

Karini Portela Hilcko

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES GRAUS DE MOAGEM EM DIETAS
PARA CÃES**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias, Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka
Co-orientador: Simone Gisele de Oliveira

**CURITIBA
2008**

DEDICATÓRIA

Dedico em primeiro lugar a Deus, pelo dom da vida, por todo o seu amor, que tem guiado meu coração, por iluminar meu caminho e segurar minha mão nas horas de dificuldade.

Aos meus pais, Luiz e Sandra!

Pelos conselhos, incentivo e empenho na minha formação pessoal e profissional.

Aos meus irmãos, Leandro e Danieli !

Pelos conselhos, incentivo e amparo.

Ao meu marido, Flávio!

Pela participação constante em minha vida
e incentivo contínuo em meu trabalho.

Estando sempre disposto ajudar, batalhar
e agir sem limite de tempo e horário. Atuando como amigo,
companheiro e grande entusiasta.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Alex Maiorka, pela orientação amizade e paciência que me auxiliaram no crescimento profissional.

Ao Prof. Sebastião Aparecido Borges, pela amizade, ensinamento e oportunidades.

Ao Prof. Fabino Dalke, pela convivência, auxílio e profissionalismo.

A Profa. Simone Oliveira, pela amizade e ensinamentos que foram de grande importância para que este trabalho fosse realizado.

A profa. Ana Vitória Fisher, pela amizade, ensinamento e oportunidades.

Às amigas estagiárias com as quais pude contar: Pâmela, Mônica, Karin, Ananda e todos os alunos da graduação de Zootecnia e medicina Veterinária, que contribuíram para realização de todos os experimentos.

A equipe do laboratório de Nutrição Animal da Universidade do Paraná agradeço pelo apoio, paciência e amizade.

E como não poderia esquecer... agradeço...principalmente as senhoritas e senhores:Crica, Florzinha, Fofinha, Gracinha, Hanna, Invocada, Lindinha, Mel, Tati, Vampira, Belo, Bob, Rufião, Romeu, Tadeu e Zé. Com os quais tive uma grande oportunidade, não apenas realizar o experimento, mas de continuar aprendendo, vendo-os crescer, através da convivência, e que convivência... fugindo do canil da gaiola metabólica, comendo pratos, problema no parto,...sendo, com certeza, uma experiência inesquecível !!

SUMÁRIO

RELAÇÃO DAS TABELAS.....	vi
RELAÇÃO DE SIGLAS, SIMBOLOS E ABREVIATURAS	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPITULO 1	
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1.1 INTRODUÇÃO.....	1
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
1.2.1 Característica do setor de alimentos para cães.....	2
1.3. PROCESSO DE MOAGEM NA FABRICAÇÃO DE RAÇÃO.....	3
1.3.1 Moagem	3
1.3.2 Diâmetro Geométrico médio (DGM) e Desvio Padrão Geométrico (DPG).....	6
1.3.3 Granulometria na alimentação de aves.....	8
1.3.4 Granulometria na alimentação de suínos.....	10
1.3.5 Granulometria na alimentação de cães e gatos.....	12
1.2.5.1 Efeito da granulometria na curva glicêmica pós-prandial.....	14
1.3.6 Efeito da granulometria no processo de extrusão.....	15
LITERATURA CITADA.....	17
CAPÍTULO 2	
AVALIAÇÃO DE DIFERENTES GRAUS DE MOAGEM EM DIETAS PARA CÃES.....	24
RESUMO.....	24
ABSTRACT.....	25
2.1 INTRODUÇÃO.....	26
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
2.2.1 Local do experimento.....	27
2.2.2 Dietas experimentais.....	27
2.2.3 Animais.....	29

2.2.4 Delineamento experimental.....	29
2.2.5 Protocolo experimental.....	29
2.2.6 Análise laboratoriais.....	30
2.2.7 Análise estatística.....	31
2.3 RESULTADOS E DISCUSÃO.....	31
2.4 CONCLUSÕES.....	36
LITERATURA CITADAS.....	36

RELAÇÃO AS TABELAS

	Página
1. Ingredientes e composição química das dietas experimentais	26
2. Sistema de avaliação da consistência das fezes através de escores.....	28
3. Correlação entre DGM, CMS e digestibilidade dos nutrientes e energia metabolizável	30
4. Coeficiente de digestibilidade aparente e energia metabolizável das dietas experimentais	30
5. Análise de regressão polinomial do consumo de matéria seca e dos coeficientes de digestibilidade aparente das dietas experimentais.....	32
6. Escore das fezes dos animais recebendo as dietas com diferentes DGM	33

RELAÇÃO DE SIGLAS, SIMBOLOS E ABREVIATURAS

CDA	-	Coeficiente de Digestibilidade Aparente
CMS	-	Consumo de Matéria Seca
cv	-	Cavalo-motor
DGM	-	Diâmetro Geométrico Médio
DPG	-	Desvio Padrão Geométrico
EB	-	Energia Bruta
EEA	-	Extrato Etéreo Ácido
EM	-	Energia Metabolizável
ENN	-	Extrativos não Nitrogenados
FB	-	Fibra Bruta
IU	-	Índice de Uniformidade
KWH	-	Quilowatts-hora
MS	-	Matéria Seca
mm	-	Milímetro
MM	-	Matéria Mineral
MO	-	Matéria Orgânica
MF	-	Módulo de Finura
PB	-	Proteína Bruta
PE	-	<i>Parsoesophagea</i>
UM	-	Umidade
µm	-	Micrometros

GRANULOMETRIA NA RAÇÃO DE CÃES

Autor: Karini Portela Hilcko

Orientador: Alex Maiorka

Co-orientador: Simone Gisele de Oliveira

RESUMO – A granulometria representa o tamanho dos grânulos moídos e é expressa pelo Diâmetro geométrico médio (DGM). A moagem tem como objetivo reduzir as partículas dos ingredientes, melhorando sua mistura, o processo de extrusão, a gelatinização do amido, a qualidade do extrusado e a digestibilidade da ração. Apesar da importância do tamanho das partículas dos ingredientes da ração, há escassez de informações na literatura sobre os graus de moagem que permitam o melhor aproveitamento dos nutrientes pelos cães. Sendo assim, este estudo teve como objetivo avaliar os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes, metabolizabilidade da energia e qualidade das fezes de cães alimentados com rações secas extrusadas com diferentes granulometrias. Oito cães foram distribuídos em delineamento quadrado latino duplo (4 x 4). Os ingredientes das dietas foram moídos em peneiras de: 0,8; 1,0; 1,2 e 1,5mm, sendo as granulometrias das rações expressas em DGM, originando os tratamentos: 468, 476, 499 e 588 μ m, respectivamente. Os resultados dos CDA, energia metabolizável e consumo de matéria seca (CMS) foram comparados pelo teste Tukey e por análises de correlação e regressão. Os dados de escore fecal foram avaliados pelo teste Qui-quadrado. As análises de correlação e de regressão linear demonstraram haver relação negativa entre DGM e os CDA da proteína bruta, extrato etéreo ácido, extrativos não nitrogenados e energia metabolizável. Não foi observado efeito do DGM sobre o CMS e o CDA da matéria seca. Houve piora na qualidade das fezes à medida que aumentou o DGM das rações. Portanto, pode-se concluir que a menor granulometria da ração está relacionada ao melhor aproveitamento dos nutrientes e energia da dieta e produção de fezes de melhor qualidade.

Palavras-chave: Diâmetro Geométrico Médio (DGM), tamanho de partículas, moagem, digestibilidade

PARTICLE SIZE IN DOG FOODS

Author: Karini Portela Hilcko

Adviser: Alex Maiorka

Co-Adviser: Simone Gisele de Oliveira

ABSTRACT – Particle size represents the size of milling grains and it is expressed by Geometric Mean Diameter (GMD). Milling has the objective to reduce particles of the ingredients to improve mixture, extrusion process, starch gelatinization, extruded quality and food digestibility. Even though the importance of particle size of food ingredients there is a lack of information in literature about degrees of milling that improve the use of nutrients by dogs. This study aimed at evaluating the coefficients of apparent digestibility (CAD) of nutrients, energy metabolizability and fecal quality of dogs fed extruded dry foods with different particle sizes. Eight dogs were distributed in a double latin square design (4 x 4). The ingredients of diets were ground in sieves of: 0,8; 1,0; 1,2 and 1,5mm, being the particle size of diets expressed in GMD, with treatments: 468, 476, 499 and 588 μ m, respectively. The results of CAD, metabolizable energy and dry matter intake (DMI) were compared by Tukey's test and correlation and regression analysis. The results of fecal score were evaluated by Chi-square test. The correlation and regression analysis showed to have a negative relationship between GMD and CAD of crude protein, acid ether extract, nitrogen free extract and metabolizable energy. It was not observed effect of GMD on DMI and CAD of dry matter. There was lower fecal score with increasing GMD of foods. Therefore, it can be concluded that the lowest particle size of food results in better use of nutrients and energy of diet and production of drier feces.

