

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

JULIANA DE MELO PIRES

**Farelo de casca de milho sem água de maceração em alimentos  
completos para cães: digestibilidade aparente dos nutrientes, balanço  
hídrico e características físico-químicas das fezes**

---

Pirassununga

2013

JULIANA DE MELO PIRES

**Farelo de casca de milho sem água de maceração em alimentos completos para cães: digestibilidade aparente dos nutrientes, balanço hídrico e características físico-químicas das fezes**

**“Versão corrigida”**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade de Produtividade Animal

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Roberta Ariboni Brandi

Pirassununga

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos  
da Universidade de São Paulo

P667f Pires, Juliana de Melo  
Farelo de casca de milho sem água de maceração em alimentos completos para cães: digestibilidade aparente dos nutrientes, balanço hídrico e características físico-químicas das fezes / Juliana de Melo Pires. -- Pirassununga, 2013.  
52 f.  
Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Departamento de Zootecnia.  
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.  
Orientadora: Profa. Dra. Roberta Ariboni Brandi.  
1. Animais de companhia 2. Coprodutos 3. Fibras 4. Nutrição. I. Título.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me presentear com belas oportunidades a cada momento de dificuldade.

A Universidade de São Paulo e todos os contribuintes paulistas por me proporcionarem todos esses anos de aprendizagem.

A toda minha família pelo apoio, torcida, compreensão e dedicação durante toda a minha vida. Até mesmo aos vários obstáculos que enfrentamos, eles nos fortalecem e nos ajudam a evoluir.

A minha mãe Rita de Cássia de Melo e ao meu pai José dos Santos Pires por resolverem todas as adversidades do meu dia a dia, aquelas comuns porem imprescindíveis que envolvem desde dar banho nas cachorras até revisões mecânicas de carro, sem vocês eu realmente não conseguiria. Agradeço especialmente por compreenderem o tempo que tive que me ausentar nesses dois anos.

A minha irmã Daniela de Melo Pires que esteve morando distante exatamente neste período, porém que me deu total apoio para concluir mais essa etapa.

A minha avó Arinda de Oliveira Pires simplesmente por ser meu maior exemplo de ser humano!

Um agradecimento muito especial a minha orientadora (no sentido literal da palavra) Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Roberta Ariboni Brandi por aceitar esse desafio de iniciar uma nova linha de pesquisa na nossa FZEA – USP. Obrigada por não medir esforços para que esse nosso objetivo se concretizasse, obrigada por aceitar minhas escolhas ao longo deste período, obrigada pelos conhecimentos técnicos e pessoais que você sempre esteve disposta a compartilhar.

Ao Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Ives Claudio da Silva Bueno por ser um ponto de apoio deste projeto, pela cordialidade e disponibilidade em sanar nossas dúvidas de maneira muito solícita. Aproveito para agradecer a técnica de laboratório Priscila Maldonado que também esteve muito disposta a auxiliar este projeto.

A Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Flávia Saad da Universidade Federal de Lavras (UFLA) por prontamente aceitar a parceira com nosso experimento e disponibilizar toda a infraestrutura, animais e a troca de experiências com seu grupo de alunos.

Ao Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Marcio Zangerônimo da Universidade Federal de Lavras (UFLA) por apoiar este projeto.

A todos os integrantes do NENAC (Núcleo de Estudos de Nutrição de Animais de Companhia da UFLA) pela receptividade, pelo apoio operacional e pela troca de experiências. Em especial agradeço a Lívia Geraldi que não mediu esforços para que nossos experimentos fossem realizados da melhor maneira possível, tenho certeza que nossos esforços trarão bons frutos.

Ao GPPEAC (Grupo de Pesquisas em Equinos e Animais de Companhia - FZEA), vocês também foram fundamentais para esse projeto. Obrigada pela ajuda técnica, pela amizade, pelas reuniões, pelas risadas e pelas ações sociais que compartilhamos.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de estudos no momento em que precisei.

A empresa Ingredion Brasil pela confiança e por ceder o ingrediente testado.

A empresa Manfrim pela confiança, pela fabricação do alimento completo utilizado e por disponibilizar seus colaboradores e sua infraestrutura.

A empresa Celta Brasil pela confiança, por ceder ingredientes e pelo apoio na realização deste projeto.

Agradecimento especial a empresa Petitos, a todos seus colaboradores e principalmente ao Gustavo Ribeiro Del Claro. Agradeço por tudo. Pela oportunidade, pela confiança, pela experiência, por apoiar as minhas escolhas e pelo respeito de todos os funcionários. Tenho muito orgulho de ter participado desse crescimento.

A empresa Premier pet pela oportunidade e por apoiar a conclusão desta pós graduação.

As minhas *roommates* Gabriela Feltre e Thalita Fanta pelo apoio, pelos conselhos, por me acalmarem e por aguentarem o cheiro de “comida de cachorro” nesses anos. Chegar em casa sempre foi muito gostoso.

A XXVIII turma de zootecnia da USP, descobri que Pirassununga não é a mesma sem vocês! Aos meus amigos anchietanos por me apoiarem, aceitarem a minha ausência e mesmo assim continuarem me proporcionando momentos inesquecíveis. Um agradecimento especial a três amigos que me mantiveram focada durante as madrugadas desse período: Dan, Xandre e Leo.

Aos animais do canil experimental por contribuírem para a realização deste projeto e especialmente as minhas cachorras Emmy e Nina por me motivarem diariamente a promover qualidade de vida a todos os cães.

A todos aqueles que torceram por mim, me acompanharam e me apoiaram durante mais esta conquista.

## RESUMO

PIRES, J.M. **Farelo de casca de milho sem água de maceração em alimentos completos para cães: digestibilidade aparente dos nutrientes, balanço hídrico e características físico-químicas das fezes.** 2013. 52p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a viabilidade de inclusão de farelo de casca de milho sem água de maceração em substituição ao farelo de trigo no alimento completo para cães através de ensaios de digestibilidade e análises de características físico-químicas das fezes. Foram utilizados 24 cães da raça *Beagle* em delineamento inteiramente casualizado, alojados em gaiolas metabólicas e submetidos a tratamentos com diferentes níveis de substituição de farelo de trigo por farelo de casca de milho sem água de maceração nos seguintes níveis: 0; 30; 60 e 90 g/kg. Para avaliação dos resultados de escore fecal, utilizou-se o teste Kruskal-Wallis e, para os resultados de digestibilidade e demais características fecais foi utilizado modelo misto. Em caso de efeito significativo ( $p < 0,05$ ) foi realizada a análise de regressão. Não foi observado efeito dos tratamentos ( $p > 0,05$ ) sobre o coeficiente de digestibilidade de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, extrativo não nitrogenado e energia bruta, entretanto, houve efeito ( $p < 0,05$ ) para energia digestível e para energia metabolizável. Para as características fecais foram observados efeitos ( $p < 0,05$ ) dos tratamentos sobre a matéria seca e o pH. Não foi observado efeito ( $p > 0,05$ ) para as demais características das fezes: excreção fecal diária, escore fecal, excreção de matéria natural a cada 100g de alimento ingerido, excreção de matéria seca a cada 100g de matéria seca de alimento ingerido, capacidade tamponante a pH 5, nitrogênio amoniacal e balanço hídrico. O farelo de casca sem água de maceração pode ser utilizado em até 90g/kg em substituição ao farelo de trigo, sem causar efeito deletério sobre a digestibilidade e características físico-químicas das fezes.

**Palavras-chave:** animais de companhia, coprodutos, fibras, nutrição

## ABSTRACT

PIRES, J.M. **Corn gluten feed without steep water in complete food for dogs: nutrient digestibility, water balance and chemical-physical characteristics of faeces.** 2013. 52p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

The present study aimed to investigate the feasibility of including corn gluten feed without steep water replacing the wheat bran in complete feed for dogs through digestibility and analyzes of physical and chemical fecal characteristics. It was used 24 Beagle dogs in a randomized design, housed in metabolic cages and subjected to treatments with different levels of substitution of wheat bran by corn gluten feed without steep water in the following levels: 0, 30, 60 and 90 g/kg. To evaluate the results of fecal score, we used the Kruskal-Wallis test, and the results of digestibility and the others fecal characteristics was used mixed model, in case of significant effect ( $p < 0.05$ ) regression. There was no treatment effect ( $p > 0.05$ ) on the digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, ether extract, crude fiber, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, non-extractable nitrogen and gross energy however there was effect ( $p < 0.05$ ) for digestible energy and metabolizable energy. For the fecal characteristics were observed effects ( $p < 0.05$ ) treatments for the dry matter and pH. There was no effect ( $p > 0.05$ ) for the other fecal characteristics: daily fecal score, fecal excretion of natural matter every 100g of food intake, excretion of dry matter each 100g of dry food intake, buffering capacity at pH 5, ammonia nitrogen and water balance. The corn gluten feed without steep water can be used to replace up to 90g/kg wheat bran, without causing a deleterious effect on the digestibility and physical-chemical characteristics of feces.

**Keywords:** coproducts, fiber, nutrition, pets



## Lista de Figuras

### 2. Revisão de literatura

Figura 1 – Classificação de escore fecal para cães variando de 0 (fezes líquidas) a 5 (fezes duras e secas) .....25

### 3. Artigo científico

Figura 1 – Efeitos da substituição parcial do farelo de trigo pelo farelo de casca de milho sem água de maceração na energia digestível e metabolizável de alimentos completos cães .....37

Figura 2 – Efeito da substituição parcial do farelo de trigo pelo farelo de casca de milho sem água de maceração sobre as características físico-químicas das fezes de cães .....39

## Lista de Tabelas

### 2. Revisão de literatura

Tabela 1 – Fermentação da fibra dietética para cães.....	16
Tabela 2 – Composição bromatológica do ingrediente farelo de casca de água de maceração .....	20

### 3. Artigo científico

Tabela 1 – Composição química do farelo de casca de milho sem água de maceração e do farelo de trigo (g/kg de MS) .....	32
Tabela 2 – Ingredientes e composição química analisada dos alimentos completos formulados com substituição do farelo de trigo por farelo de casca de milho sem água de maceração (g/kg de MS) .....	33
Tabela 3 – Coeficientes de digestibilidade aparente médios dos nutrientes, energia digestível e metabolizável dos alimentos completos para cães contendo substituição parcial do farelo de trigo pelo farelo de casca de milho sem água de maceração .....	36
Tabela 4 – Características físico-químicas das fezes de cães e balanço hídrico mediante consumo de alimentos completos com substituição parcial de farelo de trigo pelo farelo de casca de milho sem água de maceração .....	38

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
Lista de Figuras .....	ix
Lista de Tabelas .....	x
1. <i>Introdução</i> .....	13
2. <i>Revisão de literatura</i> .....	15
2.1 <i>Características anatômicas e fisiológicas dos cães</i> .....	15
2.2 <i>Ações da fibra no trato gastrointestinal dos cães</i> .....	16
2.3 <i>Recomendações de uso de fibras em alimentos completos para cães</i> .....	19
2.4 <i>Farelo de trigo na alimentação de cães</i> .....	19
2.5 <i>Farelo de casca de milho sem água de maceração na alimentação de cães</i> .....	20
2.6 <i>Utilização e aproveitamento de fontes de fibra na nutrição de cães</i> .....	21
2.7 <i>Alimento completo e sua influência na qualidade das fezes dos cães</i> .....	23
2.7.1 <i>Excreção fecal diária e matéria seca das fezes</i> .....	23
2.7.2 <i>Escore fecal</i> .....	24
2.7.3 <i>pH fecal</i> .....	26
2.7.4 <i>Capacidade tamponante</i> .....	26
2.7.5 <i>Nitrogênio amoniacal</i> .....	27
2.7.6 <i>Balanço hídrico</i> .....	27
3. <b>Artigo científico:</b> <i>Farelo de casca de milho sem água de maceração em alimentos completos para cães: digestibilidade aparente dos nutrientes, balanço hídrico e características físico-químicas das fezes</i>	
Resumo .....	29
Introdução .....	30
Material e Métodos .....	31
Resultados .....	35
Discussão .....	39

Conclusão .....	44
Agradecimentos .....	44
4. <i>Conclusão</i> .....	45
5. <i>Referências Bibliográficas</i> .....	46

## **1. Introdução**

Os cães são anatomicamente carnívoros, apresentando dentes caninos muito desenvolvidos, estômago desenvolvido, intestino delgado curto e ceco pouco desenvolvido (BORGES, 1998). A principal função do intestino grosso de cães é a absorção de eletrólitos e água, além de atuar como ambiente para fermentação microbiana (MASKELL e JOHNSON, 1993). O processo de fermentação pode ocorrer com a fibra, que é caracterizada como carboidrato estrutural que possui ligações do tipo  $\beta$  entre suas unidades de monossacarídeos (BORGES e FERREIRA, 2004).

