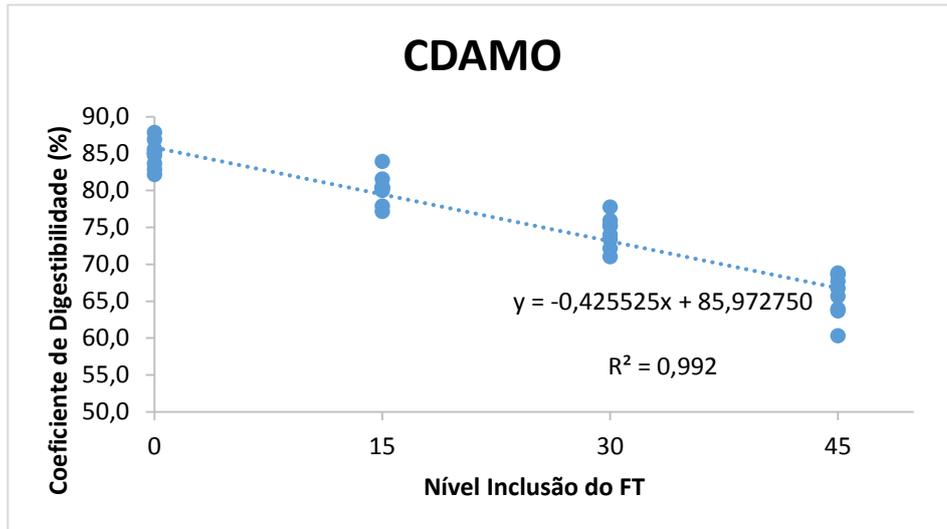
Houve redução linear ($p < 0,0001$) em todos os coeficientes de digestibilidade e nas EMA analisadas a medida que aumentava a inclusão de farelo de trigo. A interpretação dos valores médios das digestibilidades da MS, MO, FDA e da EMA de forma isolada indica que estes diferiram entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Por outro lado, apesar da diminuição dos valores da digestibilidade da PB, EE e FDN das dietas em função da adição de farelo de trigo, estas não ocorreram de forma tão pronunciada, sendo possível a divisão em dois e três grupos pelo mesmo teste ($p > 0,05$).

A diminuição das digestibilidades e da EM ocorreu de forma linear para todos nutrientes avaliados. Como foi verificado pelos baixos valores de CV encontrados, de F significativos ($p < 0,05$) e R^2 altos, as estimativas encontradas e os pontos observados indicam consonância com o modelo proposto (Sampaio, 1998), o que os torna altamente significativos. As representações gráficas destes resultados encontram-se nas figuras 1 a 7.



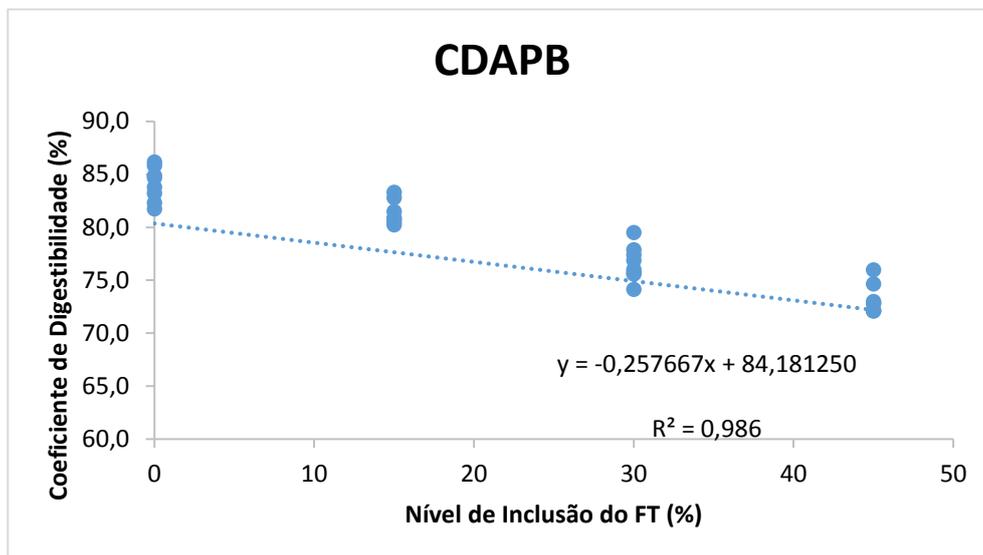
$$\text{CDA MS} = 81,518750 - 0,387708 \times x \quad (p < 0,0001; R^2 = 99,48\%);$$

Figura 1. Relação entre porcentagem de inclusão e coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS) de dietas contendo teores crescentes de farelo de trigo.