Key words: Geometric Mean Diameter (GMD), particle size, milling, digestibility

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

O segmento brasileiro de alimentos para cães e gatos tem apresentado expressivo crescimento nos últimos anos, contando com uma ampla variedade de alimentos comerciais para estes animais. Esta recente evolução tem exigido cada vez mais pesquisas na área de nutrição e dietética dos animais de companhia, a fim de se obter informações mais precisas sobre suas necessidades nutricionais, biodisponibilidade dos nutrientes nos ingredientes e processamento de rações, garantindo alimentos de qualidade, que além de suprir as exigências, promovam a saúde e o bem estar animal.

A produção de rações segue as regras de um mercado competitivo que exige redução nos custos sem comprometer a qualidade do produto final. Sendo assim é necessário que as empresas produtoras de rações possuam total controle da qualidade dos ingredientes recebidos e de todo o processo produtivo, a fim de garantir a qualidade dos alimentos produzidos (BELLAVAR & NOMES, 2000).

O processamento dos alimentos visa mudar a estrutura física e/ou química dos ingredientes, a fim de melhorar o processo digestivo e o aproveitamento dos nutrientes pelo animal. As diferentes formas de processamento são: redução do tamanho de partículas misturas, aglomeração e tratamento por calor e pressão (ESMINGER, 1985).

A eficiência do processo produtivo de alimentos para cães está diretamente relacionada com o grau de moagem dos ingredientes, já que o moinho, depois da extrusora, é o equipamento que mais consome energia na fábrica. As indústrias de alimentos para cães utilizam, em geral, a moagem dos grãos de 0,8 a 1,7mm.

A redução na granulometria do grão é utilizada para melhorar a homogeneização e a digestibilidade dos ingredientes, devido ao aumento da superfície de contato com as enzimas digestivas; o grau de gelatinização do amido, qualidade do extrusado e o aspecto visual da ração. Entretanto, pode resultar em

aumento na taxa de passagem do alimento pelo trato digestório, reduzindo o tempo de ação das enzimas digestivas sobre os nutrientes e sua absorção, o que também compromete o aproveitamento dos nutrientes pelo organismo.

Embora ainda apresentem resultados contraditórios, vários trabalhos com aves e suínos têm sido enfáticos no que diz respeito a benefícios concedidos por determinados níveis granulométricos. Entretanto, há escassez de informação na literatura sobre o melhor grau de moagem para cães.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes graus de moagem dos ingredientes de uma ração seca extrusada sobre a digestibilidade, energia e qualidade das fezes em cães adultos.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 Características do setor de alimentos para cães

Segundo dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais de Estimação – ANFAL PET (2007), estima-se que haja atualmente no Brasil 29,7 milhões de cães e 14 milhões de gatos, com uma projeção de produção estimada de 1,916 milhões de toneladas de alimentos para esses animais e um faturamento de US\$ 3,3 bilhões em 2007. O Brasil é o primeiro mercado produtor de alimentos balanceados para animais de estimação na América Latina e o terceiro no mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos e China.

A alimentação dos animais de companhia passou por uma evolução visível nas últimas décadas. Na década de oitenta a maioria deles ainda era alimentada com os restos de comida de seus proprietários, e poucas indústrias de rações existiam e investiam no Brasil. Neste ponto, dois fatores contribuíram para a expansão do segmento, o aumento do poder aquisitivo das populações dos grandes centros e a sofisticação dos padrões de consumo. Por outro lado, a evolução dos hábitos em favor dos alimentos industriais está associada a um conjunto de fatores cada vez mais difundidos, como: alimentação saudável, equilibrada e com grande variedade de produtos disponíveis no mercado e, principalmente, a praticidade (PETBR, 2003).

A qualidade do processo de fabricação de alimentos balanceados para cães é tão exigente quanto à fabricação de alimentos para o consumo humano. Todo o processamento deve passar por um controle rigoroso, desde o recebimento das matérias-primas até a comercialização do produto final. As linhas de produção devem ser totalmente automatizadas e assegurarem a precisão na dosagem dos ingredientes, eliminando o risco de erro humano e evitando o contato físico com os alimentos (PETBR, 2003).

Como os cães são cada vez mais considerados como membros da família é natural que a evolução do setor de alimentos para estes animais venha caminhando paralelamente aos avanços nutricionais em humanos, seguindo a tendência por alimentos balanceados, que além de nutrir, incrementem a saúde e o bem estar animal.

1.3 PROCESSO DE MOAGEM NA FABRICAÇÃO DE RAÇÃO

1.3.1 Moagem

O processo de moagem dos ingredientes pode ser considerado como o "coração" de uma fábrica de rações, sendo que a consistência desse ponto produz um forte impacto na qualidade final dos produtos. A redução do tamanho das partículas por moagem, prensagem ou amassamento em geral melhora o aproveitamento dos nutrientes pelo animal. Portanto, o controle deste processo é muito importante na qualidade final do produto (BELLAVAR & NOMES, 2000).

As vantagens da redução de tamanho das matérias-primas no processamento são: aumento da relação superfície/volume, aumentando com isso a eficiência de operações posteriores, como extração, aquecimento, resfriamento, desidratação e a uniformidade do tamanho das partículas, auxiliando na homogeneização de produtos em pó ou na solubilização dos mesmos (NITZKE, 2000).

A redução do tamanho dos grãos se inicia com a retirada das camadas externas para exteriorização do endosperma. Esta redução modifica as características físicas podendo melhorar os processos de homogeneização dos

ingredientes e facilitar o processo de extrusão. Ela é também responsável por uma grande parcela do custo de produção das rações (BIAGI, 1998).

Basicamente todos os elementos utilizados na formulação de uma ração animal sofrem ou sofreram algum processo de redução de partículas. Ao longo dos anos vários tipos de moinhos foram utilizados, como os moinhos de pedra, de rolo, de bolas ou de serras. Atualmente, o equipamento mais utilizado dentro da indústria de ração animal para moagem é o moinho de martelos. Ele consiste de um rotor de alta velocidade que gira no interior de uma capa cilíndrica sendo que, no exterior do rotor é acoplada uma série de martelos nos pontos de articulação. O processo inicia-se com a entrada do grão na câmara do rotor onde acontece o primeiro contato com os martelos. Ao receber o impacto, o grão é lançado contra a peneira e essa seqüência continua até que as partículas estejam reduzidas a um tamanho que permita a sua passagem através dos furos da peneira. A tela ou peneira tem o diâmetro de seus furos determinados de acordo com a necessidade da granulometria do produto moído (NITZKE, 2000).

Os moinhos de martelos possibilitam o processamento de uma maior variedade de ingredientes, principalmente alimentos fibrosos, permitindo ainda a produção de moagem mais fina (<0,6 mm) em relação ao moinho de rolos, no entanto, as variações existentes entre os moinhos podem influenciar na granulometria (MARTIN, 1988).

Nos moinhos de rolos a redução de tamanho é obtida pela combinação de forças, principalmente compressão e esmagamento. As partículas produzidas tendem a ser uniformes em tamanho, porém de formas irregulares (mais cúbicas e retangulares do que esféricas), o que pode causar a redução da massa específica do produto moído, geralmente de 5 a 10% menor do que o mesmo material moído com moinhos de martelos (KOCH, 1996).

O grau de moagem das matérias-primas tem influenciado alguns aspectos de importância técnica e/ou econômica na produção de suínos e aves, tais como: custo de produção da ração, digestibilidade dos nutrientes, desempenho animal e lesões esôfago-gástrico. Desta forma é importante identificar, tão economicamente quanto possível, a granulometria dos ingredientes para estes animais que proporcione uma boa aceitação das dietas, apresentando a mais alta digestibilidade dos nutrientes, produzindo o máximo desempenho e preservando a saúde dos mesmos (ZANOTTO & MOTECELLI, 1998).

O tamanho ideal das partículas varia de acordo com a espécie animal, estado fisiológico, finalidade da ração, estrutura da fábrica e relação custo/benefício. Quanto maior o tamanho das partículas dos ingredientes, maior a economia com energia elétrica e maior a eficiência (toneladas/horas) de moagem. ZANOTTO & BELLAVAR (1996) avaliaram o consumo de energia elétrica e rendimento de moagem usando peneiras de diâmetro de furos de: 2,5; 3,5; 4,5 e 10mm. Foi verificado que o consumo de energia elétrica foi reduzido em 61% e o rendimento de moagem aumentou em 143% com o uso da peneira de 10mm (1,060 μ m) em relação à peneira de furos de 2,5mm (0,5 μ m).