Antigamente a importância da fibra na nutrição de não ruminantes era questionada, pois não se conhecia nenhum papel direto como nutriente, sendo atribuídas funções como manutenção do trânsito no trato gastrointestinal, diluição da energia e diminuição da digestibilidade dos nutrientes (ROQUE et. al., 2006). Já a adição de fontes de fibra de moderada fermentabilidade intestinal para cães facilita defecação e traz benefícios na saúde do epitélio intestinal e na redução dos níveis intestinais de amônia e de outras substâncias tóxicas (McDOUGALL et al., 1996).

Inicialmente, as fibras foram incluídas nas dietas de cães como prebióticos que são carboidratos não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro, por estimularem seletivamente a proliferação e atividade de populações de bactérias desejáveis no intestino delgado, no ceco e no cólon. Prebióticos modulam a composição da microbiota intestinal, e exercem um papel primordial na fisiologia gastrointestinal (ROBERFROID, 2002). A maioria dos dados da literatura sobre efeitos prebióticos relaciona-se aos frutoligossacarídeos (FOS), mananoligossacarídeos (MOS) e à inulina (PROPST, et. al, 2003, ZENTEK et. al. 2002, SWANSON, et. al. 2002).

Alguns ingredientes vêm sendo estudados como fontes de fibras para cães, como o glúten de milho (KAWAUCHI et. al., 2011), farelo de trigo (SÁ, 2011), milho, farelo de arroz, gérmen de milho, quirera de arroz, farelo de trigo, sorgo e milheto (SÁ FORTES, 2005), polpa de citros e folha de alfafa desidratada (MALAFAIA, et. al., 2002), polpa de beterraba, bagaço de tomate,

casca de amendoim, farelo de trigo e palha de trigo tratada com hidróxido alcalino (FAHEY et. al., 1990a) e, Solka Floc (celulose), fibra de aveia, polpa de beterraba, farelo de arroz, FOS, lactulose goma karaya, goma xantana, goma talha, semente de alfarroba, goma de semente de alfarroba, goma guar, pectina de citros e goma arábica (SUNVOLD et. al., 1995). Dentre os coprodutos já utilizados, destacam-se os oriundos do milho, como o glúten de milho 21, glúten de milho 60 e germe de milho desengordurado. Um ingrediente que é utilizado na Colômbia para fabricação de *petfood* e ainda não está disponível no mercado nacional é o farelo de casca de milho sem água de maceração. Este ingrediente é proveniente do processo de maceração do milho grão em que as cascas são separadas por peneiras e podem ser utilizadas como fonte de fibra em alimentos para cães (Ingredion Brasil - citação pessoal).

A promoção da saúde intestinal dos cães através do aproveitamento de fontes de fibras vem despertando interesse em utilizar ingredientes fibrosos que não diminuam a digestibilidade do alimento completo (KAWAUCHI et. al., 2011, SÁ, 2011, SÁ FORTES, 2005). As diferenças na solubilidade e fermentabilidade das fibras conferem a elas diferentes benefícios fisiológicos e influenciam nas características das fezes (BORGES et al. 2003). Alguns parâmetros vêm sendo avaliados para a determinação das características físico-químicas das fezes, dentre eles: o pH (De-OLIVEIRA, 2008), capacidade tamponante (ZEYNER et al. 2004), produção de fezes (KAWAUCHI et. al., 2011) e escore fecal (De-OLIVEIRA, 2008). O desejável é que as fezes sejam firmes, apresentem pouco volume e odor reduzido, o que, em geral, é conseguido através de alimentos completos de qualidade superior devido a melhor capacidade de digestão deste alimento pelo animal (MEYER, et. al, 1999).

O objetivo deste estudo foi estudar a viabilidade da substituição parcial do farelo de trigo pelo farelo de casca de milho sem água de maceração através de ensaios de digestibilidade dos nutrientes e análises de características físico-químicas das fezes de cães.

## **2. Revisão de literatura**

### **2.1 Características anatômicas e fisiológicas dos cães**

Os cães são anatomicamente carnívoros, apresentando dentes caninos muito desenvolvidos, próprios para arrancar e rasgar tecidos, ausência de amilase salivar, estômago desenvolvido, intestino delgado curto, ceco pouco desenvolvido, e rápido período de digestão, quando comparados a outros monogástricos. Em termos gerais, apresentam características fisiológicas digestivas, com relação a enzimas, processos de digestão e absorção, muito semelhantes a outras espécies de estômago simples não herbívoras, embora apresentem diferenças quanto à capacidade do aparelho digestivo (BORGES, 1998).

O trato digestório é curto e simples, o que exige uma área de superfície absorptiva ampla, resultando na presença dos vilos, responsáveis por aumentar a taxa de absorção de nutrientes (MASKELL e JOHNSON, 1993).

A porção proximal do estômago de cães apresenta uma membrana mucosa delgada com glândulas gástricas e, na porção distal, uma membrana mucosa espessa com menos glândulas (STEVENS e HUME, 1995). As regiões cardíacas e pilóricas secretam muco e bicarbonato, enquanto a região gástrica glandular secreta ácido clorídrico, pepsinogênio e lipase (MASKELL e JOHNSON, 1993).

O intestino delgado dos cães é composto por uma população microbiana simples quando comparado a herbívoros e ruminantes (KEARNS et al., 1998), no duodeno e jejuno encontram-se, predominantemente, *Streptococcus* e *Lactobacillus* e, no íleo, *Escherichia coli* e bactérias anaeróbias. A baixa densidade de microorganismos é resultado, principalmente, da influência da acidez gástrica e da bile (NRC, 2006) que proporcionam ambiente desfavorável à proliferação de certos microorganismos.

A principal função do intestino grosso de cães e gatos é a absorção de eletrólitos e água, além de atuar como ambiente para fermentação microbiana dos nutrientes que escapam da digestão e absorção no intestino delgado (MASKELL e JOHNSON, 1993). No entanto, o intestino grosso equivale a somente 13% (0,6m) do comprimento total de 4,5m do intestino dos cães.

Assim, somente cerca de 8% da digestão total ocorre nesta porção (DROCHNER e MEYER, 1991), podendo haver variação em função da dieta. De acordo com o NRC (2006), o intestino grosso de cães e gatos contém um complexo ecossistema microbiano constituído por diversos gêneros e centenas de espécies de bactérias, a maioria das bactérias no intestino saudável são anaeróbicas e, os gêneros de bactérias mais presentes nos cães ou gatos saudáveis são *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Bacteroides* e *Clostridium* (MASKELL e JOHNSON, 1993), porém os ingredientes da dieta podem afetar a composição de bactérias do intestino grosso (NRC, 2006).

### **2.2 Ações da fibra no trato gastrointestinal dos cães**

A fibra pode ser definida como um carboidrato estrutural (constituído por polissacarídeos e lignina) não hidrolisado pelas enzimas produzidas pelo trato digestivo de animais superiores, devido à presença de ligações do tipo  $\beta$  entre suas unidades de monossacarídeos (BORGES e FERREIRA, 2004). Como pode ser visto na Tabela 1, são diferenciadas pela solubilidade e fermentabilidade, variando de acordo com a fonte, processamento, solubilidade e transformações no trato gastrointestinal (MONRO, 2000). As diferenças na solubilidade e fermentabilidade das fibras conferem a elas diferentes benefícios fisiológicos e aplicações (BORGES et al. 2003).

Tabela 1 – Fermentação da fibra dietética para cães

<b>Tipo de fibra</b>	<b>Solubilidade</b>	<b>Fermentabilidade</b>
Polpa de beterraba branca	Baixa	Moderada
Polpa de citrus	Baixa	Moderada
Celulose	Baixa	Baixa
Farelo de arroz	Baixa	Moderada
Goma arábica	Alta	Moderada
Pectina	Baixa	Alta
Couve e repolho	Baixa	Alta

Fonte: BORGES (1998)



As fibras hidrossolúveis são constituídas pelos polissacarídeos não amiláceos solúveis em água, como, por exemplo, as pectinas das frutas e os arabinoxilanos do arroz (BORGES e FERREIRA, 2004). Segundo Roque et al. (2006) normalmente as fibras solúveis são fermentáveis, viscosas e gelificantes o que lhes confere uma série de benefícios fisiológicos, tais como: modulação da motilidade gastrointestinal, efeitos no aumento da massa, volume e consistência das fezes, redução da diarreia pelo aumento na absorção de água, promoção no desenvolvimento da mucosa do íleo e do cólon, fornecimento de energia à mucosa intestinal, diminuição do pH do cólon, aumento da proteção contra infecção, aumento na tolerância à glicose (BORGES et al., 2003), adsorção de ácidos biliares e possível repercussão sobre a absorção e na deposição de gordura (ZHAO et al., 1995) e, diminuição da concentração sérica do colesterol (KRITCHEVSKY, 1997). Dessa forma, segundo Roque et. al. (2006) podem ser utilizadas no controle de determinadas doenças como a obesidade e a diabetes.

Durante sua passagem pelo trato gastrointestinal ocorre a formação dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), obtidos por meio da fermentação da fibra no cólon (ROQUE et al., 2006). Estes contribuem como fonte de energia para o epitélio intestinal (FERREIRA, 1994), reduzindo os níveis intestinais de amônia e outras substâncias tóxicas e, facilitando a defecação e a taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal. Através desse fornecimento de energia, o epitélio intestinal tem maior desenvolvimento, aumentando sua superfície de absorção de nutrientes.

O fornecimento de energia para colonócitos e enterócitos causa a proliferação das células epiteliais (SAKATA, 1987), e é conseguido através da fermentação da fibra que ocorre no cólon dando origem, além de outros produtos, ao butirato. O butirato é absorvido pelas células do cólon e utilizado como energia prontamente disponível por essas células. Sua absorção é acoplada à reabsorção de sódio e água, e pode, assim, proporcionar um efeito antidiarreico. A alimentação dos enterócitos e colonócitos pelos AGCC conduz a uma hipertrofia da mucosa intestinal, aumento de seus peso e superfície, o que otimiza a digestibilidade dos nutrientes por uma expansão da sua superfície de absorção.