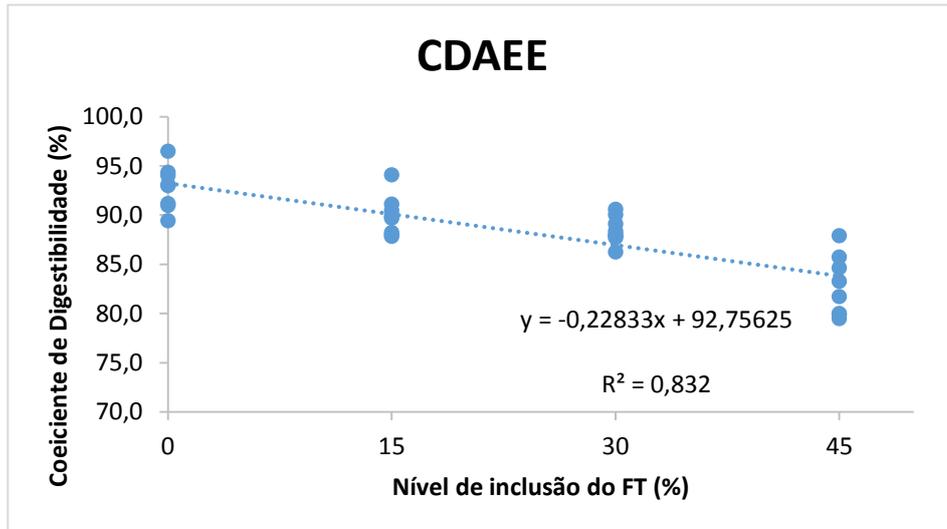
$$\text{CDA MO} = 85,972750 - 0,425525x \quad (p < 0,0001; R^2 = 99,22\%);$$

Figura 2. Relação entre porcentagem de inclusão e coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria orgânica (MO) de dietas contendo teores crescentes de farelo de trigo.



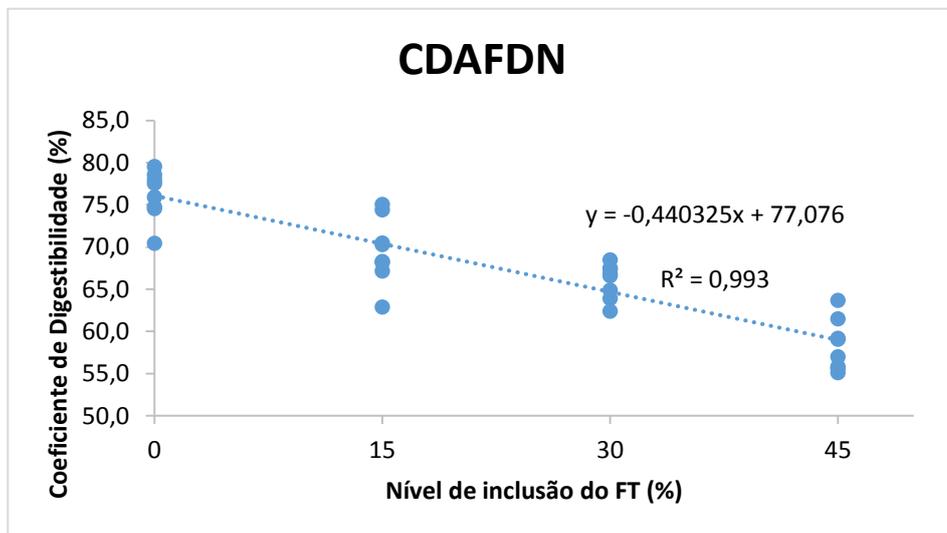
$$\text{CDA PB} = 84,181250 - 0,257667x \quad (p < 0,0001; R^2 = 98,6\%);$$

Figura 3. Relação entre porcentagem de inclusão e coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta (PB) de dietas contendo teores crescentes de farelo de trigo.



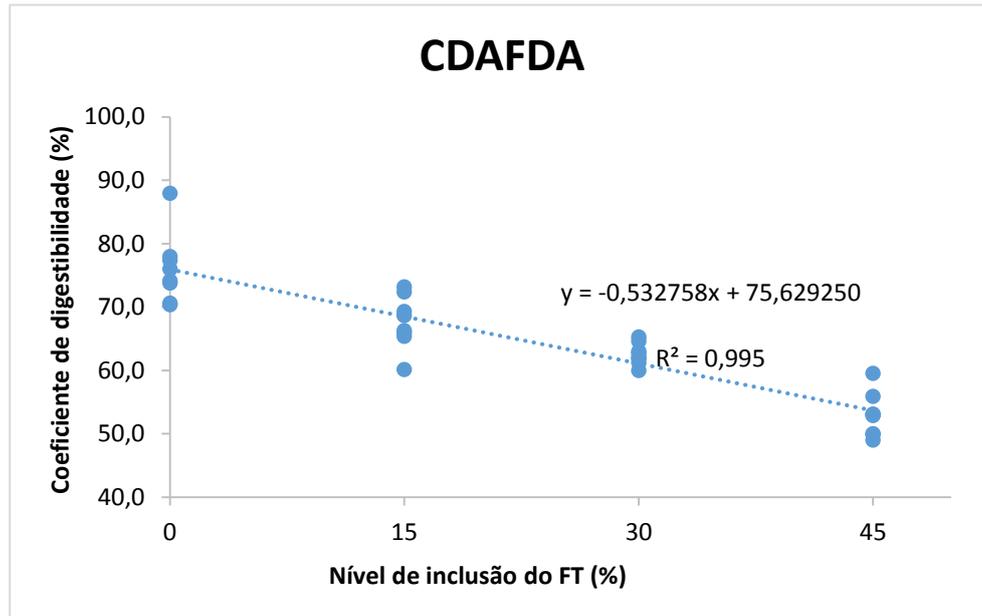
$$\text{CDA EE} = 92,725625 - 0,228333x \quad (p < 0,0001; R^2 = 83,28\%);$$

Figura 4. Relação entre porcentagem de inclusão e coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) do extrato etéreo em hidrólise ácida (EE) de dietas contendo teores crescentes de farelo de trigo.