A eficiência do processo de moagem pode variar dependendo do ingrediente utilizado, área útil da peneira, da velocidade periférica dos martelos, da configuração dos martelos e da velocidade do alimentador (BAZOLLI, 2007). O ingrediente utilizado tem influência direta na produtividade e consumo de energia dos moinhos de martelos, como relatado por HEALY et al. (1994), os quais observaram que a energia consumida para a moagem do grão de milho a 500mm foi superior à energia gasta para a moagem do sorgo na mesma granulometria. Enquanto para moer uma tonelada de milho foram gastos 15,7kWh, para moer o sorgo foram gastos 3,8kWh. A mesma relação foi encontrada para a produtividade dos moinhos, sendo que, em uma hora, foram moídas 0,63 toneladas de milho e 2,37 toneladas de sorgo.

Outro fator importante na produtividade dos moinhos é a relação entre a área útil da peneira e a potência do motor (POZZA et al., 2005). Para exemplificar essa relação, utilizando-se um moinho com motor de 100cv de potência e uma peneira com furos de 1,6mm, pode-se, por exemplo, ter peneira com área de 1000pol² e 30% de área perfurada, proporcionando uma relação de 300pol² de área perfurada para cada 100cv. Em uma segunda situação, pode-se ter uma peneira com 2000pol² e com os mesmos 30% de área perfurada, obtendo-se uma relação de 600pol² de área perfurada para cada 100cv. A segunda situação resulta em aumento na capacidade de saída do ingrediente da câmara do moinho, aumentando significativamente a produção (ALLES, 2003).

Em relação à velocidade, quanto maior a velocidade periférica, maior o impacto com o ingrediente e, portanto, menor o tamanho das partículas e maior a eficiência do moinho. Já, a configuração dos martelos terá influência na limpeza das aberturas e, por conseguinte, no aumento da área de saída do material (OWENS & HEIMANN, 1994).

O alimentador desempenha papel crucial na produtividade. Ele deve proporcionar a entrada constante e uniforme dos ingredientes na câmara do moinho e também a correta distribuição dos ingredientes em toda a área da peneira (ALLES, 2003).

1.3.2 Diâmetro Geométrico Médio (DGM) e Desvio Padrão Geométrico (DPG)

O termo granulometria é empregado para caracterizar o tamanho dos grânulos de um produto moído, dado pelo o DGM em milímetros (mm) ou micrometros (μm) ZANOTTO et al (1999c).

As determinações que caracterizam a granulometria são: Módulo de Finura (MF), Índice de Uniformidade (IU) e DGM das partículas, os quais são definidos por: MF que é representado por um índice que pode assumir qualquer valor compreendido entre zero e seis e correlaciona-se com o aumento do tamanho das partículas dos ingredientes; IU que indica a proporção relativa entre partículas grossas, médias e finas, que são definidas segundo os diâmetros maior que 2mm, entre 2 e 0,60mm, e menor que 0,60mm, respectivamente; DGM que representa o diâmetro geométrico médio das partículas dos ingredientes moídos e possibilita correlacionar a granulometria do ingrediente à digestibilidade dos nutrientes, à resposta animal e ao rendimento de moagem (ZANOTTO & BELLAVÉR, 1996).

Até pouco tempo, o diâmetro dos furos das peneiras dos moinhos era utilizado como parâmetro para caracterizar a matéria-prima moída, entretanto, atualmente este critério tem sido apontado como falho. Como exemplo, REECE et al. (1986a) estudando a granulometria do milho moído com peneiras de moinho de martelos com diâmetro de abertura de 4,76mm e 6,35mm, não encontraram diferença na conversão alimentar e peso corporal em aves. Entretanto, REECE et al. (1986b) observaram que o milho moído com peneiras de 3,18mm ou 9,59mm, quando comparadas com peneira de 6,35mm, proporcionou às aves melhor taxa de crescimento e pior conversão alimentar. Isto mostra que a utilização do tipo de peneira como referência na caracterização da granulometria de ingredientes pode ser um método equivocado.

A granulometria de um ingrediente moído em moinho de martelos é influenciada, além do diâmetro dos furos da peneira, pela área de abertura da mesma, potência do motor, número de martelos, distância entre os martelos e a peneira, vazão de moagem, teor de umidade dos grãos e desgaste do moinho (ZANOTTO & MONTICELLI, 1998). Desta forma, a granulometria deve ser caracterizada não só de acordo com o tamanho da peneira, mas também com o tamanho final e a uniformidade das partículas, os quais são expressos pelo Diâmetro Geométrico Médio (DGM) e pelo Desvio Padrão Geométrico (DPG), respectivamente. Entretanto, não é somente o tamanho das partículas dos alimentos, normalmente expresso pelo DGM, que deve ser considerado. Também é importante para caracterizar a granulometria da dieta a amplitude de dispersão do tamanho das partículas representada pelo DPG (PENZ Jr. et al., 1998).

Assim, o DGM das partículas da matéria-prima constitui um parâmetro mais adequado para expressar as relações entre o grau de moagem da mesma e a outros índices de importância técnica e econômica na produção (ZANOTTO & MONTICELLI, 1998).

Não apenas o tamanho de partículas, como também sua uniformidade é de grande importância na avaliação da influência da granulometria no aproveitamento dos nutrientes pelos animais (AMERAH et al., 2007). Um exemplo da importância da uniformidade do tamanho das partículas foi mostrado por NIR et al. (1994a), os quais moeram o milho em moinho de martelos (peneira de 8mm) e peneiraram para a obtenção de frações de partículas "finas" ($DGM < 0,64\text{mm}$), "médias" ($0,64\text{mm} < DGM < 1,41\text{mm}$) e "grossas" ($DGM > 1,41\text{mm}$). Foram formuladas cinco dietas a partir das frações citadas. O melhor desempenho foi obtido pelas aves alimentadas com as dietas preparadas com as partículas de tamanho médio ($DGM = 0,76\text{mm}$), sendo que, apesar desta dieta possuir moagem muito próxima às dietas de 0,79 e 0,70mm, este benefício em desempenho foi atribuído à uniformidade das partículas, descrita pelo DGM, que foi de 1,67mm contra 2,0mm.

A determinação do DGM pode ser realizada por meio do fracionamento da amostra (moída e seca em estufa à 105°C por 24 horas) em um conjunto de peneiras de 1,4 mm; 1,2 mm; 1,0 mm; 0,7 mm; 0,5 mm; 0,35 mm; 0,125 mm e fundo, sendo acionado por um equipamento vibrador de peneiras. As frações retidas em cada peneira são quantificadas por meio de pesagem, sendo o DGM

calculado de acordo com as equações definidas por HANDERSON & PERRY (1955) ou HEADLEY & PFOST (1970). Alternativamente, a fase de cálculo do DGM poderá ser facilitada pelo uso de um software, desenvolvido na Embrapa Suínos e Aves.

Outro método de medir o DGM é através do granulômetro, que é um instrumento mecânico construído pela Embrapa Suínos e Aves (Concórdia - SC) e Embrapa Instrumentação Agropecuária (São Carlos – SP). Este tem por finalidade medir o tamanho das partículas de milho moído, após o processo de moagem. Para seu funcionamento não há necessidade de outros equipamentos ou de cálculos matemáticos que dificultam a obtenção do DGM. Seu funcionamento baseia-se na propriedade que as partículas mais finas possuem de se aproximar umas das outras quando comprimidas, reduzindo os espaços vazios e apresentando maior compressibilidade do que partículas grossas. Ocorre uma maior compressão das partículas de milho mais finamente triturado em relação àquele mais grosseiramente moído. Para facilidade de interpretação o DGM da matéria-prima pode ser observado em uma escala colorida, indicando uma boa moagem quando da cor verde para suínos e da cor amarela para aves. O vermelho mostra que o tamanho das partículas é inadequado e está fora das especificações definidas pela pesquisa. O verde situa-se na faixa de 0,500mm a 0,650mm e o amarelo de 0,850mm a 1,050mm. A escala de cores foi matematicamente calculada por regressão linear e calibrada com milhos previamente moídos em várias finuras e que foram submetidos ao mesmo procedimento no laboratório (BELLAVÉR et al, 1998).

Segundo ZANOTTO et al. (1999a) a identificação da granulometria do milho e de outros ingredientes que maximiza a utilização dos nutrientes, associado à economia de energia elétrica e à melhoria no rendimento de moagem, contribui para a redução do custo de produção da ração.