Animais recebendo fibras moderadamente fermentáveis apresentaram aumento do tamanho do cólon, maior área de superfície e hipertrofia da mucosa, quando comparados com animais recebendo fibra não fermentável (BORGES et al., 2003). A capacidade higroscópica desta fibra resulta em aumento da viscosidade do bolo fecal, causando diminuição da taxa de esvaziamento gástrico, saciedade e impacto sobre a ingestão de alimentos (ROQUE et. al., 2006)

Já as fibras insolúveis são fermentadas pela microbiota intestinal de maneira muito precária e são excretadas, em grande medida, intactas. Retendo água, elas aumentam a massa fecal e o peso das fezes. Estas fibras têm um efeito de dar consistência ao bolo fecal, estimulando o peristaltismo intestinal através da ação agressiva que provoca na musculatura da parede intestinal (BORGES et al., 2003).

Segundo Roque et. al. (2006) além do conceito de hidrossolubilidade, a fermentabilidade é um fator importante a ser considerado no estudo das fibras. De acordo com Sunvold et al. (1995), a fibra muito fermentável pode causar transtornos digestivos (grande produção de gases), além do aumento da concentração de AGCC causando extravasamento de líquido para o lúmen intestinal, resultando em diarreia. Como exemplos deste tipo de fibra, podem ser citadas a pectina e a goma guar (ROQUE et. al., 2006).

A fibra moderadamente fermentável, como a polpa de beterraba e o farelo de arroz, tem o efeito dos outros dois tipos de fibra. Fornece energia às células que revestem o intestino, além de formar massa removendo os resíduos (CASE et al., 1998).

Já as fibras pouco fermentáveis, como a celulose, retêm água e aumentam o volume das fezes, diminuindo o tempo de trânsito. Em excesso, devido à ação agressiva sobre a mucosa intestinal, podendo levar a um decréscimo importante na absorção de nutrientes e inflamação das microvilosidades do cólon (CASE et al., 1998).

### **2.3 Recomendações de uso de fibras em alimentos completos para cães**

A maior parte dos alimentos comerciais para cães apresentam um teor de fibra bruta compreendido entre 1 e 4 % da matéria seca, com exceção dos produtos com finalidade terapêutica (BORGES e FERREIRA, 2004). Segundo Hussein (2003), altos níveis de fibra (5 a 25% da MS) podem ser incluídos em dietas para cães obesos e em dietas para animais saudáveis com peso dentro do padrão, quando os mesmos recebem alimento à vontade.

### **2.4 Farelo de trigo na alimentação de cães**

O farelo de trigo é produzido em todo o mundo em grandes quantidades como um coproduto da moagem da farinha de trigo branca para o consumo humano (BERGMANS et al., 1996; YUAN et al., 2005) e, é largamente empregado na alimentação de ruminantes e monogástricos. Este ingrediente contém, na matéria natural, 31,35% de amido, 9,66% de fibra bruta, 40,59% de FDN, 10% de lignina e 15,52% de proteína bruta (MAES et al., 2004; ROSTAGNO et al., 2005).

Os principais os polissacarídeos não amiláceos (PNA's) do farelo de trigo são arabinosilanos (36,5%), celulose (11%) e ácidos urônicos (3 a 6%), que interferem negativamente na digestão dos demais nutrientes (MAES et al., 2004). Sua grande proporção de PNA's pode prejudicar a digestão (SILVA; SMITHARD, 2002), comprometendo a digestibilidade da dieta e a eficiência de utilização e disponibilidade de alguns aminoácidos (SILVA et al., 2000), reduzindo a energia metabolizável e o desempenho dos animais (ARAUJO et al., 2008).

Entretanto, na avicultura e na suinocultura industrial a utilização de ingredientes com tais características adicionados de complexos multienzimáticos que visam à diminuição e o controle de fatores antinutricionais vêm sendo estudados e aplicados, com isso, a mesma tecnologia já vêm sendo estudada na alimentação de cães (SÁ, 2011).

## **2.5 Farelo de casca de milho sem água de maceração na alimentação de cães**

O farelo de casca de milho sem água de maceração é um ingrediente proveniente da Colômbia. O processo de fabricação deste ingrediente é realizado da seguinte maneira: os grãos de milho são encaminhados para tanques de aço inoxidável onde são macerados, quando atingem cerca de 50% de umidade. A massa de grãos segue para a separação do germe. Após este processo, obtém um material constituído por amido, glúten e casca. As cascas são separadas por peneiras, constituindo o produto "Casca de Milho" (Ingredion Brasil - citação pessoal).

A composição bromatológica do ingrediente farelo de casca sem água de maceração está descrita na tabela 2.

Tabela 2 – Composição bromatológica do ingrediente farelo de casca de milho sem água de maceração

<b>Análise</b>	<b>Resultado</b>
<b>Umidade de Voláteis</b>	4,15 %
<b>Proteína Bruta</b>	11,05 %
<b>Fibra Bruta</b>	11,81 %
<b>Fibra em Detergente Ácido</b>	15,75 %
<b>Fibra em Detergente Neutro</b>	58,16%
<b>Extrato Etéreo por Hidrólise Ácida</b>	5,92%
<b>Amido</b>	38,18 %
<b>Matéria Mineral</b>	0,71 %
<b>Aflatoxinas</b>	< 1,00 ppb

Fonte: Ingredion Brasil

Este produto está em fase de testes, portanto ainda não está disponível no mercado nacional.

## **2.6 Utilização e aproveitamento de fontes de fibra na nutrição de cães**

A importância da fibra na nutrição de não ruminantes era questionada, pois não era conhecido nenhum papel direto como nutriente, sendo atribuídas funções como manutenção do trânsito no trato gastrointestinal, diluição da energia e diminuição da digestibilidade dos nutrientes (ROQUE et al., 2006). Porém, a promoção da saúde intestinal dos cães através do aproveitamento de fontes de fibras vem despertando interesse em utilizar ingredientes fibrosos que não diminuam a digestibilidade do alimento completo (KAWAUCHI et al., 2011; SÁ, 2011; SÁ FORTES, 2005).

Resultados importantes quanto ao uso de diferentes fontes de fibras vêm sendo relatados em estudos nacionais e internacionais, muitos estudos ainda encontraram menores digestibilidades em alimentos contendo fontes de fibras para cães e alterações na qualidade fecal (SÁ, 2011; BURKHALTER et al., 2001; FAHEY et al., 1992; KAWAUCHI et al., 2011).

Sá (2011) utilizou ração sem farelo de trigo, ração com 25% deste ingrediente e três rações com 25% com diferentes complexos enzimáticos, as rações com farelo de trigo não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ) em relação aos coeficientes de digestibilidades, porém apresentaram menores coeficientes de digestibilidade do que a ração sem o ingrediente fibroso para MS (76,31% comparado a 81,46%), MO (81,37% comparado a 86,30%), PB (83,2% comparado a 87,30%), EE ácido (86,61% comparado a 91,72%) e EB (81,51% comparado a 86,57%), o farelo de trigo afetou a digestibilidade dos nutrientes e ainda apresentou efeito ( $p < 0,05$ ) quanto ao aumento do peso fecal em função da adição da fonte de fibra.

No estudo de Burkhalter et al. (2001) foram utilizadas cascas de soja com diferentes proporções de fibra insolúvel e solúvel, comparadas ao alimento sem suplementação de fibra. Houve redução ( $p < 0,05$ ) da digestibilidade de MS (de 78,5% para 69,2%), MO (de 85,7% para 77,0%), EE (de 94,0% para 91,5%) e EB (de 86,1%, para 80,3%) em todos os tratamentos contendo casca de soja, independente da proporção de fibra insolúvel e, ainda aumentou ( $p < 0,05$ ) o peso de fezes. As diferenças na digestibilidade e na produção fecal podem ser afetadas pela fonte de fibra (BURKHALTER et al., 2001).

Malafaia et al. (2002) trabalharam com a inclusão de 20% de polpa cítrica e folha de alfafa desidratada e, o acréscimo de fonte de fibra culminou em aumento ( $p < 0,05$ ) na digestibilidade de FDN chegando a 40,3%. Tal resultado é diferente do encontrado por Fahey et al. (1992) que utilizaram dieta controle; adição de 7,5% de polpa de beterraba, e, 2,5%, 5,0% e 7,5% de adição de fibra de aveia. Com a fibra de aveia, obtiveram redução ( $p < 0,05$ ) na digestibilidade de fibra dietética total (FDT). Na ocasião, o tratamento com 7,5% de polpa de beterraba apresentou 61,1% enquanto que os animais alimentados com 7,5% de fibra de aveia apresentaram 39,7%, reforçando que as características da fibra utilizada interferem diretamente no aproveitamento pelo animal.

O estudo de aproveitamento da fibra pode ser realizado a partir da fração FDN uma vez que Fahey et al. (1990a), analisando diferentes frações da fibra, concluíram que FDN e FDT são adequadas para definir o conteúdo de fibra dietética quando se utiliza a polpa de beterraba, enquanto que FB, FDA e lignina em detergente ácido são inadequadas para definir o conteúdo da parede celular destas dietas (FAHEY et al., 1990a). Ainda neste estudo constaram que houve diminuição linear ( $p < 0,05$ ) da MS fecal com a inclusão de polpa de beterraba, o alimento sem fonte de fibra resultou em 38% contra 20% MS nas fezes do alimento com 12,5% dessa fibra.

A utilização de coproduto do milho já havia sido investigada por Kawauchi et al. (2011), que utilizaram glúten de milho 21 em níveis de 70, 140 e 210 g/kg. A inclusão deste coproduto do milho apresentou redução linear ( $p < 0,01$ ) nos coeficientes de digestibilidade de MS, MO, PB, EE, EB e EM (KAWAUCHI et al., 2011). Além da diminuição da digestibilidade dos nutrientes o glúten de milho 21 contribuiu para o aumento do peso das fezes

Guevara et al. (2008) analisando dietas com inclusão de 7% de polpa de beterraba ou quatro diferentes fontes de fibra de milho resultantes da produção de etanol (*Native corn fibers, native corn fibers with fines, hydrolyzed corn fibers, and hydrolyzed extracted corn fibers*), não encontraram diferença ( $p < 0,05$ ) entre as fontes de fibra de milho na digestibilidade média dos nutrientes (CDMS=80,35%, CDPB=83,02% e CDFDT= 21,97%) e pouca variação na %MS das fezes (38,8 - 40,9%). Com base nesses resultados, os

autores consideram que fibras de milho são potenciais fontes de fibra dietética em alimentos para cães.

## **2.7 Alimento completo e sua influência na qualidade das fezes dos cães**

Quando se deseja avaliar o potencial de utilização de um alimento na nutrição de cães e gatos deve ser considerado além da digestibilidade, valor energético, os efeitos metabólicos da dieta e suas possíveis relações com a saúde geral, além dos efeitos de seu consumo sobre a qualidade e quantidade de fezes produzidas (KAWUACHI, 2008).

Segundo Parreira (2003) a indústria de alimentos *pet*, se preocupa cada vez mais em elaborar produtos que promovam fezes bem formadas e firmes, indicando para o proprietário a alta qualidade e digestibilidade do alimento. Isso é evidenciado por Case et al. (1998) quando concluem que a medida que a capacidade de digestão de certo alimento aumenta, o volume fecal diminui consideravelmente. Além do volume fecal, diversas características físico-químicas são analisadas a fim de caracterizar o aproveitamento e efeitos fisiológicos causados pelos alimentos fornecidos. A seguir estão descritos alguns parâmetros para características das fezes:

### **2.7.1 Excreção fecal diária e matéria seca das fezes**

Estudos têm demonstrado o aumento na produção fecal devido à utilização de ingredientes vegetais (FAHEY et al., 1990b; SÁ, 2011; KAWAUCHI et al., 2011; BURKHALTER et al., 2001; YAMKA et al., 2003), porém este parâmetro é influenciado pela qualidade da fibra oferecida.