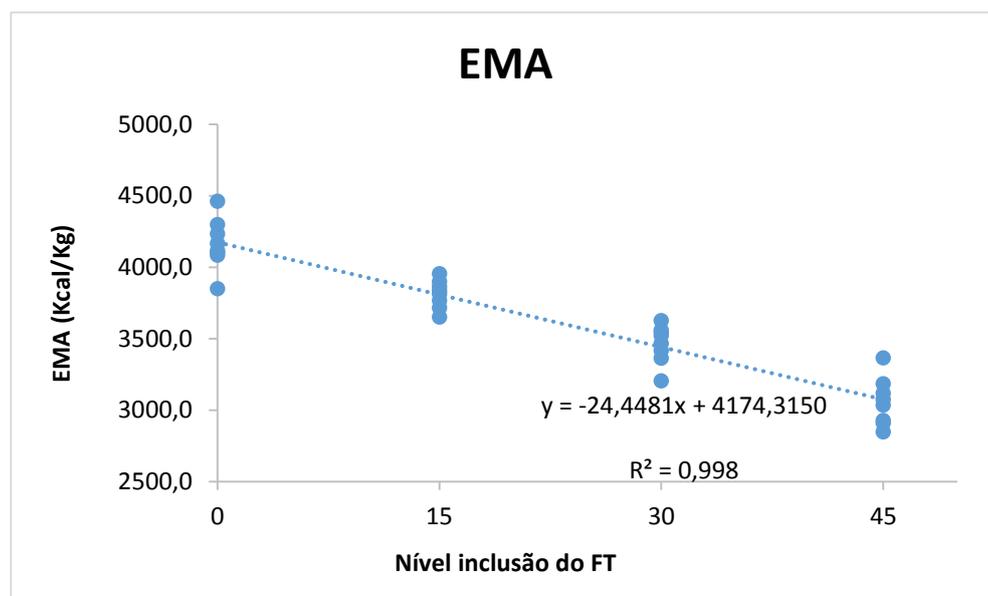
$$\text{CDA FDN} = 77,076375 - 0,440325x \quad (p < 0,0001; R^2 = 99,38\%);$$

Figura 5. Relação entre porcentagem de inclusão e coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da fibra em detergente ácido (FDA) de dietas contendo teores crescentes de farelo de trigo.



$$\text{CDA FDA} = 75,629250 - 0,532758x \quad (p < 0,0001; R^2 = 99,53\%);$$

Figura 6. Relação entre porcentagem de inclusão e coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da fibra em detergente ácido (FDA) de dietas contendo teores crescentes de farelo de trigo.



$$\text{EMA} = 4174,3150 - 24,448125x \quad (p < 0,0001; R^2 = 99,87\%);$$

Figura 7. Relação entre porcentagem de inclusão e energia metabolizável aparente (EMA) de dietas contendo teores crescentes de farelo de trigo.

Houve redução linear dos valores de todos os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e da EM das dietas à medida que se inclui o farelo de trigo. Rico em fibras insolúveis produtos de origem vegetal, como o farelo de trigo, possuem conhecida capacidade de reduzir o tempo médio de retenção da digesta no intestino delgado, o que proporciona menor tempo de atuação enzimática e, conseqüentemente, reduz a digestibilidade (Kawauchi *et al.*, 2011).

De fato, estudos comprovam que a suplementação de dietas para gatos com farelo de trigo promove redução na digestibilidade da maioria dos nutrientes quando em comparação às dietas sem suplementação de fibra (Kienzle *et al.*, 1991; Fischer *et al.*, 2012). Existem ainda os fatores relacionados entre os efeitos da fibra insolúvel sobre a cinética do trato gastrintestinal. No presente ensaio não foram realizadas aferições do tempo de trânsito, porém, é possível que este tenha exercido influência sobre a redução na digestibilidade da MS e MO e na energia metabolizável das dietas.

A digestibilidade da MS, MO e PB da dieta com 15% de farelo de trigo foi semelhante à verificada por Ferreira (2013) em uma dieta teste para gatos contendo 17,5% de FT. Os valores encontrados pelo autor foram de 76%, 80% e 80% respectivamente. Os outros coeficientes de digestibilidade por ele encontrados para EE, FDN, FDA e EM foram diferentes, o que pode ser justificado por diferença nos outros ingredientes por ele utilizados na formulação da dieta.

Os resultados encontrados pelo autor acima citado mostram a influência do farelo de trigo na digestibilidade da dieta como um todo. Inclusões aproximadas de farelo de trigo possuem coeficientes de digestibilidade aproximados, mesmo quando são utilizando outros ingredientes diferentes na composição da dieta.

Os coeficientes de digestibilidade da energia bruta e os coeficientes de metabolizabilidade da energia das dietas experimentais diferiram significativamente ($P < 0,05$) ao teste de Tukey. Os níveis crescentes de fibra prejudicam a digestibilidade da energia e, por conseguinte, a metabolizabilidade da mesma.

Uma estratégia alimentar usada na redução de peso corporal de animais de companhia é a redução da densidade energética por diluição de calorias, através da adição de fibra não digerível em uma dieta. A razão para uso desse tipo de estratégia é que, além de reduzir a densidade calórica de alimentos, o aumento de volume alimentar que as fibras provocam, irá contribuir para a saciedade e diminuir o consumo de energia voluntário.