1.3.3 Granulometria na alimentação de aves

O consenso de granulometria da ração normalmente era de que quanto menor o tamanho das partículas dos ingredientes da dieta melhor seria o aproveitamento dos nutrientes pelo maior contato destes com os sucos digestivos,

favorecendo a digestão e a absorção. Entretanto, NIR et al. (1994a) avaliando o efeito de três granulometrias: fina (DGM = 0,57 a 0,67mm), média (DGM = 1,13 a 1,23mm) e grossa (DGM = 2,01 a 2,10mm) de milho, trigo e sorgo no desempenho de pintos de corte de 1 a 7 e 7 a 21 dias de idade, não encontraram diferença quanto ao desempenho até os sete dias de idade. Sendo que, para o período de 7 a 21 dias, os resultados foram significativamente melhores com as partículas médias. A fração fina apresentou os piores resultados e a fração grossa apresentou resultados intermediários. Segundo os autores, dietas produzidas com partículas finas fluem mais rapidamente do estômago para o duodeno e para as demais partes do intestino delgado, e essa passagem rápida é acompanhada por acentuada atrofia da moela e por discreta hipertrofia do intestino. Já, as partículas maiores têm uma passagem pelo trato digestório mais lenta, permitindo uma ação enzimática mais efetiva dos sucos digestivos, aumentando o anti-peristaltismo e melhorando a disponibilidade dos nutrientes.

Em outro estudo com frangos de corte de 1 a 7 e 7 a 21 dias de idade, NIR et al. (1994b) encontraram que independente do período analisado, os melhores resultados de desempenho foram obtidos com diâmetro geométrico médio de 0,769mm da dieta, e em rações com menor desvio padrão geométrico. Já, estudo realizado por ZUMBADO (2001), mostrou que o diâmetro do grão do milho ou sorgo para a fase inicial deve ser de 800 a 900 μ m e para o crescimento e final ente 1000 a 1300 μ m.

Avaliando o efeito da granulometria na digestibilidade das dietas, KRABBE (2000) relatou que a dieta finamente moída (561 micra) comprometeu o metabolismo dos nutrientes e que a granulometria afetou a energia metabolizável, a retenção de nitrogênio e a retenção de matéria seca.

DAHLKE et al. (2001) constataram que o consumo da ração farelada teve um decréscimo progressivo à medida que diminuía a granulometria, com uma queda bastante acentuada para rações produzidas com milho de DGM de 0,366mm. RIBEIRO et al. (2002) também observaram que a menor granulometria (0,337mm) determinou menor consumo de ração, menor ganho de peso e pior conversão alimentar das aves quando comparada com a granulometria acima de 0,778mm.

Por outro lado, BRUM (1998) relatou que a granulometria excessivamente grosseira pode prejudicar o desempenho das aves, devido à preferência e seleção de partículas maiores, podendo causar desequilíbrio nutricional na dieta. Sendo

assim, se a granulometria dos ingredientes for excessivamente fina ou grossa, os nutrientes podem não ser bem aproveitados pelas aves.

As aves têm o paladar e o olfato menos desenvolvidos do que os dos mamíferos, em função de um reduzido número de receptores químicos específicos. Esta deficiência, todavia, é compensada por mecanoreceptores (BERKHOUND, 1984), que são órgãos sensoriais e terminações livres no palato superior, localizados principalmente no bico. Essas células receptoras respondem ao estímulo do contato do alimento da mesma forma que acontece com os estímulos olfativos e do paladar em mamíferos. Muitos trabalhos têm relacionado debicagem com redução do consumo e desempenho, mostrando a importância destes mecanoreceptores (ANDRADE, 1975; ANDREWS, 1977; LEE 1980).

Segundo MORAN (1982), do ponto de vista anatomo-fisiológico, observa-se que as aves têm dificuldade de consumir partículas maiores ou menores que a dimensão anatômica do bico, sendo este fator importante na preferência pelo tamanho das partículas. Também justifica uma redução do consumo de partículas muito finas o fato das aves terem uma produção pequena de saliva, e esta ser bastante viscosa. Com isto existe a formação de um composto pastoso que adere ao canto do bico, onde estão localizados os dutos salivares, prejudicando a secreção de saliva, o consumo, bem como a deglutição do alimento (TURK, 1982).

Em relação ao processo de peletização, alguns estudos foram feitos avaliando a influência do tamanho das partículas na qualidade dos péletes. Segundo NILIPOUR (1994) as partículas finas e uniformes favorecem a absorção de água, indispensável para a pré-digestão dos ingredientes e para a formação de péletes mais rígidos. Entretanto, REECE et al. (1986) estudando o efeito do tamanho das partículas do milho na durabilidade dos péletes, observaram que as partículas pouco afetam a resistência dos péletes e os melhores péletes foram obtidos com o milho com partículas maiores.

AMERAH et al. (2007), em trabalho de revisão sobre granulometria de dietas para aves, concluíram que o DGM ótimo para as diferentes fases varia entre 600 a 900 μ m, considerando dietas baseadas em milho e sorgo.

1.3.4 Granulometria na alimentação de suínos

O grau de moagem dos ingredientes tem influenciado alguns aspectos de importância técnica e/ou econômica na produção de suínos, tais como: custo de

produção da ração, digestibilidade dos nutrientes, desempenho animal e lesões esôfago-gástricas.

Em suínos, reconhecem-se dois tipos de úlcera estomacal: a úlcera péptica, que afeta a região glandular (principalmente a região fúndica e raramente as regiões cárdica e pilórica) e a úlcera esôfago-gástrica, que ocorre na região não-glandular ou *Parsoesophagea* (PE) do estômago (O`BRIEN, 1992).

É provável que as lesões estomacais dos suínos predominem na região não-glandular do estômago, devido principalmente, à ausência de muco nesta região e ao tipo de epitélio, o que o torna relativamente desprotegido contra as ações digestivas do ácido clorídrico e da enzima pepsina. Estudos relataram que suínos alimentados com dietas com granulometria de 2,5mm desenvolveram mais alterações epiteliais na região não-glandular do estômago e apresentaram maior incidência de úlcera, em relação aos animais alimentados com ração com granulometria de 10,0mm. (POTKINS & LAWRENCW, 1989; STRAW et al., 1994; MONTICELLI, 1996).

As lesões gástricas foram causadas por uma alteração na atividade da pepsina, fluidez dos conteúdos estomacais, ou ambos, e não por diminuição na secreção de muco ou aumento na secreção ácida. A maior fluidez do conteúdo estomacal poderia estar associada ao maior consumo de água pelos animais que receberam alimentos com granulometrias mais finas, uma vez que o alimento permaneceria mais seco, ocorrendo, portanto, maior fluidez do conteúdo estomacal. Esta maior fluidez proporcionaria contato mais freqüente das secreções digestivas com a região não-glandular do estômago, determinando maior incidência de lesão neste local, uma vez que o mesmo é relativamente desprotegido, por não apresentar glândulas de muco e pelas próprias características de ser um epitélio escamoso estratificado (REIMANN et al., 1968).

Esta fluidez reduz a taxa de esvaziamento gástrico e permite um maior tempo de contato do bolo alimentar com o epitélio da região esofágica do estômago dos suínos. Sob tais condições, a secreção ácida gástrica é estimulada e, conseqüentemente, há desenvolvimento de paraqueratose, erosões e úlcera (HEDDE et al., 1985).

Por outro lado, a granulometria mais fina resultou em melhores valores de digestibilidade, em virtude do aumento da superfície de contato entre o alimento e o suco digestivo (ZANOTTO et al, 1995) com isso, ocorreu maior produção de ácido clorídrico e maior atividade da pepsina, aumentando a quantidade destas secreções

digestivas no estômago, tornando-o mais ácido (MAXWELL et al., 1970). OWSLEY et al. (1981) também encontraram uma relação inversa entre o tamanho da partícula e a digestibilidade da matéria seca, amido, energia bruta, proteína e aminoácidos em suínos.

Segundo ZANOTTO et al. (1995) a digestibilidade das rações pode ser melhorada em cerca de 6% com a redução do tamanho das partículas, sendo os melhores resultados obtidos quando os valores de módulos de finura variaram de 2,29mm a 2,63mm e o DGM entre 0,509mm a 0,645mm para suínos em crescimento e terminação, respectivamente. Não houve efeito do tempo de passagem do alimento pelo trato digestório, o que também foi verificado por IVAN et al. (1974). Já, em leitões na fase de creche, o melhor resultado obtido foi com o DGM de 0,594mm (TSE et al., 2006).

Tem-se evidenciado que a redução no DGM das partículas do milho aumenta o seu valor nutricional. Milhos moídos com DGM de 1,054mm, 0,746mm e 0,502mm, apresentaram valores de energia metabolizável de 3.322 kcal/kg, 3.392 kcal/kg e 3.491 kcal/kg, respectivamente, correspondendo a aumentos de 2,1% e 5,1 %, para os DGM de 0,746mm e 0,502 mm, respectivamente, comparados ao DGM de 1,05mm. Isto indica que o valor energético do milho pode ser aumentado até 169 kcal/kg em função da redução do DGM até 0,502mm (ZANOTTO et al, 1999b). Há indicações de que a granulometria indicada para suínos seja na faixa de 0,500 a 0,650mm para suínos em crescimento (BELLAVAR et al, 1998).