As fibras insolúveis, devido a sua capacidade higroscópica, aumentam a viscosidade do bolo fecal, diminuindo o teor de matéria seca e, conseqüentemente, formando fezes mais macias e pastosas. As fibras insolúveis são excretadas praticamente intactas o que gera aumento de volume e peso das fezes (ROQUE et al., 2006). Guevara et al. (2008) que consideram fibras de milho potenciais fontes de fibra dietética em alimentos para cães encontraram pouca variação na MS das fezes (388,0-409,0 g/kg), diferente de

Fahey et al. (1990b) que constataram diminuição linear ( $P < 0,05$ ) da MS fecal com a inclusão de polpa de beterraba, o alimento sem fonte de fibra resultou em 380 g/kg contra 200 g/kg MS nas fezes do alimento com inclusão de 125 g/kg dessa fibra.

Uma das maneiras de constatar o aproveitamento do alimento pelo animal e a produção de fezes real é ajustar a produção de fezes pelo consumo de alimento, para isso é considerada a produção fecal relacionada a ingestão de 100g de alimento, ambos em matéria natural e em matéria seca (KAWAUCHI, 2008). Para a inclusão de 70, 140 e 210 g/kg de glúten de milho 21 no alimento completo de cães foi constatado aumento linear ( $p < 0,0001$ ) na produção de fezes ajustada ao consumo de 100g de alimento, o tratamento sem fonte de fibra resultou em 32,20g de fezes por 100g de alimento ingerido, enquanto que os tratamentos contendo a fonte de fibra resultaram e 60,10g de fezes por 100g de alimento ingerido (KAWAUCHI, 2008).

### **2.7.2 *Escore fecal***

O volume e o escore fecal são diretamente influenciados pela composição do alimento, assim alimentos completos de qualidade superior, geralmente proporcionam fezes mais firmes e em menor volume devido a melhor capacidade de digestão deste alimento pelo animal (MEYER et al., 1999).

Avaliação do escore fecal é uma ferramenta importante na pesquisa e para a indústria de alimentos para animais de companhia (MAIA, 2005), porém não há um consenso em relação à classificação de escore fecal de cães, neste trabalho foi utilizada a classificação proposta por Sá (2011) e de-Oliveira et al. (2008) como segue na figura abaixo:





Classificação	Característica
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
4	Fezes bem formadas e consistentes
5	Fezes bem formadas, duras e secas

Fonte: Adaptado de SÁ (2011)

Figura 1 – Classificação de escore fecal para cães variando de 0 (fezes líquidas) a 5 (fezes duras e secas).

Segundo Maia et al. (2010), considerando a classificação anteriormente apresentada, escore fecal desejável para cães é entre os valores três e quatro. Sá (2011) não observou diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos oferecidos aos cães em quem foi utilizado 25% de farelo de trigo na formulação. Na ocasião, o escore fecal manteve-se ideal em todos os tratamentos variando de 4,03 a 4,21.

### **2.7.3 pH fecal**

A utilização de fibras solúveis e insolúveis na alimentação de cães atuam na diminuição do pH do cólon, aumentando a quantidade de substratos que chegam ao cólon (GUILLON & CHAMP, 2000), fornecendo mais energia a mucosa intestinal e favorecendo a proteção contra infecções (BORGES et al., 2003). Consequentemente, há a redução do pH das fezes, o que sinaliza maior fermentação intestinal nos cães (CUMMINGS & MacFARLANE, 1991). Valores mais baixos de pH podem inibir a proliferação de bactérias patogênicas (HUSSEIN et al., 1999) favorecendo a saúde dos animais.

Sá (2011), trabalhando com tratamentos contendo 25% de farelo de trigo observou queda ( $p < 0,05$ ) no pH (os resultados variam de 7,05 a 6,48), assim como Kawauchi et. al. (2011), em que o pH variou de 7,45 a 7,20 com a inclusão de 70, 140 e 210 g/ kg de glúten de milho 21 no alimento completo de cães.

### **2.7.4 Capacidade tamponante**

O estudo da capacidade tamponante é complementar ao estudo do pH indicando a capacidade de reação do meio contra influências modificadoras. Tal característica já é analisada em ruminantes e equinos (ZEYNER et al., 2004) porém é um estudo inovador para cães, não existindo valores de estudos anteriores para comparação. Segundo os mesmos autores a capacidade tamponante do pH atual para qualquer valor de pH preferido representa a potência real do meio de reagir contra influências modificadoras, por exemplo os ácidos.

A capacidade tamponante é alterada de acordo com as características dos diferentes tipos de alimentos, por exemplo a redução do nível proteico do alimento e a simultânea suplementação de aminoácidos sintéticos para manter níveis adequados dos aminoácidos limitantes reduz a capacidade tamponante (ROSTAGNO & PUPA, 1998). Ferreira (1994) cita que a capacidade tamponante das fezes é uma das principais características físico-químicas da fibra dietética, além de capacidade de troca catiônica, capacidade de hidratação e viscosidade.

### **2.7.5 Nitrogênio amoniacal**

As fezes dos animais possuem diversos elementos voláteis que caracterizam o mau odor dos dejetos, com isso os proprietários buscam fornecer aos seus animais alimentos que resultem em fezes mais firmes e com menor odor (MAIA et al., 2010). Esses benefícios podem ser alcançados com a inclusão de aditivos no alimento, como o extrato de *Yucca schidigera*, que inibe a urease pela fração de saponinas do extrato (PRESTON et al., 1987) e é fonte alternativa de fibra, auxiliando na redução no trânsito intestinal (McFARLANE et al., 1988a), ou com a inclusão de zeólitas (aluminiossilicatos hidratados), que têm propriedades de absorção de gases, vapores e água (POND et al., 1995). A mensuração do odor das fezes de cães pode ser realizada com painel sensorial de avaliadores (MAIA, 2010) ou por quantificação do nitrogênio amoniacal das fezes (BRITO, 2010).

A análise de odor das fezes em animais de companhia através da quantificação de nitrogênio amoniacal tem sido realizada (AQUINO et al., 2012; BRITO et al., 2010). Aquino et al. (2012) estudaram o efeito de extrato de parede de levedura no odor das fezes de gatos, na ocasião, a variação entre os tratamentos (0,69 a 1,96%) não apresentou diferença ( $p > 0,05$ ), diferente do constatado por Brito et al. (2010), que encontraram diferença ( $p < 0,05$ ) de teor de nitrogênio amoniacal nas fezes de cães que receberam alimento com alta umidade e alta inclusão de ácido propiônico, sendo o menor nível de nitrogênio amoniacal nas fezes o de 3,80 g/kg de nitrogênio amoniacal obtido com dieta com alta umidade contendo 1,3 g/kg de ácido propiônico.

### **2.7.6 Balanço hídrico**

O balanço hídrico é analisado para verificar a relação de água excretada em relação a água ingerida. É obtido pela diferença entre o total de água consumida (água via alimento e de bebedouro) e o total de água excretada (volume de urina e umidade das fezes) em determinado período (CARCIOFI et al., 2005). Este parâmetro pode indicar maior retenção de água e maior

digestibilidade do alimento, uma vez que alimentos com maior digestibilidade, por exemplo, promovem menor perda fecal de água (CARCIOFI et al., 2005).

Carciofi et al.(2005) analisaram o balanço hídrico de gatos alimentados com alimentos comerciais secos, os mesmos adicionados de água e alimento úmido. No estudo em questão observaram correlação positiva ( $p < 0,05$ ) entre água proveniente do alimento, água excretada, água nas fezes e volume de urina, porém não encontram correlação ( $p > 0,05$ ) de água de bebida e volume de urina, sendo essa água de bebida correlacionada apenas a excreção total de água e excreção de água nas fezes, concluindo que o volume da urina é influenciado ( $p < 0,05$ ) apenas pela umidade do alimento, quando apresenta uma grande relação de água:matéria seca. Assim, concluíram que as características do alimento influenciam ( $p < 0,05$ ) o balanço hídrico do animal.

### 3. Artigo científico

Farelo de casca de milho sem água de maceração em alimentos completos para cães: digestibilidade aparente dos nutrientes, balanço hídrico e características físico-químicas das fezes

**Resumo** Com o objetivo de avaliar o efeito da substituição parcial do farelo de trigo pelo farelo de casca de milho sem água de maceração sobre a digestibilidade dos nutrientes e as características físico-químicas das fezes de cães, foram utilizados 24 cães da raça *Beagle* em delineamento inteiramente casualizado. Nos alimentos completos o farelo de trigo foi substituído por 0 - sem substituição -, 30; 60 e 90 g/kg de farelo de casca de milho sem água de maceração. Não foi observado efeito dos tratamentos ( $P>0,05$ ) sobre o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes como matéria seca (0,771), matéria orgânica (0,806), proteína bruta (0,813), extrato etéreo (0,798), fibra bruta (0,393), fibra em detergente neutro (0,425), fibra em detergente ácido (0,286), extrativo não nitrogenado (0,849) e energia bruta (0,812), entretanto houve efeito ( $P<0,05$ ) para energia digestível que variou de 14,42 a 15,24 MJ/kg MS e para energia metabolizável que variou de 13,42 a 14,24 MJ/kg MS. Para as características fecais foram observados efeitos ( $P<0,05$ ) dos tratamentos para a matéria seca (com variação de 359,6 a 404,0 g/kg) e pH (com variação de 5,83 a 6,44). Não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) para as demais características das fezes: excreção fecal diária (129,6 g MN/dia e 49,0 g MS/dia), escore fecal (3,90), excreção de matéria natural (MN) a cada 100g de alimento ingerido (56,77g), excreção de MS a cada 100g de MS de alimento ingerido (22,86g), capacidade tamponante a pH 5 (57,81mmol/l), nitrogênio amoniacal (1,46 g/kg de MS de fezes) e balanço hídrico (333,25 ml/dia). O farelo de casca de milho sem água de maceração pode ser utilizado em até 90g/kg em substituição ao farelo de trigo, sem causar efeito sobre a digestibilidade e características físico-químicas das fezes.

**Palavras chave** animais de companhia, coproduto, fibras, nutrição

## Introdução

A importância da fibra na nutrição de não ruminantes era questionada, pois não era conhecido nenhum papel direto como nutriente, sendo atribuídas funções como manutenção do trânsito no trato gastrointestinal, diluição da energia e diminuição da digestibilidade dos nutrientes (ROQUE et al., 2006). Porém, a promoção da saúde intestinal dos cães através do aproveitamento de fontes de fibras vem despertando interesse em utilizar ingredientes fibrosos que não diminuam a digestibilidade do alimento completo (KAWAUCHI et al., 2011; SÁ, 2011; SÁ FORTES, 2005).

Diferentes fontes de fibras têm sido testadas, dentre elas, o glúten de milho 21 (KAWAUCHI et al., 2011), farelo de arroz, gérmen de milho, farelo de trigo (SÁ FORTES, 2005), polpa de beterraba, polpa de tomate, casca de amendoim, farelo de trigo, palha de trigo tratada com peróxido de hidrogênio alcalino (FAHEY et al., 1990a), casca de aveia tratada com peróxido de hidrogênio alcalino (FAHEY et al., 1992), celulose, polpa de beterraba, polpa cítrica, e três misturas: celulose e goma arábica; pectina cítrica, goma talha e goma de alfarroba e, polpa de beterraba, pectina cítrica e goma guar (SUNVOLD et al., 1995).