Altas ingestões de fibra dietética causam reduções na digestão dos nutrientes e na viabilidade de absorção de lipídeos e minerais, e aumenta as perdas de nitrogênio e energia fecal (Case *et al.*, 2011).

Os valores de digestibilidade encontrados neste trabalho também mostram redução da digestibilidade da PB com a maior inclusão de farelo de trigo na dieta. Se uma dieta é simultaneamente rica em fibras indigestíveis, e pobre em gorduras e outros nutrientes, é possível que em longo prazo sua ingestão resulte em deficiências nutricionais e perda de peso indesejada.

5.2. Comparação da energia metabolizável e dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes do farelo de trigo para gatos determinados pelos métodos de substituição e de regressão

De posse dos valores médios dos coeficientes de digestibilidade e EM das dietas avaliadas, foram determinados as digestibilidades aparentes de cada nutriente do farelo de trigo para as dietas testes, determinados pelos métodos de substituição (Matterson *et al.*, 1965) conforme exibido na tabela 8. A energia metabolizável e os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes do farelo de trigo para gatos, determinados pelo método de regressão estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 8. Digestibilidade Aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e energia metabolizável (EM) do farelo de trigo para gatos do farelo de trigo em cada dieta teste, determinados pelo método de substituição.

Farelo de trigo		Digestibilidade aparente do Farelo de Trigo (FT)						
Nível de inclusão na MN	Nível de inclusão corrigido na MS*	MS (%)	MO (%)	PB (%)	EE (%)	FDN (%)	FDA (%)	EMA (Kcal)
15%	14,28%	46,41	49,42	65,49	56,55	22,48	21,73	1745,65
30%	28,45%	45,34	45,34	56,53	79,01	32,01	23,78	1757,99
45%	42,48%	39,57	39,76	57,49	64,98	29,62	18,10	1630,33

*Valores corrigidos da porcentagem de inclusão do FT pela sua própria MS, conforme proposto por Villamide (1996)

Tabela 9. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e energia metabolizável (EMA) do farelo de trigo para gatos, determinados pelo método de regressão.

Item	Regressão (Extrapolação)
MS (%)	42,74
MO (%)	43,42
PB (%)	58,41
EE (%)	69,89
FDN (%)	33,04
FDA (%)	22,35
EMA (Kcal/Kg)	1729,5

¹Atribuindo a X valores de 100% de farelo de trigo (FT).

Foi possível verificar que as digestibilidades da MS, MO e FDA determinadas pelo método de regressão, apresentaram valores mais aproximados daqueles verificados pela metodologia de substituição nas dietas de 15 e 30% de inclusão de FT. Já esses mesmos coeficientes determinados através das dietas com 45% de FT, apresentaram resultados discrepantes aos encontrados pela regressão. O que pode ser atribuído ao maior teor de fibra dessa dieta, por maior inclusão de FT, fator que reduziu a digestibilidade por aumentar a taxa de passagem e/ou por dificultar a digestão enzimática dos nutrientes.

Para a digestibilidade aparente do FDN os cálculos por regressão se aproximaram bastante do encontrado na dieta com 30%. Demonstrando que a indicação de substituição de 30% a 40% de um alimento teste em uma dieta referência, como sugerido por Matterson (1965) pode ser útil para determinar a digestibilidade de alimentos ricos em fibras em detergente neutro.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da PB e EE determinados pela metodologia de regressão foram os que mais se aproximaram dos valores de substituição na dieta de 45% de inclusão de FT. Esses nutrientes possivelmente, não tiveram sua digestibilidade afetada de forma pronunciada pela composição em fibra do farelo de trigo.

Freitas *et al.* (2004), avaliaram a digestibilidade e os valores energéticos da semente e do farelo de girassol para pintos, considerando 20% e 40% de substituição. Os resultados mostraram que a inclusão de 40%, tanto da semente como do farelo de girassol, proporcionou redução nos

coeficientes de digestibilidade da MS e gordura e na EM destes alimentos em relação à adição de 20%, verificando a importância de se considerar a porcentagem de inclusão de alimentos fibrosos na dieta referência.

Kawauchi *et al.*, (2011) avaliou os coeficientes de digestibilidade do farelo de glúten de milho 21 (FGM21) para cães adultos, em uma dieta de 30% de inclusão de FGM21, pelos métodos de substituição e regressão. Para os valores encontrados para PB, EEA e amido, os coeficientes de digestibilidade foram semelhantes quando determinados por substituição e por regressão. Porém, a fibra deste ingrediente reduziu a digestibilidade da MS, MO e EB, prejudicando a quantificação do aproveitamento destes por cães, apresentando valores discrepantes nos dois métodos analisados.

Por fim a EMA calculada pelo método de regressão neste trabalho, apresentou valores próximos ao encontrado pelo de substituição na dieta de 15% de inclusão de FT. Dado que demonstra que a inclusão do farelo de trigo em maiores porcentagens, pode penalizar a própria energia metabolizável do ingrediente testado.

Com base nos valores de EB e de EMA do farelo de trigo aqui avaliados, o coeficiente de metabolizabilidade da energia deste alimento foi de 44,03%. Deixando claro que o farelo de trigo por ser rico em fibra bruta, possui baixa digestibilidade energética para gatos.

Segundo Penz Jr. *et al.* (1999), o alto teor de fibra dos derivados do trigo, tende a provocar uma diminuição no consumo de ração de animais monogástricos não-herbívoros, ocorrendo diminuição na estimativa dos valores energéticos. Essa tendência se torna maior, quanto maior a porcentagem de inclusão desses alimentos nas rações.