HEALY et al. (1994) obtiveram maiores ganhos de peso de suínos alimentados com a granulometria do milho moído a 0,700mm e do sorgo a 0,500mm. Desta maneira, as diferenças nas respostas entre eles podem ser devido à estrutura morfológica dos grãos e à distribuição do tipo de proteína da matriz protéica que recobre seus grânulos de amido.

1.3.5 Granulometria na alimentação de cães e gatos

Tradicionalmente rações preparadas para cães e gatos têm seus ingredientes moídos praticamente na mesma textura. Em outros países, as indústrias de alimentos para cães utilizam, normalmente a peneira de 1,6mm para moer os ingredientes (ROKEY & HUBER, 1994) e as empresas brasileiras, utilizam peneiras

de 0,8mm a 1,7mm, dependendo da qualidade da matéria prima e da segmentação de mercado da ração, já que alimentos de maior valor agregado como os prêmio e super-prêmio, normalmente apresentam processamento diferenciado, com moagem mais fina dos seus ingredientes para garantir um extrusado de melhor estrutura, com aspecto visual mais homogêneo e melhor disponibilidade dos nutrientes da ração.

Segundo CASE et al. (1998) a digestibilidade do amido dietético para cães é afetada principalmente pelo tratamento térmico e pelo tamanho dos grânulos de amido, sendo que o amido finamente moído é mais digestível do que em grânulos grosseiros, uma vez que este fica mais susceptível à ação da temperatura, proporcionando maior solubilização das moléculas de amilose e amilopectina, o que melhora a digestibilidade.

BAZOLLI (2007) em estudo sobre o efeito da moagem na digestibilidade de dietas formuladas com arroz, milho ou sorgo para cães, relatou que o grau de moagem não teve influencia sobre a digestibilidade dos nutrientes da dieta com arroz, porém para a dieta com milho houve melhora na digestibilidade da matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO) com a redução do DGM para 0,475mm e 0,400mm, respectivamente, melhor digestibilidade dos extrativos não nitrogenados (ENN) com DGM de 0,350mm e do extrato etéreo ácido (EEA) e proteína bruta (PB) com os DGM de 0,444mm e 0,525mm, respectivamente. Entretanto o grau de moagem não afetou a digestibilidade da fibra bruta (FB), amido e energia bruta (EB).

Segundo SVIHUS et al. (2005) a possível causa da maior digestibilidade do amido do arroz é devido ao menor tamanho do seu grânulo de amido em relação aos grânulos do milho e sorgo, o que proporciona uma maior área para a ação das enzimas digestivas. Esses resultados se deram devido ao processo de extrusão, provavelmente proporcionando a gelatinização do amido tornando-o mais digestível.

KIENZLE (1993) observou que o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) do amido de uma dieta contendo milho cru moído grosseiramente foi de 72%. Quando o milho foi cozido ou finamente moído, o CDA do amido passou a ser 100%. Deste modo, tanto a granulometria como a gelatinização, influenciam a suscetibilidade do grânulo de amido à ação enzimática intestinal. Entretanto, apesar da gelatinização promover aumento nos CDA dos nutrientes, esta resposta também depende dos ingredientes.

Para dieta com sorgo, foi constatado melhora dos CDA da MS e MO com a redução do DGM e uma significativa melhora do CDA da FB com o DGM de

0,500mm. Entretanto, a diminuição do DGM apresentou uma piora dos CDA do amido, ENN, PB e EEA (BAZOLLI, 2007).

Em relação à qualidade das fezes, o autor supracitado concluiu que quanto maior a granulometria, pior o escore fecal para os três exemplos de dieta, sendo que o pior escore obtido foi com o arroz moído em um DGM de 0,388mm.

1.3.5.1 Efeito da granulometria na curva glicêmica pós-prandial

O controle glicêmico pode estar prejudicado em alguns estágios fisiológicos e condições de saúde, tais como *diabetes melitus*, obesidade, gestação, estresse, infecção, câncer e idade avançada (KAHN et al., 2001). A utilização de dietas que minimizem e estendam a glicemia pós-prandial proporciona, para animais nestas condições, um restabelecimento mais rápido e fácil da glicemia (BOUCHARD & SUNVOLD, 1999).

O amido é o principal responsável pela alteração da onda pós-prandial de glicose sanguínea e a resposta insulínica do animal (SUNVOLD et al., 1995). Dessa forma, quanto mais rápida e completa sua digestão, mais rápida e intensa será a curva desencadeada (JENKINS et al., 1981). Dentre os fatores que influenciam a velocidade e o grau de digestibilidade do amido e a conseguinte curva glicêmica, está o grau de moagem dos ingredientes. HEATON et al. (1988) estudaram a influência do trigo e milho, nas formas integrais, quebrado, moído grosseiramente e moído finamente e da aveia nas formas integrais, moídas grosseiramente e moída finamente, sobre a glicemia pós-prandial em seres humanos. Eles perceberam que quanto menor o tamanho da partícula do milho e do trigo, maior o pico glicêmico e a resposta insulínica. Esse comportamento não foi observado para a aveia, provavelmente devido às diferenças nas propriedades físicas de suas fibras. Resultados semelhantes foram encontrados por HOLT & MILLER (1994), que demonstraram maiores respostas glicêmicas para dietas à base de trigo mais finamente moído.

1.3.6 Efeito da granulometria no processo de extrusão

Antes das matérias-primas serem extrusadas, elas passam pela remoagem. O processo de remoagem é independente do setor de moagem e acontece após os ingredientes serem misturados. É uma etapa muito comum, especialmente em unidades que processam rações destinadas à cultura de camarões e à alimentação inicial de suínos e de cães e gatos.

O objetivo da remoagem é reduzir ainda mais a granulometria, ou o tamanho médio das partículas, visando um produto final de maior qualidade com pequena ou nenhuma segregação de ingredientes. A remoagem busca atender a alguns processos, como a peletização e a extrusão, que são excepcionalmente exigentes quanto à qualidade da moagem.

Na fabricação de alimentos para cães e gatos, os ingredientes mais utilizados são os grãos, que possuem em sua composição cerca de 50% a 90% de amido. Eles têm função essencial na extrusão, processo de produção dos alimentos secos (CRANE et al., 2000). A tecnologia da extrusão tem como objetivo principal melhorar a qualidade dos extrusados. A expansão inclui o condicionamento com vapor, que hidrata, aquece o alimento e o expande. A intensidade do tratamento térmico determina o grau de modificação do amido (gelatinização), a disponibilidade do conteúdo celular para digestão e absorção e a pasteurização da mistura alimentar (LUCHT, 2002). A redução do diâmetro geométrico das partículas dos ingredientes favorece a gelatinização do amido durante a extrusão e, por conseguinte, a melhor gelatinização do amido contribuirá para maior digestibilidade da ração (BAZOLLI, 2007) e melhor estrutura dos extrusados.

A homogeneidade no tamanho da partícula dos ingredientes promove a uniformidade do teor de umidade da mistura. Desta forma, se o tamanho das partículas for heterogêneo, a textura e a uniformidade do produto final serão afetadas, por outro lado se o tamanho final das partículas dos ingredientes for muito grande, o produto final apresentará ingredientes cozidos insuficientemente, prejudicando as características nutricionais da ração extrusada.

Na produção de ração extrusada a redução do diâmetro geométrico dos ingredientes favorecem a melhor gelatinização do amido durante a extrusão. Ao contrário do que acontece às partículas grandes, isto porque as partículas com menor diâmetro geométrico são penetradas pelo vapor até o centro do núcleo,

agregando-lhes umidade e essa umidade, aliada ao tempo, irá envolver as partículas com uma espécie de "cola" originada dos amidos contidos no produto, dando-lhes condições para que elas se agreguem entre si, resultando em melhoria na qualidade e apresentação final dos extrusados (BAZZOLI, 2007).

Partículas pequenas, como as farinhas, são hidratadas mais facilmente e cozidas mais rapidamente que partículas maiores, alterando também a qualidade do produto. A gelatinização do amido normalmente causa aumento na viscosidade, mas na extrusão, o intenso cisalhamento também pode quebrar as macromoléculas em umidades menores, resultando na redução da viscosidade.

A composição da matéria-prima, seu teor de umidade e tamanho de suas partículas, influenciam a viscosidade do produto na extrusora. A viscosidade é fator crucial, que determina as condições de operação da extrusora e, portanto, a qualidade do produto final. (FELLOWS, 2002).