Dentre os coprodutos já utilizados, destacam-se os oriundos do milho, como o glúten de milho 21, glúten de milho 60 e germe de milho desengordurado. Um ingrediente utilizado na Colômbia para fabricação de *petfood* é o farelo de casca de milho sem água de maceração, que é proveniente do processo de maceração do milho grão, no qual, após a evaporação da água de maceração e a separação do germe, é obtido um material constituído de amido, glúten e casca. As cascas são separadas em peneiras e utilizadas como farelo de casca de milho sem água de maceração (INGREDION BRASIL - citação pessoal).

As diferenças na solubilidade e fermentabilidade das fibras conferem a elas diferentes benefícios fisiológicos e influenciam nas características fecais (BORGES et al., 2003). Alguns parâmetros são avaliados para a determinação das características físico-químicas das fezes, como por exemplo, produção de fezes (KAWAUCHI et al., 2011), escore fecal e pH (DE-OLIVEIRA et al.,

2008), capacidade tamponante (CT) (adaptado de ZEYNER et al., 2004) e, nitrogênio amoniacal (BRITO et al., 2010).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da substituição parcial do farelo de trigo pelo farelo de casca de milho sem água de maceração sobre a digestibilidade dos nutrientes e as características físico-químicas das fezes de cães.

## **Material e Métodos**

Todos os procedimentos utilizados neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da Universidade de São Paulo (USP), protocolo nº 2012.1.1327.74.0.

O experimento foi realizado no canil experimental da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras/ Minas Gerais, Brasil. Foram utilizados 24 cães adultos da raça *Beagle*, com peso vivo de  $15,37 \pm 2,0$  kg, e idade de  $5,17 \pm 1,37$  anos. Durante os cinco dias de adaptação, os animais foram mantidos em baias individuais, com área de solário e, nos cinco dias de colheita foram alojados em gaiolas metabólicas equipadas com piso gradeado e bebedouro do tipo chupeta. A água foi fornecida à vontade.

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. O fornecimento diário de energia (kcal/dia) foi calculado pela equação  $95x(PV)^{0,75}$  recomendada pelo NRC (2006) para cães adultos inativos e, a partir deste resultado a quantidade diária de alimento (gramas/dia) foi definida considerando as energias metabolizáveis dos tratamentos.

Os tratamentos consistiram na substituição parcial do farelo de trigo pelo farelo de casca de milho sem água de maceração (Tabela 1): 0 g/kg - sem inclusão de farelo de casca de milho sem água de maceração -, 30 g/kg; 60 g/kg e 90 g/kg de inclusão deste ingrediente em substituição ao farelo de trigo (Tabela 2).

Tabela 1 – Composição química analisada do farelo de casca de milho sem água de maceração e do farelo de trigo (g/kg de MS)

Item	Ingredientes	
	Farelo de casca de milho sem água de maceração	Farelo de trigo
Matéria Seca	934,0	880,0
Matéria Mineral	9,1	55,0
Proteína Bruta	109,2	155,0
Extrato Etéreo	23,5	36,0
Fibra Bruta	175,9	93,0
Fibra em Detergente Neutro	759,6	-
Fibra em Detergente Ácido	212,6	-
Extrativo Não Nitrogenado	682,3	661,0



Tabela 2 – Ingredientes e composição química analisada dos alimentos completos formulados com substituição do farelo de trigo por farelo de casca de milho sem água de maceração (g/kg de MS)

Item	Tratamentos (g/kg)			
	0 (controle)	30	60	90
<i>Ingredientes</i>				
Farelo de trigo	200	170	140	110
Farelo de casca de milho sem água de maceração	0	30	60	90
Milho grão	290	280	280	290
Quirera de arroz	210	210	210	210
Farelo de soja 45/80	110	110	110	100
Farinha de carne e ossos 450 g/kg	60	60	60	50
Farinha de vísceras integral	80	90	90	100
Minor ingredients <sup>a</sup>	50	50	50	50
Total	1000	1000	1000	1000
<i>Composição química</i>				
Matéria Seca	967,1	967,1	965,5	955,2
Matéria Mineral	76,2	71,4	70,3	59,3
Proteína Bruta	239,9	250,2	235,1	224,0
Extrato Etéreo	54,8	52,8	51,4	59,8
Fibra Bruta	35,7	38,2	39,8	37,8
Fibra em Detergente Neutro – FDN	150,6	167,9	170,1	169,5
Fibra em Detergente Ácido – FDA	56,7	55,1	57,4	61,0
Extrato Não Nitrogenado – ENN	593,4	587,4	603,4	616,1
Energia Bruta (MJ/kg)	18,20	18,27	18,17	18,59

<sup>a</sup> suplemento por quilograma de alimento completo: Vitamina A, 10.000 IU; Vitamina D3, 1500 IU; Vitamina E, 50 IU; Vitamina K, 0.55 mg; Vitamina B12, 30 mcg; Vitamina B1, 5,5 mg; Vitamina B2, 4 mg; Vitamina B6, 5,5 mg; Niacina, 50 mg; Biotina, 0,012 mg; Ácido Pantotênico, 12 mg; Ácido Fólico, 0,8 mg; Colina, 1.200 mg; Cobalto, 0,2 mg; Manganês, 40 mg; Zinco, 120 mg; Cobre, 18 mg; Iodo 1,8 mg; Ferro, 80 mg; Selênio, 0,12 mg; antioxidante, 150

mg; antifúngico, 2g; zeólita 10g; extrato de *Yucca* 0,25g; palatilizante 10g, óleo de vísceras de aves 20g.

Os alimentos completos foram extrusados e, posteriormente, moídos, sendo fornecidos com adição de água na proporção 2:1 (água:alimento) em duas refeições diárias, às 8h00min e às 17h00min.

Para a determinação das características físico-químicas das fezes, a colheita foi realizada imediatamente após defecação e submetida a: classificação de escore em que 0 - correspondeu a fezes líquidas, 1 - fezes pastosas e sem forma, 2 - fezes macias, mal formadas e que assumiam o formato do recipiente de colheita, 3 - fezes macias, formadas e úmidas, 4 - fezes bem formadas e consistentes e 5 - fezes bem formadas, duras e secas, (DE-OLIVEIRA et al., 2008); pesagem, determinação do pH (diretamente nas fezes, com peagâmetro digital de bancada de precisão 0,01 - QUIMIS, modelo Q400A), da capacidade tamponante (CT) (adaptada de ZEYNER et al., 2004) e do nitrogênio amoniacal (adaptado de PRESTON, 1995).

A CT foi realizada com 15 g de fezes frescas e 15 mL de água destilada que foram homogeneizadas e filtradas em duas camadas de tecido de algodão. O líquido resultante da filtração foi homogeneizado com água destilada até atingir 24 g para a titulação com ácido acético 0,25 M. A CT no pH 5,0 (CT5) refere-se ao volume de ácido acético necessário para alterar o pH 6,0 para o pH 5,0 multiplicado por 12,5 que refere-se a adaptação da metodologia para a quantidade de amostra utilizada:

$$CT \text{ (mmol/l)} = \text{Volume gasto de ácido acético } 0.25M(\text{mL}) \times 12.5$$

O teor de nitrogênio amoniacal foi determinado em extrato obtido de 5 g de fezes diluídas em 10 mL de água destilada, centrifugada duas vezes por 15 minutos, 1006,2 G e 1788.8 G, respectivamente. Do sobrenadante, 5 ml foram destilados e titulados com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,05 N).

O balanço hídrico foi constatado pela a diferença diária entre a água ingerida (água de bebida e água do alimento) e a água eliminada via urina e fezes seguindo a metodologia descrita por Carciofi et al. (2005), sem considerar a água metabólica produzida pelo consumo de proteínas e carboidratos ou eliminada por outras vias.

Para composição bromatológica e determinação da digestibilidade dos nutrientes, as fezes e alimentos foram acondicionados em sacos plásticos individuais, fechados e armazenados em *freezer* (-15°C). Ao final do experimento, as amostras foram descongeladas e homogeneizadas obtendo-se uma amostra composta por animal.

As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas e moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm. As análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. Para determinação de matéria seca (MS) (método 934.01), matéria mineral (MM) (método 942.05), extrato etéreo (EE) (método 954.02), proteína bruta (PB) (método 954.01), energia bruta (EB) e fibra bruta (FB) (método 962.09) foram utilizadas metodologias da Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 1995). As análises de fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) foram feitas com base em Van Soest (1991) e, a determinação do amido segundo Silva e Queiroz (2002). Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes seguiram a determinação de Andriquetto et al. (2002).

Para avaliação dos resultados de escore fecal, utilizou-se o teste Kruskal-Wallis. Os resultados de digestibilidade e demais características fecais foram analisados utilizando modelo misto, em que o efeito fixo foram os níveis de substituição e o efeito aleatório o efeito do tempo sobre os animais, e em caso de efeito significativo ( $P < 0,05$ ) realizada análise de regressão através do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, versão 8.2).

## **Resultados**

Não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos sobre os coeficientes de digestibilidade aparente de MS, matéria orgânica (MO), PB, EE, FB, FDN, FDA, ENN e EB (Tabela 3). Entretanto, foi constatado efeito para energia digestível ( $P = 0,0097$ ) e metabolizável ( $P = 0,0049$ ) (Figura 1).

Tabela 3 – Coeficientes de digestibilidade aparente médios dos nutrientes, energia digestível e metabolizável dos alimentos completos para cães contendo substituição parcial do farelo de trigo pelo farelo de casca de milho sem água de maceração

Coeficientes de digestibilidade aparente	Tratamentos (g/kg)				EPM	p modelo	Equação
	0	30	60	90			
Matéria Seca	0,792	0,778	0,762	0,765	0,012	N.S	
Matéria Orgânica	0,829	0,810	0,788	0,799	0,010	N.S	
Proteína Bruta	0,824	0,810	0,815	0,801	0,012	N.S	
Extrato Etéreo	0,825	0,802	0,761	0,794	0,017	N.S	
Fibra Bruta	0,393	0,367	0,392	0,464	0,057	N.S	
Fibra em Detergente Neutro	0,449	0,461	0,401	0,391	0,031	N.S	
Fibra em Detergente Ácido	0,290	0,234	0,282	0,306	0,041	N.S	
Extrato Não Nitrogenado	0,872	0,856	0,823	0,842	0,093	N.S	
Energia Bruta	0,835	0,818	0,801	0,806	0,010	N.S	
Energia Digestível Aparente (MJ/kg MS)	15,09	14,81	13,88	14,47	0,18	0,0097	$y=15,27-0,0228x+0,0002x^2$
Energia Metabolizável Aparente (MJ/kg MS)	14,11	13,84	12,91	13,54	0,17	0,0049	$y=14,27-0,0252x+0,0002x^2$

N.S Não Significativo (P>0,05).