6. Conclusões

A utilização do farelo trigo deve considerar seu alto teor de fibra, e conseqüentemente sua reduzida digestibilidade da MS, MO e baixa EMA. Com base na digestibilidade dos nutrientes e na EM das dietas, foi possível verificar que a utilização de 15% deste ingrediente em alimentos secos para gatos adultos, reduz de forma menos pronunciada o aproveitamento do alimento.

Devido à baixa EMA do farelo trigo, este pode ser uma opção em formulações de dietas para gatos com necessidades especiais, como animais obesos. Entretanto, mais estudos são necessários para avaliar a adequação do farelo de trigo a estes tipos de alimentos.

Para o farelo de trigo a metodologia de regressão forneceu mais informações sobre o aproveitamento do ingrediente teste em diferentes porcentagens de inclusão, assim como o teor de

utilização do farelo de trigo que menos prejudica a digestibilidade dos nutrientes e energia metabolizável da dieta.

7. Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS (AAFCO). Official Publication 2004. Association of American Feed Control Officials, Oxford, 2004.

ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS (AOAC). **Official and tentative methods of analysis**. Arlington, Virginia: AOAC International, 16. ed., 1995.

CASE, L.P.; DARISTOTLE, L.; HAYEK, M.G.; RAASCH, M.F. **Canine and feline nutrition. A resource for companion animal professionals**. 3.ed. St. Louis: Mosby, 2011. 562p.

EASTWOOD, M. A.; BRYDON, W. G.; BAIARD, J. D.; ELTON, R. A.; HELLIWELL, S.; SMITH, J. H. & PRITCHARD, J. L. Faecal weight and composition, serum lipids, and diet among subjects age 18 to years not seeking health care. **Journal of Animal Clinical Nutrition**., v. 40, p. 628-634, 1984.

FAN, M.Z.; SAUER, W.C. Determination of apparent ileal amino acid digestibility in peas for pigs with the direct, difference and regression methods. **Livestock Production Science**, v.44, p.61-72, 1995.

FERREIRA, F. N. A. Avaliação nutricional do bagaço de cana-de açúcar enriquecido com vinhaça em dietas para coelhos em crescimento . 84f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2014.

FERREIRA, L. G. Substituição do farelo de trigo pelo farelo de casca de milho sem água de maceração em alimentos completos para gatos. Dissertação de mestrado. Lavras. UFLA, 2013. 59 p. : il.

FISCHER, M.M.; KESSLER, A.M.; DE SÁ, L.R.M.; VASCONCELLOS, R.S.; ROBERTI FILHO, R.O.; NOGUEIRA, S.P.; OLIVEIRA, M.C.C.; CARCIOFI, A.C. Fiber fermentability effects on energy and macronutrient digestibility, fecal traits, postprandial metabolite responses, and colon histology of overweight cats. **Journal of Animal Science** 90 2233-2245. 2012.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R. Determinação da digestibilidade dos nutrientes e da energia metabolizável da semente e do farelo de girassol para frangos de corte. In.: 41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004.

HOSKEN, F. M. Avaliação nutricional da levedura *Torula (Candida utilis)* de vinhaça em dietas para coelhos (*Oryzctolagus cuniculus*) e cutias (*Dasyprocta spp.*). 92f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2013.

KAWAUCHI, I.M.; SAKOMURA, N.K.; VASCONCELLOS, R.S.; DE OLIVEIRA, L.D.; GOMES, M.O.S.; LOUREIRO, B.A.; CARCIOFI, A.C. Digestibility and metabolizable energy of maize gluten feed for dogs as measured by two different techniques. **Animal Feed Science and Technology** .169, 96-103. 2011.

KIENZLE, E.; MEYER, H.; SCHNEIDER, R.. Investigation on palatability, digestibility and tolerance of low digestible food components in cats. **Journal of Nutrition**, 121, 56-57. 1991.

LEESON; S.; SUMMERS, J.D. **Scott's nutrition of the chicken**. 4.ed. Guelph: University Books, 591p, 2001.

MAIA, G. V. C., SAAD, F., ROQUE, N., FRANÇA, J., Lima, L. M. S., & Aquino, A. A. Zeólitas e *Yucca schidigera* em rações para cães: palatabilidade, digestibilidade e redução de odores fecais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(11), 2442-2446, 2010.

MANUAL *PET FOOD* BRASIL: **Referência em Qualidade e Segurança**. Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação. 6ª Edição. 2012.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, N.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Reserch Report** .v.7, n.1, p. 3-11, 1965 .

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 2006. **Nutrient requirements of dogs and cats**. National Academy Press, Washington, DC, USA.

NUNES, R.V; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. *et al.* Composição Bromatológica, energia metabolizável e equações de predição de energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. **Reveista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.785-793, 2001.

PENZ, Jr, A.M.; KESSLER, A. M.; BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES. 1999 Campinas. **Anais...** Campinas – SP, 1999, p 1-24.

ROQUE, N.C., JOSÉ, V.A., AQUINO, A.A., ALVES, M.P., SAAD, F.M.O.B. Utilização da Fibra na Nutrição de Cães. Boletim Técnico – Universidade Federal de Lavras. v. 70, p. 1-13, dezembro, 2006

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jaboticabal: Funep, 2007, 283p.