BALAGOPALAN (2002) em um trabalho com raspa de mandioca, concluiu que o grau de moagem da matéria-prima interfere diretamente nos parâmetros de extrusão, e que, quanto menor o tamanho das partículas da matéria-prima, melhor a qualidade do produto extrusado.

Segundo ASCHERI et al. (1995) o processo de extrusão permite a utilização de uma gama de ingredientes e tamanhos de partículas dos mesmos. Porém, as partículas pequenas são mais rapidamente fundidas e a massa resultante, de viscosidade baixa, pode não ser transportada apropriadamente.

Segundo FERNANDES et al. (2003) a distribuição do tamanho de partículas das farinhas de milho/soja extrusadas não foi afetada pelas diferentes temperaturas usadas na extrusora, indicando que houve homogeneidade no tamanho de partículas destas farinhas.

LITERATURA CITADA

ALLES, G. Particle reduction technology. In: KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. **Petfood technology**. Illinois: Mt. Morris, 2003, p. 327-335.

AMERAH, A.M, et al. Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 63, p.439-455, 2007.

ANDRADE, A.; et al. The effect of age at and methods of debeaking on future performance of White Leghorn pullets. **Poultry Science**, Champaing v.54, p.666-674, 1975.

ANDREWS, L.D. Performance of broilers with different methods of debeaking. **Poultry Science**, Champaing, v.56, p.1689-1690, 1977.

ASCHERI, J.L.R et al. Efecto de la formulación sobre las expansiones y viscosidad de snacks producidos por extrusión termoplástica. **Alimentaria**. Madrid, v.286 n.12 p.111-118, 1995.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO – ANFAL PET. **Disponível em:** <http://www.anfalpet.org.br>. Acessado em 10/10/2007.

BALAGOPALAN, C. **Cassava utilization in food**, feed and industry. In: HILLOCKS, R.J. et al. **Cassava: biology, production and utilization**. CAB International, Kew, v.15, p. 301-318, 2002.

BAZOLLI, R. S., **Influência do grau de moagem de ingredientes amiláceos utilizados em rações extrusadas sobre os aspectos digestivos e respostas metabólicas em cães**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Medicina veterinária (FCAV) 2007, 82p.

BIAGI, J.D Implicações de granulometria de ingredientes na qualidade de pellets e na economia da produção de rações (Revisão). In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNO E AVES , Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia, SC: EMBRAPA /CNPSA, p. 57 – 70, 1998

BELLAVER, C.; NOMES, K.; **A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola** Goiânia -GO Palestra apresentada no IV Simpósio de Avicultura. 27/04/2000.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D.L.; BRUM, P.A.R Tamanho das partículas de milho moído para rações e como medi-las facilmente através do granulômetro In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUINO E AVES, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia, SC: EMBRAPA/CNPSA, P. 71-74, 1998

BERKHOUDT, H. Structure and function of avian taste receptors. **Form and functions in birds**, New Work: Academic press, 1984.

BOUCHARD, G. F.; SUNVOLD, G. D. Improving canine glycemic response to a meal with dietary starch. In: THE NORTH AMERICAN VETERINARY CONFERENCE, 1999, ORLANDO. **Proceedings Recent advances in clinical management of diabetes mellitus**, Orlando: The Iams Company Press, 1999. p. 16-19.

BRUM, P.A.R. A. Utilização de farelo de canola em dietas de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas. **Anais....** p.09, 1998.

CASE, L.P.; CAREY, D.P.; HIRAKAWA, D.A. Nutrição canina e felina: manual para profissionais. Madrid:Harcourt Brace, 1998. 424p

CRANE, S. W ET AL. Introduction to commercial pet foods. In: HAND, M. et al. **Small animal clinical nutrition**, 4ed Kansas:Mark Morris Institute, 111-126, 2000.

DAHLKE, F.; et al. Tamanho da partícula do milho e forma física da ração e seus efeitos sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frango de corte Campinas – SP **Revista Brasileira Ciências Avícola**. V.3, n.3, 2001.

ESMINGER, M.E. **Processing effects**. In: Feed Manufacturing Technology III. AFIA. 1985. Cap. 66. pp. 529-533.1985.

FELLOWS, P. Extrusion. In: FELLOWS, P. **Food processing technology: principles and practice**. Cambridge: Woodhead Publishing, cap. 14, p. 294-308, 2002.

FERNADES, M.S., et al; Efeito da temperatura de extrusão na absorção de água, solubilidade e dispersibilidade da farinha pré-cozida de milho-soja. **Ciências Tecnologia do Alimento** Campinas - SP v.23, n.2, 2003.

HANDERSON, S.M.; PERRY, R.L. Agricultural process engineering, New York, **J. Willey**, p.118-142, 1955.

HEADLEY, V.; PFOST, H. Describing Particle Size. **Feed Manufacturing Technology**. p.563-568, 1970.

HEALY, B.J. et al. Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum for nursery pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p. 2227-2236, 1994.

HEATON, K. W. et al. Particle size of wheat, maize, and oat test meals: effects on plasma glucose and insulin responses and on the rate of starch digestion in vitro. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 47, p. 675-682, 1988.

HEDDE, R.D. et al. Effect of diet particle size and feeding of H₂- receptor antagonists on gastric ulcers in swine. **Journal Animal Science**, Champaign, v.61, n.1, p.179-186, 1985.

HOLT, S.H.A.; MILLER, J.B. Particle size, satiety and glycaemic response. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 48, p. 496-502, 1994.

IVAN, M et al. Nutritional evaluation of wheat. I. Effects of preparation on digestibility of dry matter, energy and nitrogen in pigs. **Anim. Prod.**, Edinburgh, v.19, p. 359-365, 1974.

JENKINS, D. J. et al. Glycemic index of foods: A physiological basis for carbohydrate exchange. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 34, p. 362-366, 1981.

KAHN, S.E. et al. Obesity, body fat distribution, insulin sensitivity and islet b-cell function as explanations for metabolic diversity. **Journal of Nutrition.**, v. 131, p. 354S 360S, 2001.

KIENZLE, E. Carbohydrate metabolism of the cats 2. digestion of starch. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 69, p.102-114, 1993.

KOCH, K., Hammermills and roller mills. Feed manufacturing. MF- 2048. Department of Grain Science and Industry. **Cooperative Extension Service**. Kansas State University. Manhattan, KA, USA 1996.

LEE, K. Long term effects of Marek's disease vaccination with cell-free Herpesvirus of turkey and age at debeaking on performance and mortality of white leghorns. **Poultry Science**, Champaign, v.59, p. 2002-2007, 1980.

LUCHT, W.H. Mejoramiento de la producción de pollo por medio de la expansión de alimento. **Ind. Avícola**, outubro, p32-35, 2002.

MARTINS, S. Particle size reduction. **NFIA - feed manufacturing short course**. Kansas: State University, 10 p, 1988.

MAXWELL, C.Y. et al. Effect of dietary particle size on lesion development and on the contents of various regions of the swine stomach. **Journal Animal Science**. Champaign, v., n.6, p.911-22, 1970.

Método de determinação da granulometria de ingredientes... Disponível: <ftp://ftp.cnpsa.embrapa.br/pub/publicacoes/comtec/cot215.pdf>. Acesso em: 06 outubro 2007.

MONTICELLI, C.J.; et al. Efeito da granulometria do milho, da área por animal e do sexo sobre o desempenho de suínos em crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. 25(6):1150-1162, 1996.

MORAN, E.T. Jr Comparative nutrition of the fowl and swine. In: The GASTROINTESTINAL systems. Guelph: University of Guelph, p. 185-198, 1982.

NITZKE, J.A.; **Alimentus - alimentos e novas tecnologias na UFRGS**. Instituto de ciência e tecnologia de alimentos UFRGS – RS Capturado em 22 maio 2007. Online. Disponível na Internet <http://www.ufrgs.br/alimentus/feira/afeirahtm>.

NILIPOUR, A. Produciendo pellets de calidad. **Industria Avícola**, Mont Morris, v.41, n.2, p.28-30, 1994.

NIR, I.G; SHEFET, Y; ARONI G. Effect of particle size on performance. 1 corn **Poultry Science**, Champaign, v 73, p 45-49, 1994a.

NIR, I. et al. Effect of grain particle size on performance. 2. Grain texture interactions. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.781-791, 1994b.

O'BRIEN, J.J. Gastric ulcers. In: LEMAN, A.D.; STRAW, B.; GLOCK, R.D; MENGELING, W.; PENNY, R.H.C.; SCHOLL, E. eds. Diseases of swine. 7. ed. Ames, Iowa State University Press, p. 681-691, 1992.

OWENS, J. M.; HEIMANN, M. Material processing cost center In: McELLINEY, R. R. **Feed Manufacturing Technology IV**. Arlington:VA, 1994, p. 81-92.