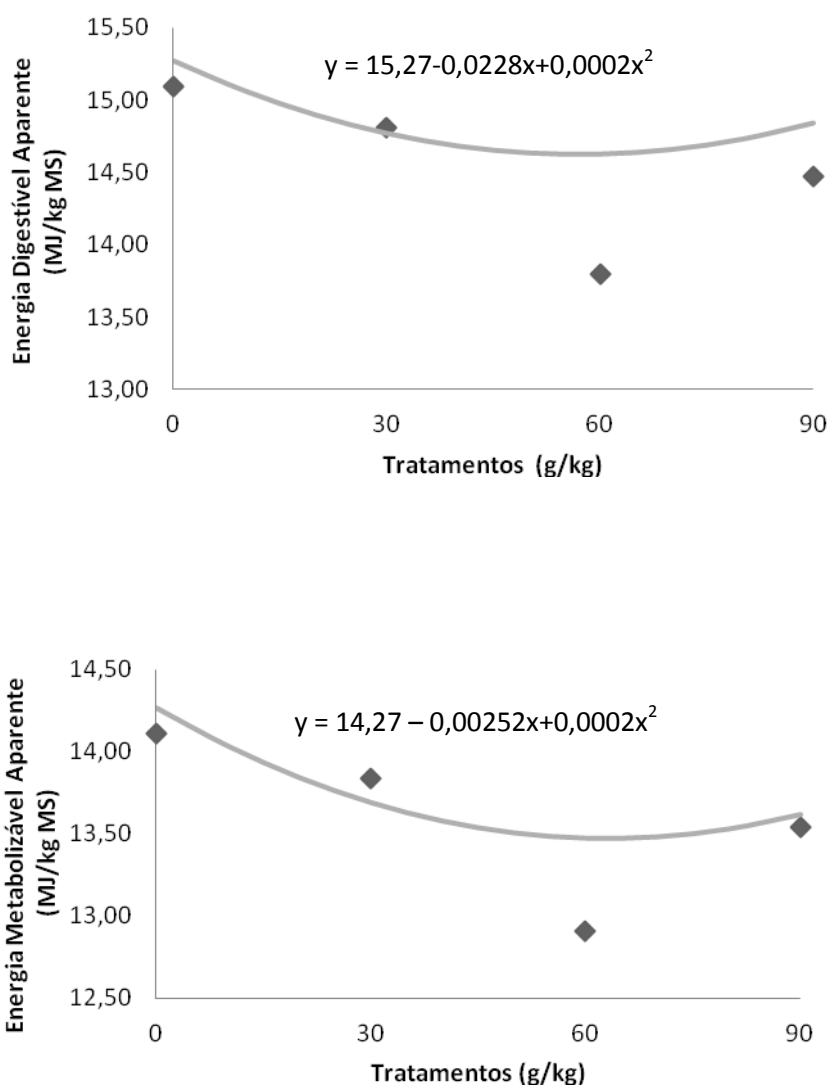


Figura 1 – Efeitos da substituição parcial do farelo de trigo pelo farelo de casca de milho sem água de maceração na energia digestível e metabolizável de alimentos completos cães.

Para o balanço hídrico não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ) assim como para determinadas características físico-químicas das fezes como produção diária de fezes, excreção fecal em base de MS, escore fecal, excreção de fezes em matéria natural (MN) a cada 100 g de alimento ingerido, excreção de fezes em MS a cada 100 g de MS de alimento ingerido, CT5 e nitrogênio amoniacal (Tabela 4). Entretanto, o fornecimento dos diferentes alimentos completos apresentou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) na quantidade de MS e pH das fezes (Figura 2).

Tabela 4 – Características físico-químicas das fezes de cães e balanço hídrico mediante consumo de alimentos completos com substituição parcial de farelo de trigo pelo farelo de casca de milho sem água de maceração

Variável	Tratamentos				EPM	p modelo	Equação
	0 (controle)	30 g	60 g	90 g			
Excreção fecal diária (MN/dia)	120,3	131,7	144,8	121,4	9,04	N.S	
MS das fezes (g/kg)	384,9	371,1	359,6	404,0	7,8	0,0198	$y=38.87-1.5380x+0.1889x^2$
Excreção fecal diária (MS/dia)	46,06	48,75	52,06	49,26	3,39	N.S	
Escore fecal	3,93	3,86	3,93	3,90		N.S	
Excreção de MN a cada 100g alimento ingerido (g)	52,48	58,05	63,93	55,48	3,14	N.S	
Excreção de MS a cada 100g de MS de alimento ingerido (g)	20,81	22,22	23,81	23,49	1,21	N.S	
pH fecal	6,06	5,83	5,96	6,44	0,14	0,0522	$y=6.36-0.1952x+0.0234x^2$
Capacidade tamponante pH 5 (mmol/l)	58,75	36,46	63,13	56,88	8,82	N.S	
Nitrogênio amoniacoal (g/kg de MS de fezes)	1,38	1,03	1,64	1,54	0,12	N.S	
Balanço hídrico (ml/dia)	396,39	317,91	328,26	290,44		N. S	

N.S Não Significativo ( $P>0,05$ ).

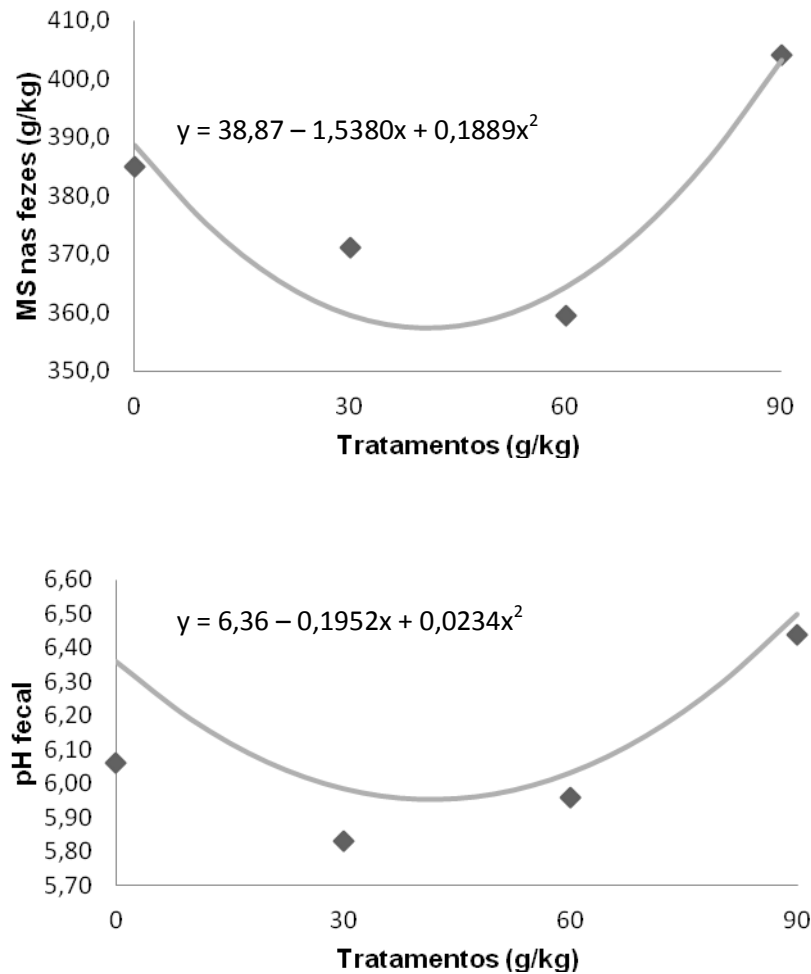


Figura 2 – Efeito da substituição parcial do farelo de trigo pelo farelo de casca de milho sem água de maceração sobre as características físico-químicas das fezes de cães

## Discussão

Todos os valores de digestibilidade aparente dos nutrientes obtidos no presente estudo estão de acordo com a literatura (MALAFAIA et al., 2002; BURKHALTER et al., 2001; LEWIS et al., 1994; COLE et al., 1999; FAHEY et al., 1990a; FAHEY et al., 1992). A literatura é bastante controversa quanto a protocolos experimentais e variáveis avaliadas, principalmente no que se refere à fração fibrosa do alimento. O presente estudo analisou as frações FDN e FDA uma vez que Fahey et al. (1990b) concluíram que o aproveitamento da fibra pode ser constatado a partir das frações FDN e fibra dietética total (FDT), pois são adequadas para definir o

conteúdo de fibra dietética quando se utiliza a polpa de beterraba, enquanto que FB, FDA e lignina em detergente ácido são inadequadas para definir o conteúdo celular destes alimentos (FAHEY et al., 1990b).

A inclusão parcial de farelo de casca de milho sem água de maceração em substituição parcial ao farelo de trigo não apresentou efeito ( $P>0,05$ ) sobre os coeficientes de digestibilidade de MS, MO, EE, e EB, PB, FDN, FDA, ENN, porém apresentou efeito ( $P<0,05$ ) sobre a energia digestível e a energia metabolizável.

Os valores obtidos para os coeficientes de digestibilidade deste estudo estão próximos aos encontrados por Sá (2011), que utilizou ração sem farelo de trigo, ração com 250 g/kg de farelo de trigo e três rações com 250 g/kg de farelo de trigo com diferentes complexos enzimáticos. As rações com farelo de trigo não diferiram entre si ( $P>0,05$ ), porém apresentaram menores coeficientes de digestibilidade do que a ração sem fonte de fibra.

Burkhalter et al. (2001), trabalhando com casca de soja com diferentes relações entre fibras insolúveis e solúveis, observaram que houve diminuição ( $P<0,05$ ) na digestibilidade de MS, MO, EE e EB nos tratamentos contendo casca de soja, independente da proporção de fibra insolúvel.

Da mesma forma, Fahey et al. (1992), utilizando casca de aveia como fonte de fibras para alimentos de cães, observaram que a medida que a casca foi adicionada ao alimento, os coeficientes de digestibilidade de MS, MO, FDT decresceram, o que não aconteceu no presente estudo. A disparidade entre os resultados observados no estudo e os dados da literatura pode ser atribuída à diferença da qualidade dos ingredientes substituídos (Tabela 1) nos tratamentos e ao tipo e quantidade de fibras que os compõem. Foram formulados alimentos que mantiveram próximos os valores de FDN e FDA (Tabela 2), diferente do realizado por Fahey et al. (1992).

Lewis et al. (1994), trabalhando com diferentes fontes de fibra para cães e, considerando efeito significativo para diferenças com  $P<0,004$ , não observaram efeito (0,004) do tipo de fibra sobre os coeficientes de digestibilidade de MS, PB, gordura bruta, carboidratos não fibrosos e energia, corroborando com o presente estudo.

O coeficiente de digestibilidade aparente de FDN deste estudo variou de 390.6 a 461.2 g/kg e não apresentou efeito dos tratamentos ( $P>0,05$ ), valores que se assemelham aos obtidos por Malafaia et al. (2002) quando acrescentado 200 g/kg



de polpa cítrica e folha de alfafa desidratada. Considerando 200 g/kg de inclusão de fonte de fibra em ambos os trabalhos, obteve-se teores de FDN diferentes, porém com coeficientes de digestibilidade semelhantes. Tais resultados discordam de Fahey et al. (1990a) que haviam concluído que alimentos iso-FDT (em média, 125 g/k ) são utilizados igualmente pelos cães, independentemente da fontes de fibra.

A semelhança do aproveitamento dos nutrientes utilizando estes diferentes níveis de fontes de fibra diferiu do constatado com o glúten de milho 21, estudado por Kawauchi et al. (2011). O glúten de milho 21 em níveis de 70, 140 e 210 g/ kg, apresentou redução linear ( $P < 0,01$ ) entre os coeficientes de digestibilidade de MS, MO, PB, EE, EB e EM (KAWAUCHI et al., 2011). Tal diferença pode ser em função das diferentes frações da fibra e conseqüentemente de seu aproveitamento pelo animal.