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística Aplicada a Experimentação Animal.** 1ª ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 221p. 1998.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT User's guide.** *Version 8*, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1999.

SCHNEIDER, B. A.; FLATT, W. P. **The evaluation of feeds through digestibility experiences.** Athens: The University of Georgia, 1975. 423p.

CAPÍTULO III

EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DA PROTEÍNA DIGESTÍVEL, ENERGIA DIGESTÍVEL E DA ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE DE DIETAS CONTENDO FARELO DE TRIGO PARA GATOS

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estimar, por meio de equações de regressão, os conteúdos de proteína digestível, energia digestível e energia metabolizável aparente a partir da composição química e da digestibilidade de dietas experimentais contendo níveis crescentes de farelo de trigo para gatos. Foi feito um estudo de correlação entre o conteúdo químico e a digestibilidade aparente dos nutrientes, nas dietas experimentais, selecionando-se as melhores correlações para PD, ED e EMA, através da análise de regressão linear múltipla, pelo método Stepwise do pacote estatístico SAS Institute (1995). As melhores equações de predição com apenas uma variável dependente analisada, para o conteúdo de ED, PD e EMA para as dietas foram: $PD = -11,03018 + 1,1423PB$ ($R^2=0,9296$); $ED=5956,88-74,901FDN$ ($R^2=0,8725$); e $EMA= -203,69681 + 249,29520 EE$ ($R^2=0,8906$), respectivamente. A significância ($p<0,0001$) e R^2 altos encontrados nas equações de predição determinadas nesse trabalho, sugerem que é possível estimar a PD, ED e EMA de dietas contendo farelo de trigo para gato através da determinação de apenas um componente químico da dieta.

Palavras-chave: energia digestível, proteína digestível, energia metabolizável aparente, equações de predição, farelo de trigo

PREDICTION EQUATIONS OF DIGESTIBLE PROTEIN, DIGESTIBLE ENERGY
AND APPARENT METABOLIZABLE ENERGY FROM DIETS CONTAINING
WHEAT BRAN FOR CATS

ABSTRACT

The objective of this study was to estimate, using regression equations the digestible protein content, digestible energy and apparent metabolizable energy using the chemical composition and digestibility of diets containing increasing levels of wheat bran for cats. We made a correlation study between the content and the coefficients of apparent digestibility of nutrients, in experimental diets, selecting the best correlation to estimate PD, ED and EMA with multiple linear regression analysis, through Stepwise method of the statistical package SAS Institute (1995). The best prediction equations with only one dependent variable analyzed, for the content ED, PD and EMA from diets were: $PD = -11.03018 + 1,1423PB$ ($R^2 = 0.9296$); $ED = 5956,88-74,901FDN$ ($R^2 = 0.8725$); and $EMA = -203,69681 + 249,29520 EE$ ($R^2=0,8906$), respectively. The significance ($p < 0.0001$) and high R^2 found in certain prediction equations in this work suggest that is possible to estimate the PD, ED and EMA diets containing wheat bran to cat through the determination of only one chemical component of the diet .

KEY WORDS: digestible energy, digestible protein, apparent metabolizable energy, prediction equations, wheat bran

1. Introdução

A determinação dos valores nutricionais dos alimentos é extremamente importante para calcular dietas para animais de estimação, visto que essas são baseadas nas exigências nutricionais dos animais e devem ser ajustadas a fim de evitar o desperdício de nutrientes, e promover a saúde e longevidade dos gatos domésticos.

Experimentos de digestibilidade *in vivo* com gatos são muito dispendiosos e exigem que os animais permaneçam longo período em gaiolas metabólicas. Por serem animais de estimação cada vez mais humanizados, cresce o apelo para abolir o uso dessas espécies na experimentação animal. Portanto, há interesse no sentido de desenvolver modelos matemáticos para predição da digestibilidade dos alimentos, a partir de sua composição bromatológica conhecida (Melo, 1990).

Poucos dados de literatura existem sobre o valor nutricional dos alimentos para gatos domésticos, e as equações de predição podem ser uma boa ferramenta para estabelecer parâmetros para escolha dos ingredientes na elaboração de dietas para gatos.

Faz-se necessário estimar a digestibilidade dos nutrientes, com base apenas na concentração de um ou mais componentes no alimento; para tal fim, é possível a utilização de equações de regressão simples e múltiplas que relacionem a digestibilidade dos nutrientes de alimentos previamente avaliados em ensaios de digestão e a composição química dos alimentos testados (Weiss, 1993).

Os métodos mais comumente utilizados para medir a relação entre uma variável dependente e uma independente são o coeficiente de correlação (r) e o coeficiente de determinação (r^2 e R^2), r^2 para regressões simples e R^2 para regressões múltiplas. O coeficiente de determinação mede o quanto uma população de variáveis é bem representada por determinado modelo matemático. As equações de regressão são preditores mais precisos quando os valores das variáveis independentes estão próximos à média, do que quando se distanciam desta (Minson, 1982).

O presente trabalho teve como objetivo estimar, por meio de equações de regressão linear múltipla, os conteúdos de proteína digestível, energia digestível e energia metabolizável aparente, a partir da composição química dietética de dietas experimentais contendo níveis crescentes de farelo de trigo para gatos.

2. Material e métodos

Foi conduzido um ensaio de digestibilidade no Centro de Pesquisa em Nutrição de Animais de Companhia da Universidade Federal de Lavras, MG.