OWSLEY, W.F. et al. Effect of sorghum particle size on digestibility of nutrients at the terminal ileum and over the total digestive tract of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 52, n. 3, p. 557-566, 1981

PENZ Jr., A.M. Ração peletizada para frango, critérios técnicos-econômicos para a sua adoção. In: CONFERÊNCIA APINCO' 98 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997, Campinas. **Anais....** Campinas: APINCO, P. 285-304., 1997.

PETBR, A força dos nutrientes. Disponível em: <http://www.petbrasil.com.br>, Acesso em: 20/05/2007

POTKINS, Z.Y.; LAWRENCE, T.L.J. Oesophagogastric parakeratosis in the growing pig: effects of the physical form of barley-based diets and added fiber. **Resvista Veterinary Science**, Oxford, v.47, n.1, p.60-67, 1989.

REECE, F.N.; LOTT, B.D.; DEATON, J.W.; Effects of environmental temperature and corn particle size on response of broiler to pelleted feed. **Poultry Science**, Champaign, v.65, p.636-641, 1986a.

REECE, F.N.; LOTT, B.D.; DEATON, J.W.; Effects of hammer mill screen size on ground corn particle, pellet durability and broiler performance. **Poultry Science**, Champaign, v.65, p.636-641, 1986b.

REIMANN, E.M. et al. Effect of fineness of grind of corn on gastric lesions and contents of swine. **Journal Animal Science**, Champaign, v.27, p. 992-999, 1968.

RIBEIRO, A.M.L, et al. **Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo**, Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas, vol4 no.1, janeiro/abril, 2002.

ROKEY, G.; HURBER, G. Pet foods In:McElhiney, R.R. **Feed manufacturing technology IV**. Arlington:VA, 1994, p. 479-493.

STRAW, B.; HENRY, S.; NELSEN, J.; DOSTER, A. MOXLEY, R. ROGERS,D.; WEBB, D. Prevalence of gastric ulcers in normal, sick and feed-deprived pigs. **American Society Animal Science**, Midwestern Section. March 21-23, p. 51, 1994.

SVIHUS, B et al. Effects of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch. **Animal feed Science and Technology**, v. 122, p.303-320,2005.

SUNVOLD, G. D. et al. Dietary fiber for cats: in vitro fermentation of selected fiber sources by cat fecal inoculum and in vivo utilization of diets containing selected fiber sources and their blends. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2329-2339, 1995

TSE, M.L.P. et al. Valor nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes graus de moagem para leitões na fase de creche. Belo Horizonte – MG **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** v. 58 n.6 , 2006.

TURK, D.E. Symposium: The avian gastrointestinal tract and digestion. **Poultry Science**, Champaing, v.61, p.1225-1244, 1982.

ZANOTTO, D.L.; et al. Granulometria do milho da digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. 24 (3): 428-436, 1995.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVER, C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações em suíno e aves. Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1996. 5p. EMBRAPA-CNPISA. (Comunicado Técnico, 215), 1996.

ZANOTTO, D.L.; BRUM,P.A.R. de.; GUIDONI, A.L.; Granulometria do milho em rações para frango de corte. Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1998. 2p. EMBRAPA-CNPISA. (Comunicado Técnico, 224), 1998.

ZANOTTO, D.L; BRUM, P.R. de. E GUIDONI, A.L Granulometria do milho, peletização da dieta e metabolismo com frangos de corte. In: Conferência APINCO 1999 de Ciência e Tecnologia Avícolas. **Anais...** São Paulo. 1999a. p 33.

ZANOTTO, D.L; GUIDONI, A.L.; BRUM, P.R. de. Granulometria do milho em rações fareladas para frangos de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36. **Anais....** Porto Alegre. 1999b. p.227.

ZANOTTO, D.L; GUIDONI, A.L.; PIENIZ, L.C.; Granulometria do milho em rações para engorda de suínos. In: Instrução técnica para o suinocultor, área de comunicação empresarial; (EMBRAPA- CNPISA. Comunicado técnico), 1999c. Disponível em: [htt://www.cnpisa.embrapa.br](http://www.cnpisa.embrapa.br) acesso: 03/07

ZANOTTO, D.L.; MONTICELLI, C.J. Granulometria do milho em rações para suínos e aves: digestibilidade de nutrientes e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE GRANULOMETRIA DE INGREDIENTES E RAÇÕES PARA SUÍNOS E AVES, 1998, Concórdia, **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, p. 26- 47, 1998.

ZUMBADO, A.M.E. Consideraciones de importancia al utilizar alimentos em harina o peletizados en aves. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA, 17., 2001, Guatemala. **Anais...** Guatemala: Asociación Nacional de Avicultores 2001. p.215-228.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES GRAUS DE MOAGEM EM DIETAS PARA CÃES

RESUMO - Com o objetivo de avaliar o efeito da forma física da dieta sobre a digestibilidade dos nutrientes e a metabolizabilidade da energia em cães, foram utilizadas rações secas extrusadas com diferentes granulometrias. Oito cães adultos da raça beagle foram distribuídos em delineamento quadrado latino duplo (4 x 4). Os ingredientes das dietas foram moídos em peneiras de 0,8; 1,0; 1,2 e 1,5mm, sendo as granulometrias das rações expressas em diâmetro geométrico médio (DGM), originando: 468, 476, 499 e 588 μ m, respectivamente. Os parâmetros avaliados foram: consumo de matéria seca (CMS), coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo ácido (EEA), fibra bruta (FB), extrativos não nitrogenados (ENN), energia metabolizável (EM) e escore das fezes (um indicando fezes pastosas e cinco indicando fezes duras). Os resultados dos CDA, EM e CMS foram comparados pelo teste Tukey e por análises de correlação e regressão. Os dados de escore fecal foram avaliados pelo teste Qui-quadrado. As análises de correlação e de regressão linear demonstraram haver relação negativa entre DGM e os CDA da PB, EEA, ENN e EM. Não foi observado efeito do DGM sobre o CMS e o CDA da MS. Houve piora na qualidade das fezes à medida que aumentou o DGM das rações. Portanto, conclui-se que a menor granulometria da ração está relacionada ao melhor aproveitamento dos nutrientes e energia da dieta e produção de fezes de melhor qualidade pelos cães.

Palavras-chave: digestibilidade, granulometria, nutrição de cães.

EVALUATION OF DIFFERENT MILLING IN DIETS FOR DOGS

ABSTRACT - In order to evaluate the effect of physical form of diet on nutrients digestibility and metabolizability of energy in dogs, there were utilized dry extruded foods with different particle sizes. Eight adult beagle dogs were distributed in a double latin square design 4 x 4 (periods x treatments). The ingredients of diets were ground in sieves of: 0,8; 1,0; 1,2 and 1,5mm, being the particle size of diets expressed in geometric mean diameter (GMD), being: 468, 476, 499 and 588 μ m, respectively. The parameters evaluated were: dry matter intake (DMI), coefficients of apparent digestibility (CAD) of dry matter (DM), crude protein (CP), acid ether extract (AEE), crude fiber (CF), nitrogen free extract (NFE), metabolizable energy (ME) and fecal score (one indicating wetter stools, five indicating hard feces). The results of CAD, ME and DMI were compared by Tukey's test and correlativeness and regression assay. The results of fecal score were evaluated by Qui-quadrado test. The correlativeness and regression assay showed to have a negative relationship between GMD and CAD of CP, AEE, NFE and ME. It was not observed effect of GMD on IDM and CAD of DM. There was lower fecal score with increasing GMD of foods. Therefore, it can be concluded that the lowest particle size of food results in better use of nutrients and energy of diet and production of drier feces by dogs.

Key words: digestibility, particle size, dogs nutrition

2.1 INTRODUÇÃO

A literatura atual apresenta um número relativamente grande de artigos acerca da avaliação da composição nutricional de alimentos para cães, entretanto, ainda há escassez de informações a respeito do efeito das características físicas da dieta sobre o aproveitamento dos nutrientes.

O tamanho de partículas dos ingredientes que compõem a dieta pode ter reflexos bastante significativos no aproveitamento dos alimentos pelos animais. Menores granulometrias permitem maior gelatinização do amido e maior ação das enzimas digestivas nos nutrientes, melhorando a digestibilidade. Por outro lado, pode resultar em aumento na taxa de passagem do alimento pelo trato digestório, reduzindo o tempo de ação das enzimas digestivas sobre os nutrientes e sua absorção, o que também compromete o aproveitamento dos nutrientes pelo organismo.

A indústria adota a prática da moagem fina, principalmente para alimentos prêmio e super-prêmio, de forma a garantir acentuada redução no tamanho das partículas, melhorando a homogeneização e a digestibilidade dos ingredientes, o grau de gelatinização do amido, qualidade do extrusado e o aspecto visual da ração.