A digestibilidade da energia bruta encontrada foi maior do que a constatada em alimentos contendo polpa cítrica e folhas de alfafa, porém não apresentou efeito ( $P > 0,05$ ) assim como nestes alimentos estudados por Malafaia et al. (2002). A energia digestível (ED) e a energia metabolizável (EM) aparente apresentaram efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), sendo observados valores menores nas substituições de 30 g/kg e 60 g/kg do farelo de trigo, diferindo do encontrado por Fahey et al. (1990b) que constataram redução linear ( $P < 0,05$ ) na ED e na EM quando expressas em kcal/g MS ingerida com o aumento de inclusão de polpa de beterraba. Tal diferença se deve a utilização de alimentos com maior concentração de energia e com níveis de EE elevados no estudo de Fahey et al. (1990b). No presente estudo não foram adicionados a dieta ingredientes que aportassem extrato etéreo, sendo os valores observados para este parâmetro referentes apenas aos ingredientes utilizados, diferindo dos observados Fahey et al. (1990b) e Cole et al. (1999).

Quanto às características fecais, os diferentes tratamentos utilizados não apresentaram efeito ( $P > 0,05$ ) no peso das fezes em matéria natural (129,6 g/dia) e em MS (49,0 g/dia), diferente de Fahey et al. (1990b), Sá (2011), Kawauchi et al. (2011), Burkhalter et al. (2001) e Yamka et al. (2003) que constaram aumento ( $P < 0,05$ ) do peso fecal com a inclusão de fontes de fibras. A produção de fezes em relação à quantidade de alimento ingerida, tanto em matéria natural quanto em matéria seca, não apresentou efeito ( $P > 0,05$ ), confirmando que não houve diferença na quantidade defecada. A qualidade dos ingredientes utilizados no presente estudo pode ter influenciado este resultado (Tabela 1), além da quantidade da substituição

empregada ter sido inferior aos estudos citados. A semelhante digestibilidade da fração fibrosa (FDN, FDA, FB) entre os tratamentos do presente estudo também pode ter contribuído para a manutenção das características das fezes, com também observado na manutenção do escore fecal.

Os tratamentos não apresentaram efeito ( $P > 0,05$ ) quanto a escore fecal médio (3,90) mantendo-se na classificação desejável, entre os valores três e quatro (MAIA et al., 2010), reafirmando a sugestão supracitada e corroborando com estudo de Sá (2011) em que o farelo de trigo não alterou o escore, mantendo-se ideal em todos os tratamentos (4,03 a 4,21). Do ponto de vista comercial, o volume e a consistência das fezes produzidas pelos cães são características relevantes, por isso, é importante que os alimentos resultem em fezes mais firmes (SÁ, 2011; MAIA et al., 2010), situação observada no presente estudo, quando adicionados 0 ou 90 g/kg do ingrediente teste.

Neste experimento a matéria seca e o pH das fezes apresentaram efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), diferindo do estudo de Sá (2011) e Kawauchi et al. (2011). Sá (2011) obteve queda ( $P < 0,05$ ) no teor de matéria seca e de pH (7,05 a 6,48), assim como Kawauchi et al. (2011), em que o pH variou de 7,45 a 7,20. A redução do pH das fezes sinaliza maior fermentação intestinal nos cães (CUMMINGS; MACFARLANE, 1991), sugerindo que todos os tratamentos utilizados e em especial os níveis de 30 e 60 g/kg de inclusão de farelo de casca de milho sem água de maceração apresentaram-se mais fermentescíveis quando comparados com os estudos supra citados. Valores mais baixos de pH podem inibir a proliferação de bactérias patogênicas (HUSSEIN et al., 1999) favorecendo a saúde dos animais e, com isso, pode-se sugerir que os tratamentos utilizados apresentam efeito prebióticos, desejados em alimentos completos para cães.

O estudo da capacidade tamponante é complementar ao estudo do pH indicando a capacidade de reação do meio contra influências modificadoras. Tal característica já é analisada em ruminantes e equinos (ZEYNER et al., 2004) os quais, em condições fisiológicas normais, apresentam pH maior que 6. Entretanto não foram encontrados dados sobre a capacidade tamponante das fezes de cães na literatura sendo este parâmetro pioneiro para esta espécie. A CT5 variou de 36,46 a 63,13 mmol/l (1,6 a 8,3 ml de ácido acético 0,25 M) porém não apresentou efeito ( $P > 0,05$ ). Apesar de não apresentar efeito entre os tratamentos, foi empregada considerável quantidade de ácido para que o pH atingisse 5 (Tabela 4), o que

sugere que os alimentos podem ter contribuído para a capacidade tamponante do TGI e, assim, influenciado na manutenção das características fecais como escore e peso. Segundo Zeyner et al. (2004), a capacidade tamponante do pH atual para qualquer valor de pH preferido representa a potência real do meio de reagir contra influências modificadoras, por exemplo os ácidos. Ferreira (1994) cita que a capacidade tamponante das fezes é uma das principais características físico-químicas da fibra dietética, além de capacidade de troca catiônica, capacidade de hidratação e viscosidade.

A quantidade de MS das fezes apresentou efeito ( $P < 0,05$ ), sendo as fezes mais secas ao nível de 90 g/kg de inclusão e fezes mais úmidas aos 60 g/kg de inclusão, diferindo de Fahey et al. (1990b) em que houve diminuição linear ( $P < 0,05$ ) da MS fecal com a inclusão de polpa de beterraba, o alimento sem fonte de fibra resultou em 380 g/kg contra 200 g/kg MS nas fezes do alimento com inclusão de 125 g/kg dessa fibra. Pouca variação foi encontrada na g/kg MS das fezes (388,0-409,0 g/kg) por Guevara et al. (2008) que consideram fibras de milho potenciais fontes de fibra dietética em alimentos para cães. Os resultados do presente estudo confirmam trabalhos anteriores que mostraram que a fibra dietética tem efeito significativo na matéria seca e na umidade das fezes (BURROWS et al. 1982; FAHEY et al. 1990a; FAHEY et al. 1990b; LEWIS et al., 1994).

A fim de analisar o efeito dos tratamentos sobre o odor das fezes foi realizada a quantificação de nitrogênio amoniacal, em que não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos. Corroborando com o observado, Aquino et al. (2012), estudando nutrição de gatos com alimentos comercial seco e adicionando de 2; 4 e 6 g/kg de extrato de parede de levedura, não obtiveram diferença ( $P > 0,05$ ) quanto a quantidade de nitrogênio amoniacal nas fezes (variação de 0,69 a 1,96 mg%), entretanto a adição de 2 g/kg apresentou redução no odor das fezes ( $P < 0,05$ ) quando analisado via painel sensorial. Hesta et al. (2003) estudaram frutoligosacarídeos em três diferentes fontes de proteína e observaram efeito inibidor de amônia nas fezes dos cães (10,9 – 4,1 g/kg MS). Brito et al. (2010) encontraram efeito ( $P < 0,05$ ) de teor de nitrogênio amoniacal nas fezes de cães que receberam alimentos com alta umidade e alta inclusão de ácido propiônico, sendo o menor nível de 3,80 g/kg, caracterizando-se como fator positivo visto que baixas concentrações de amônia são associadas com a redução do odor fecal (SWANSON, 2002). No presente estudo em todos os tratamentos foram utilizadas concentrações

iguais de extrato de *Yucca schidigera*, que auxilia na redução do odor das fezes, e zeólitas (aluminossilicatos hidratados), que têm propriedades de absorção de gases, vapores e água (POND et al., 1995), e apresentaram valores abaixo dos encontrados por BRITO et al. (2010), os quais caracterizam fezes com menos odor do que no trabalho citado. O balanço hídrico diário dos cães não apresentou efeito ( $P>0,05$ ), reforçando a similaridade nas características químicas e físicas dos tratamentos, já que estas características dos alimentos influenciam no balanço hídrico dos animais (CARCIOFI et al., 2005), Como neste trabalho foram utilizadas duas diferentes fontes de fibras podemos afirmar que ambas apresentam o mesmo comportamento no organismo do animal, não diferindo na quantidade de água retida pelo animal nem na quantidade total de água excretada.

## **Conclusão**

O farelo de casca de milho sem água de maceração pode ser utilizado em até 90 g/kg em substituição ao farelo de trigo sem causar efeito na digestibilidade dos nutrientes e nas características físico-químicas das fezes

## **Agradecimentos**

Agradecemos a colaboração das seguintes empresas para realização deste estudo: Ingredion Brasil – Ingredientes Industriais Ltda, pelo fornecimento do ingrediente testado; Manfrim - Manfrim Industrial e Comercial Ltda pela produção do alimento completo e Celta Brasil - Indústrias Celta Brasil Ltda pelo fornecimento do ingrediente zeólita e colaboração.

#### **4. Conclusão**

O farelo de casca de milho sem água de maceração pode ser utilizado em até 9 0g/kg em substituição ao farelo de trigo sem causar efeito na digestibilidade dos nutrientes e nas características físico-químicas das fezes.

## 5. Referências bibliográficas

ANDRIGUETTO, J.M., PERLY, L., MINARDI, I., GEMAEL, A., FLEMMING, J. S., SOUZA, G., BONA FILHO, A. **Nutrição animal, as bases e os fundamentos da nutrição animal**. Ed. Nobel, 1ª Ed. 2002. 395 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1995. **Official Methods of Analysis**, 16th ed. AOAC, Washington, DC, USA.

AQUINO, A.A.; ALVES, M.P.; SANTOS, J.P.F.; FELICIANO, A.A.R.; PICCOLE, R.H.; SAAD, F.M.O.B. **Efeitos do extrato de parede de levedura em dieta seca sobre a microbiologia, ácidos graxos de cadeia curta e redução de odor das fezes de gatos adultos**. *Ciência Animal Brasileira*, v.13, n.4, p. 479-486. 2012.

ARAÚJO, D. M.; SILVA, J. H. V.; MIRANDA, E. C.; ARAÚJO, J. A.; COSTA, F. G. P.; TEIXEIRA, E. N. M. **Farelo de trigo e complexo enzimático na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de produção**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 843-848. 2008.

BORGES, F.M.O; FERREIRA, W.M. **Princípios nutritivos e exigências nutricionais de cães e gatos: parte I - energia, proteína, carboidratos e lipídeos** Lavras: UFLA/FAEPE. 2004.

BORGES, F.M; SALGARELLO, R.M; GURIAN, T.M. **Recentes avanços na nutrição de cães e gatos**. In: III Simpósio sobre nutrição de animais de estimação- Colégio Brasileiro de Alimentação Animal, p. 21-60. 2003.

BORGES, F.M.O. **Caderno técnico da escola de veterinária da UFMG – Nutrição e manejo alimentar de cães na saúde e na doença**. Editora Genex, n. 23. 1998.

BRITO, C.B.M.; FELIX, A.P.; JESUS, R.M.; FRANÇA, M.I.; OLIVEIRA, S.G.; KRABBE, E.L.; MAIORRKA, A. **Digestibility and palatability of dog foods containing different moisture levels, and the inclusion of a mould inhibitor**. *Animal Feed Science and Technology*. v.159, 150-155. 2010.

BURKHALTER, T.M., MERCHEN, N.R., BAUER, L.L., MURRAY, S.M., PATIL, A.R., BRENT Jr., 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, 131: 1978–1985. 2001

BURROWS, C.F., KRONFELD, D.S., BANTA, C.A., MERRIT, A. M, **Effects of fiber on digestibility and transit time in dogs.** The Journal of Nutrition, 112: 1726-1732. 1982.

CASE, L.P.; CAREY, D.P.; HIRAKAWA, D.A. **Nutrição Canina e Felina: manual para profissionais.** Lisboa: Harcourt Brace. p. 424. 1998.

CARCIOFI, A.C.; BAZOLLI, R.S.; Zanni, A.; Kihara, L.R.L.; Prada, F. **Influence of water content and the digestibility of pet foods on the water balance of cats. Brazilian journal of reterinary Research and animal science,** São Paulo, v. 42, n. 6, p. 429-434. 2005.