Foram utilizadas oito gatas adultas SRD, não castradas, com peso médio de $3,37 \pm 0,39$ kg, em boas condições corporais e clinicamente sadias, procedentes do gatil experimental do Centro de Pesquisa em Nutrição de Animais de Companhia da Universidade Federal de Lavras, MG.

O delineamento experimental foi do tipo duplo quadrado latino quatro por quatro, onde cada dois animais recebiam um tratamento por período, totalizando oito repetições por tratamento.

Foram formuladas quatro dietas experimentais, três dietas contendo níveis crescentes de inclusão de farelo de trigo (15, 30 e 45%) em substituição aos macro ingredientes de uma dieta controle (DC), que atendessem as necessidades nutricionais de gatos em manutenção preconizadas pela AAFCO (2004).

O ensaio de digestibilidade foi conduzido conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2007), utilizando a metodologia de coleta total de fezes e urina, considerando-se as recomendações da AAFCO (2004).

Nas dietas experimentais foram determinados matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo ácido (EEA) de acordo com métodos compatíveis com a *Association of the Official Analytical Chemists* (AOAC, 1995), presentes na tabela 10. Nas fezes e dietas e urina foram determinados à energia bruta (EB) em bomba calorimétrica (6510, PARR *Instruments*, EUA).

Tabela 10. Composição química analisada das dietas experimentais.

Item	Dietas			
	Controle	FT 15%	FT 30%	FT 45%
Matéria seca (%)	92,44	91,92	91,24	90,89
	Valores sobre a MS			
Matéria Mineral (%)	7,52	7,84	7,66	6,95
Matéria orgânica (%)	91,86	91,47	91,96	92,49
Proteína Bruta (%)	35,80	32,77	28,17	26,80
Extrato etéreo ácido (%)	17,47	16,27	14,49	13,19
Fibra em detergente neutro (%)	21,80	28,20	33,20	36,28
Fibra em detergente ácido (%)	17,59	23,87	27,66	29,69
Ca (%)	2,31	2,01	1,83	1,48
P (%)	1,64	1,68	1,49	1,53
Energia Bruta (Kcal/Kg)	4924,60	4767,00	4660,50	4572,00

De posse dos dados acima foram calculados os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes acima citados. E para os cálculos energia metabolizável aparente (EMA) das dietas foi utilizada fórmula estabelecida pelo Manual *Pet Food* Brasil (2012), considerando a coleta de urina total.

Para obtenção dos valores de energia digestível (ED) das quatro rações, o correspondente CDEB foi multiplicado pelo valor de energia bruta obtida de cada dieta. O mesmo cálculo foi efetuado para a proteína digestível (PD) das dietas:

$$ED \text{ (kcal/kg MS)} = EB \text{ da dieta (kcal/kg MS)} \times CDEB \text{ da dieta (\%)}$$

$$PD \text{ (g/Kg MS)} = PB \text{ da dieta (g/Kg MS)} \times CDPB \text{ da dieta (\%)}$$

Através da técnica de seleção de variáveis por regressão linear múltipla, o método Stepwise do pacote estatístico SAS Institute (1995), mostra a equação que melhor representa a variável dependente estudada e, pela significância do teste F, exclui as variáveis que menos contribuem, até que se obtenha uma equação com apenas uma variável (Saad *et al.*, 2007). Dessa forma, para encontrar as equações de predição, foram consideradas variáveis dependentes energia e proteína digestível e da da EMA, e as análises químicas de MS, PB, EE, FDN e FDA as variáveis independentes.

As equações foram obtidas considerando os seguintes agrupamentos: 1- Valores de PD das dietas experimentais analisadas, considerando como parâmetros químicos a MS, PB, EE, FDN e FDA. 2- Valores de ED das dietas experimentais analisadas, considerando como parâmetros químicos a MS, PB, EE, FDN e FDA. 3 Valores de EMA das dietas experimentais analisadas, considerando como parâmetros químicos a MS, PB, EE, FDN e FDA.

3. Resultados e Discussão

Foram calculados os valores médios de PD, ED e EMA das dietas analisadas (tabela 11).

Tabela 11. Valores médios calculados da proteína e energia digestível das dietas experimentais.

	Dietas Experimentais			
	Controle	15% FT	30% FT	45% FT
Proteína Digestível (g/Kg MS)	29,99	26,19	20,88	19,46
Energia Digestível (Kcal/Kg MS)	4267,66	3914,31	3550,66	3144,65
Energia Metabolizável Aparente (Kcal/Kg MS)	4164,00	3811,89	3463,19	3057,83

Para a obtenção das equações de predição do teor de PD, ED e EMA utilizou-se o método Stepwise, em que, após cada etapa de incorporação de uma variável independente no modelo, existe a possibilidade da variável já selecionada ser descartada na etapa seguinte. Deste modo, o método Stepwise forneceu a melhor combinação de parâmetros para estimar os valores de uma variável dependente em função de suas variáveis independentes.

Como consideramos as variáveis independentes os principais componentes químicos das dietas, foram geradas diversas equações para determinar as variáveis dependentes: PD, ED e EMA. Essas equações apresentaram até quatro variáveis independentes para determinar a variável dependente, e como era de se esperar quanto maior o número de observações em uma equação, mais significativa ela será. Porém com dados obtidos nesse trabalho, equações com apenas uma variável independente, foram capazes de estimar os valores de PD, ED e EMA, com boa significância ($p < 0,0001$) e R^2 alto (tabela 12).

Tabela 12. Equações lineares simples, coeficientes de determinação (R^2) para a estimativa do conteúdo em proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EMA), em função dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) na matéria seca, em dietas para gatos.

Variável Dependente	Parâmetros da Regressão							
	Intercepto	M	PB	EE	FDN	FDA	R^2 (%)*	$P > F^*$
		S						
PD	-11,03018	-	1,14284	-	-	-	92,96	<0,0001
ED	5956,8819	-	-	-	74,90989	-	87,25	<0,0001
EMA	-203,6969	-	-	249,2952	-	-	89,06	<0,0001

0

*Coeficiente de determinação (R^2) e significância ($Prob > F$) das regressões.

A proteína bruta foi a variável com maior significância na determinação da PD no modelo ($P < 0,0001$), gerando uma equação ($PD = -11,03018 + 1,1423PB$) com alto coeficiente de determinação ($R^2 = 0,9296$).

Já para ED a fibra em detergente neutro foi a variável independente que gerou a equação ($ED = 5956,88 - 74,901FDN$) com melhor significância ($P < 0,0001$) e coeficiente de determinação ($R^2 = 0,8725$).

Para a EMA o extrato etéreo em hidrólise ácida gerou a melhor equação ($EMA = -203,69681 + 249,29520 EE$) com melhor significância ($P < 0,0001$) e coeficiente de determinação ($R^2 = 0,8906$).

Ao se extrapolar os valores calculados das regressões determinadas acima, os valores encontrados para PD, ED e EMA das dietas experimentais (CONTROLE, 15, 30 e 45%) de inclusão de farelo de trigo foram: 29.88, 26.42, 21.16 e 19.59; 4323.86, 3844.44, 3469.90 e 3239.18; e 4151.49, 3852.33, 3408.59 e 3084,50, respectivamente. Valores semelhantes aos encontrados para ED, PD e EMA calculados com base nas análises químicas e digestibilidades dos nutrientes encontrados para as dietas, presentes na tabela 11. Mostrando confiabilidade nas equações de predição encontradas nesse trabalho, mesmo com apenas uma variável independente analisada.

Nunes et al. (2001) estimaram o valor de EMA de 11 subprodutos do trigo para frangos de corte, através de equações de predição pelo método stepwise. As equações que tiveram maior significância e alto coeficiente de determinação (acima de 90%) foram aquelas que envolviam os conteúdos de PB e FDN. Para uma variável, a FDN foi a que proporcionou melhor valor de R^2 . Para animais monogástricos não-herbívoros as ingestões de alimentos ricos em frações fibrosas causam redução pronunciada da energia da dieta, já que a fibra é indigestível para essas espécies. Desta maneira, a ingestão de fibra é claramente determinante da redução de energia das dietas.

Neste trabalho a equação estimada para EMA a partir dos valores de FDN ($EMA = 5822,06978 - 73,5801 FDN$), também apresentou boa significância ($p < 0,0001$) e R^2 alto (0,8670), porém ainda menor que o R^2 da equação com única variável independente a partir do EE.

4. Conclusão

As melhores equações de predição com apenas uma variável dependente para energia digestível, proteína digestível e energia metabolizável aparente foram obtidas em função dos teores de PB, FDN e EE nas dietas, respectivamente.

A significância ($p < 0,0001$) e R^2 altos encontrados nas equações de predição determinadas nesse trabalho, sugerem que as estimativas encontradas e os pontos observados indicam consonância com o modelo proposto (Sampaio, 1998), o que os torna altamente significativos.

De posse dos valores de PB, FDN e EE de dietas contendo farelo de trigo para gatos, é possível através das equações aqui apresentadas determinar os valores de PD, ED e EMA para gatos adultos.

5. Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, M. I. V.; FERREIRA, W. M.; ALMEIDA, F.Q.; GONÇALVES, L.C; REZENDE, A. S. C. Composição Química e Predição do Valor Nutritivo de Dietas para Equinos. **Revista brasileira de zootecnia**, v.28, n.6, p.1268-1278, 1999
- ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS (AAFCO). Official Publication 2004. Association of American Feed Control Officials, Oxford, 2004.
- ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS (AOAC). **Official and tentative methods of analysis**. Arlington, Virginia: AOAC International, 16. ed., 1995.
- MANUAL *PET FOOD* BRASIL: **Referência em Qualidade e Segurança**. Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação. 6ª Edição. 2012.
- MELO, I.M.P. Prediction of digestibility of feedstuffs using cell wall constituents and enzymatic solubilities. **World Revisions of Animal Production**, 25(1):83-88, 1990.
- MINSON, D.J. 1982. Effect of chemical composition on feed digestibility and metabolizable energy. *Nutr. Abstr. Rev., Series B*, 52:591-615
- NUNES, R.V; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. *et al.* Composição Bromatológica, energia metabolizável e equações de predição de energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.785-793, 2001.
- SAAD, C. E. do P.; Ferreira, W. M.; SAAD, F. M. O. B.; LARA, B. L. Equações de Predição dos Valores Energéticos dos Alimentos para Papagaios verdadeiros (*Amazona aestiva*). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n.3, p. 876-882, 2007.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007, 283p.

SAMPAIO, I.B.M. Estatística aplicada à experimentação animal. 3.ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina veterinária e Zootecnia, 2010. 263p

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT User's guide**. *Version 8*, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1999.

WEISS, W.P.. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, 81(3):830-839, 1998.