COLE, J.T., FAHEY JR., G.C., MERCHEN, N.R., PATIL, A.R., MURRAY, S.M., HUSSEIN, H.S., BRENT JR., L., 1999. **Soybean hulls as a dietary fiber source for dogs.** Journal of Animal Science. 77: 917–924.

CUMMINGS, J.H.; MACFARLANE, G.T. **The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon: A review.** Journal of Applied Bacteriology, Oxford, v. 70, n. 6, 443-459. 1991.

DROCHNER, W.; MEYER, H. **Digestion of organic matter in the large intestine of ruminants, horses, pigs and dogs.** Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, v.65, p.18-40, 1991.

De-OLIVEIRA, L.D.; CARCIOFI, A.C.; OLIVEIRA, M.C.C.; VASCONCELLOS R.S.; BAZOLLI, R.S, PEREIRA, G.T.; PRADA, F. **Effects of six carbohydrate sources on diet digestibility and post-prandial glucose and insulin responses in cats.** Journal of Animal Science, 86: 2237-2246. 2008.

FAHEY, G.C.; MERCHEN, N.R.; CORBIN, J.E.; HAMILTON, A.K.; BAUER, L.L.; TITIGEMEYER, E.C.; HIRAKAWA, D.A. **Dietary fiber for dogs: III. Effects of beet pulp and oat fiber additions to dog diets on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy, and digesta mean retention time.** Journal of Animal Science 70, 1169-1174. 1992.

FAHEY, G.C.; MERCHEN, N.R.; CORBIN, J.E.; HAMILTON, A.K.; SERBE, K.A.; HIRAKAWA, D.A. **Dietary fiber for dogs: II. Iso-total dietary fiber (TDF) additions of divergent fiber sources to dog diets and their effects on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time.** Journal of Animal Science 68, 4229-4235. 1990a.

FAHEY Jr., G.C.; MERCHEN, N.R.; CORBIN, J.E.; HAMILTON, A.K.; SERBE, K.A.; LEWIS, S.M.; HIRAKAWA, D. A. **Intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time Dietary fiber for dogs: I. Effects of graded levels of dietary beet pulp on nutrient.** Journal of Science, 68:4221-4228. 1990b.

FERREIRA, W.M. **Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não ruminantes.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá. Simpósio Internacional de produção de não ruminante - Anais... Maringá: EDUEM, 1994. p. 85-113. 1994.

GUEVARA, M.A.; BAUER, L.L.; ABBAS, C.A.; BEERY, K.E.; HOLZGRAEFE, D.P.; CECAVA, M.J.; FAHEY Jr, G.C. **Chemical composition, in vitro fermentation characteristics, and in vivo digestibility responses by dogs to select corn fibers.** Journal of Agricultural and Food Chemistry 56, 1619-1626. 2008.

GUILLON, F.; CHAMP, M. **Structural and physical properties of dietary fibres, of consequences of processing on human physiology.** Food Research International, Ontario, v.33 , n. 3-4, p. 233-245, 2000.



HESTA, M.; ROOSEN, W.; JANSSENS, G.P.J.; MILLET, S.; WILDE, R.

**Prebiotics affect nutrient digestibility but not faecal ammonia in dogs fed increased dietary protein levels.** British Journal of Nutrition, v. 90, 1007-1014. 2003.

HUSSEIN, S.H. **Functional fiber: role in companion animal health.** In:

Production Symposium Trade Show – Pet Food Forum, Chicago – Illinois, p 125 a 131. 2003.

HUSSEIN, H.S.; FLICKINGER, E.A.; FAHEY Jr, G.C. **Petfood Applications of Inulin and Oligofructose.** Journal of Nutrition, v. 129, 1454-1456. 1999.

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.

KAWAUCHI, I. M. **Farelo de gluten de milho 21na alimentação de cães adultos.** 2008. 13-14p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

KEARNS, R.J.; HAYEK, M.G.; SUNVOLD, G.D. Microbial changes in aged dogs. In.: **Recent Advances in Canine and Feline Nutritional Research.** Iams Nutrition Symposium Proceedings, Reinhart, G.A. e Carey, D.P.; v.II, p.337-351, eds. Wilmington, Ohio: Orange Frazer Press, 1998.

KRITCHEVSKY, D. **Cereal fiber and lipidemia.** Cereal foods World, St. Paul, v.42, n. 2, p. 81-85, 1997.

LEWIS, L.D., MAGERKURTH, J.H., ROUDEBUSH, P., MORRIS, M.L., MITCHELL, E.E., TEETER, S.M., 1994. **Stool characteristics, gastrointestinal transit time and nutrient digestibility in dogs fed different fiber sources.** Journal of Nutrition 124, 2716-2718.

MAIA, G.V.C., SAAD, F.M.O.B., ROQUE, N.C., FRANÇA, J., LIMA, L.M.S., AQUINO, A.A., 2010. **Zeólitas e Yucca schidigera em rações para cães: palatabilidade, digestibilidade e redução de odores fecais.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.39,

MAIA, G.V.C.; **Zeólitas (Clinoptilolita) e Yucca schidigera em rações para cães: palatabilidade, digestibilidade e redução de odores fecais.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras ,Lavras. 2005.

MALAFAIA, M.I.F.R.; PEDROZO, E.A.; SANTOS, J.A.P.; RIBEIRO, M.D.; MALAFAIA, P.; LANA, A.M.Q. **Consumo de nutrientes, digestibilidade in vivo e in vitro de dietas para cães contendo polpa de citrus e folha de alfafa.** Ciência Rural, Santa Maria, v.32, n.1, 121-126. 2002.

MASKELL, I.E.; JOHNSON, J.V. **Digestion and absorption.** In.: The Waltham Book of Companion Animal Nutrition, Burger, I. p.25-44, ed. Oxford, UK: Pergamon Press, 1993.

MAES, C.; VANGENEUGDEN, B.; DELCOUR, J. A. **Relative activity of two endoxylanases towards water-unextractable arabinoxylans in wheat bran.** Journal of Cereal Science, London, v. 39, n. 2, p. 181-186, 2004.

MEYER, H.; ZENTEK, J.; HABERNOLL, H.; MASKELL, I. **Digestibility and compatibility of mixed diet and fecal consistency in different breads of dog.** Journal of Veterinary Medicine Serie A – Psysiology Phatology Clinical Medicine. Berlin. v. 46. n.3, p 155-165, 1999.

MONRO, J.A. **Evidence- based food choice: the need for new mesuares of food effects.** Trends Food Science Techinology, Ontário, v. 11, n.4-5, p. 136-144, 2000.

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

PARREIRA, P.R. **Efeito de dois alimentos comerciais secos e dois fornecimentos no consumo alimentar , peso vivo e metabólico, escore corporal, escore e volume fecal de cães adultos em atividade.** 2003. 84p. Dissertação (Mestrado em qualidade e produtividade animal) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2003.

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

PRESTON, T.R. **Biological and chemical analytical methods.** In: Preston, T.R. Tropical animal feeding: a manual for research workers. Rome: FAO, cap.9, 191-264. 1995.

PROPST, E.L.; FLICKINGER, E.A.; BAUER, L.L.; MERCHEN, N.R.; FEHEY Jr.; G.F. **A dose-response experiment evaluating the effects of oligofructose and inulin on nutrient digestibility, stool quality, and fecal protein catabolites in healthy adult dogs.** Journal of Animal Science. 81:3057–3066. 2003.

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 Agropecuário n. 70. p.1-13. Lavras/MG. 2006.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: tabelas brasileiras.** 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 186 p. 2005.

ROSTAGNO, H.S.; PUPA, J.M.R. **Fisiologia da digestão e alimentação dos leitões.** In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E MANEJO DE LEITÕES, 1998, Campinas. Anais... Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p. 60-87. 1998.

SÁ, F. C. **Efeito da suplementação de enzimas sobre o processamento e digestibilidade de dietas extrusadas para cães contendo farelo de trigo.**

2011. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

SA FORTES, C. M.L. **Composição química, digestibilidade e energia metabolizável de ingredientes amiláceos e protéicos para cães.** 2005. 88 p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005

SAKATA, T. **Stimulatory effect of short-chain fatty acids on epithelial cell proliferation in the rat intestine: a possible explanation for trophic effects of fermentable fibre, gut microbes and luminal trophic factors.** British Journal of Nutrition, Cambridge, v. 58, n. 1 p. 95-103, 1987.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT Software: changes and enhancements through release 8.2.** Cary: Statistical System Institute, 2004.

SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C., 2002. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p.

SILVA, S. S. P.; SMITHARD, R .R. **Effect of enzyme supplementation of a rye-based diet on xylanase activity in the small intestine of broilers, on intestinal crypt cell proliferation and on nutrient digestibility and growth performance of the birds.** British Poultry Science, London, v. 43, n. 2, p. 274-282, 2002.

SILVA, J. H. V.; MUKAMI, F.; ALBINO, L. F. T. **Uso de rações à base de aminoácidos digestíveis para poedeiras.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1446-1451, 2000.

STEVENS, C.E.; HUME, I.D. **Comparative Physiology of the Vertebrate Digestive System.** 2nd edition. New York: Cambridge University Press. 1995.

SUNVOLD, G.D., FAHEY, G.C., MERCHEN, N.R., TIGEMEYER, E.C.; BOURQUIN, L.D.; BAUER, L.L.; REINHERT, G.A. **Dietary fiber for dogs. IV. In vitro fermentation of selected fiber sources by dog fecal inoculum and In**

**Vivo digestion and metabolism of fiber-supplemented diets.** Journal of Animal Science, v.73, n.6, p.1099-1109, 1995.

SWANSON, K.S.; GRIESHOP, C.M.; FLICKINGER, E.A.; BAUER, L.L.; CHOW, J.; WOLF, B.W.; GARLEB, K.A.; FAHEY Jr, G.C. **Fructooligosaccharides and *Lactobacillus acidophilus* Modify Gut Microbial Populations, Total Tract Nutrient Digestibilities and Fecal Protein Catabolite Concentrations in Healthy Adult Dogs** Journal of Nutrition. 132: 3721–3731, 2002.

VAN SOEST, P.J., Robertson, J.P., Lewis, B. A. 1991. **Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition.** Journal of Dairy Science, v.74, 3583-3597.

YAMKA, R. M.; JAMILKORN, U.; TRUE, A.D.; HARMON, D.L. **Evaluation of soybean meal as a protein source in canine foods.** Animal Feed Science Technology, 109, 121–132. 2003.

YUAN, X.; WANG, J.; YAO, H. **Antioxidant activity of feruloylated oligosaccharides from wheat bran.** Food Chemistry, n. 90, p. 759-764, 2005.

ZENTEK, J.; MARQUART, B.; PIETRZAK, T. **Intestinal Effects of Mannanooligosaccharides, Transgalactooligosaccharides, Lactose and Lactulose in Dogs.** Journal of Nutrition 132: 1682S–1684S, 2002.

ZEYNER, A.; GEIBLER, C.; DITTRICH, A. **Effects of hay intake and feeding sequence on variables in feces and faecal water (dry matter, pH value, organic acids, ammonia, buffering capacity) of horses.** Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, v.88, n.1, 7-19. 2004.

ZHAO, X.; JORGENSEN, H.; EGGUM, B. O. **The influence of dietary fibre on body composition, visceral, organ weight, digestibility and energy balance in rats housed in different thermal environments.** British Journal of Nutrition; Cambridge, v. 73, n. 5, p.687-699, 1995.