A eficiência do processo de produção dos alimentos está diretamente relacionada à moagem dos ingredientes, já que o moinho, depois da extrusora, é o equipamento que mais consome energia na fábrica de ração. Embora ainda apresentem resultados contraditórios, vários trabalhos com aves e suínos têm sido enfáticos no que diz respeito aos benefícios concedidos por determinados níveis granulométricos. Entretanto, há escassez de informação na literatura sobre o melhor grau de moagem para cães.

O conhecimento da influência da relação da moagem é de grande valia para a indústria de alimentos para cães, pois permitirá melhor fundamentação do processo de seus produtos e das formulações dos alimentos, tornando possível obter ganhos em energia metabolizável, digestibilidade e qualidade das fezes (BAZOLLI, 2007).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes graus de moagem dos ingredientes de rações secas extrusadas para cães sobre a digestibilidade dos nutrientes, energia e qualidade das fezes.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Local do experimento

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Estudos de Nutrição Canina - LENUCAN do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná - UFPR.

2.2.2 Dietas experimentais

Foram formuladas rações com os mesmos ingredientes, diferindo apenas quanto à sua granulometria (Tabela 1). A composição nutricional das dietas experimentais superou as recomendações da AAFCO (2004) para cães adultos em manutenção (Tabela 1).

Para a confecção das rações os ingredientes foram moídos separadamente em moinho de martelos com peneiras de 0,8; 1,0; 1,2 e 1,5 mm, sendo as dietas expressas como diâmetro geométrico médio (DGM): 468, 476, 499 e 588 μm , respectivamente.

Uma amostra foi retida de cada dieta antes da extrusão para determinação do DGM, o qual foi obtido por meio de conjunto de peneiras de 1,4 mm; 1,2 mm; 1,0 mm; 0,7 mm; 0,5 mm; 0,35 mm; 0,125 mm e fundo, sendo os valores calculados pelo programa *Gransuave*, segundo os procedimentos descritos por ZANOTTO & BELLAVAR (1996). Após moagem, os ingredientes foram misturados e extrusados.

Tabela 1 – Ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Ingredientes	%			
Milho	35,00			
Farinha de Víscera de Frango	16,00			
Quirera de Arroz	13,43			
Farinha de Carne 45	10,52			
Farinha de Trigo	10,00			
Glúten Milho 60	5,00			
Farinha de Aveia	3,00			
Sebo bovino	5,00			
Sal Comum	0,50			
Premix vitamínico e mineral ¹	0,05			
Palatabilizante ²	1,50			
Composição química analisada (% na matéria seca)				
DGM (μm)	468	476	499	588
Proteína bruta	25,0	25,9	26,8	27,1
Extrato etéreo hidrólise ácida	6,8	7,1	6,9	7,4
Fibra bruta	2,1	2,3	2,1	2,9
Extrativos não nitrogenados	53,0	54,8	54,7	53,7
Energia bruta (kcal/kg)	3950	3930	3940	3950

¹Adição por quilograma de produto: Vitamina A - 22000UI, Vitamina D - 2200UI, Vitamina E - 90UI, Vitamina B1- 1ppm, Vitamina B2 - 7 ppm, Ac pantotenico 12 ppm, Niacina - 14 ppm, Vitamina B6 - 1 ppm, Ácido fólico - 0,2 ppm, Vitamina - B12 22 mcg, Colina - 1200 ppm, Zinco - 140 ppm, Ferro - 80 ppm, Cobre - 7,5 ppm, Iodo - 1,5 ppm, Selênio - 0,2 ppm. ² Fígado de aves hidrolisado.
DGM = diâmetro geométrico médio

2.2.3 Animais

Foram utilizados oito cães adultos da raça Beagle, machos e fêmeas, não castrados, sadios e vermifugados, com peso médio de 10kg e idade média de dois anos. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas metabólicas medindo 1m³, com fundo vazado, visando separar as fezes da urina.

2.2.4 Delineamento experimental

Os cães foram distribuídos em delineamento quadrado latino duplo (4 x 4) (períodos x tratamentos), totalizando oito repetições por tratamento. Cada tratamento foi fornecido para dois cães em cada período, de forma que ao término das repetições todos os cães tivessem consumido todos os tratamentos.

2.2.5 Protocolo experimental

Cada período experimental constou de 10 dias, sendo cinco dias para adaptação às condições experimentais e dietas, e cinco para coleta de dados. O ensaio de digestibilidade foi conduzido pelo método da colheita total de fezes. A urina não foi colhida, sendo utilizado um fator de correção para estimativa da perda energética pela urina conforme a AAFCO (2004).

A água foi fornecida *ad libitum*, enquanto que a alimentação foi oferecida duas vezes ao dia, às 10 e 18 horas, de acordo com o peso metabólico do animal, não havendo ocorrência de sobras. A quantidade fornecida por animal foi calculada com base nas necessidades de energia metabolizável diária de manutenção, segundo a equação: $132 \times \text{peso corporal}^{0,75}$ (NRC, 1985).

As amostragens das dietas foram realizadas diariamente nas fases de adaptação e de colheita. As fezes de cada animal foram colhidas duas vezes ao dia durante o período de colheita, pesadas individualmente e congeladas em freezer (-15°C), originando ao final do período uma amostra composta de cada animal. As fezes produzidas pelos cães durante o experimento foram avaliadas sempre pelo mesmo pesquisador segundo escore apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Sistema de avaliação da consistência das fezes através de escores.

Escore	Aspecto das fezes
1	Fezes líquidas
2	Fezes pastosas
3	Fezes pouco pastosas
4	Fezes normais
5	Fezes ressecadas

Adptado de Case et al. (1998).

2.2.6 Análises laboratoriais

Ao término do experimento, as amostras compostas de fezes de cada cão foram descongeladas, homogeneizadas e secas a 55°C em estufa de ventilação forçada durante 72 horas. As amostras das rações e fezes foram analisadas para determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB) e matéria mineral (MM) de acordo com SILVA & QUEIROZ (2002). A análise de extrato etéreo ácido (EEA) foi realizada segundo metodologia descrita pela AOAC (1995). A fração correspondente aos extrativos não nitrogenados (ENN) foi determinada pela fórmula: $ENN\% = 100 - (\%UM + \%PB + \%FB + \%EEA + \%MM)$, sendo UM o teor de umidade da amostra (100-%MS). A energia bruta (EB) das rações e fezes foi determinada em bomba calorimétrica. A energia metabolizável (EM) foi estimada segundo a AAFCO (2004):

$$EM \text{ (kcal/g)} = \{ \text{kcal/g EB ingerida} - \text{kcal/g EB das fezes} - [(\text{g PB ingerida} - \text{g PB das fezes}) \times 1,25 \text{ kcal/g}] \} / \text{g ração ingerida.}$$

Com base nos resultados laboratoriais obtidos foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), utilizando a equação proposta por MATTERSON et al. (1965):

$$CDA\% = [(\text{nutriente ingerido} - \text{nutriente excretado}) / \text{nutriente ingerido}] \times 100$$

2.2.7 Análise estatística

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento GLM do programa computacional SAS (1996) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram realizadas análise de correlação e regressão para descrever a relação dos coeficientes de digestibilidade aparente em função do diâmetro geométrico médio. Os resultados do escore fecal foram analisados pelo teste Qui-quadrado a 5% de probabilidade.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físicas da dieta, dentre elas a granulometria exercem um importante papel no aproveitamento da ração pelos animais. Embora a literatura seja ainda muito escassa em relação às informações que possam subsidiar tal afirmação, os resultados obtidos neste trabalho demonstram que realmente há relação entre granulometria e digestibilidade da dieta.

A análise de correlação (Tabela 3) demonstrou que houve uma relação negativa significativa entre diâmetro geométrico médio (DGM) e os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta (PB) ($P < 0,01$), CDA do extrato etéreo ácido (EEA) ($P < 0,05$), CDA dos extrativos não nitrogenados (ENN) ($P < 0,001$) e energia metabolizável (EM) ($P < 0,001$). Estes resultados demonstram que, com o aumento na granulometria da dieta houve redução na digestibilidade dos nutrientes e na energia metabolizável, sendo os maiores valores de correlação observados entre o DGM e as variáveis CDA dos ENN (-0,6039) e EM (-0,6048). Não foi observada relação entre o CMS e os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e EM.

Tabela 3 - Correlação entre o DGM, CMS, digestibilidade e energia metabolizável

	CMS	CDA MS	CDA PB	CDA EEA	CDA ENN	EM
DGM	- 0,0756	- 0,2058	- 0,4783**	- 0,3498*	- 0,6039***	- 0,6048***
CMS		0,0336	- 0,2342	- 0,2102	- 0,2314	- 0,2684

DGM – Diâmetro geométrico médio, CMS - Consumo de matéria seca, CDA MS - Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, CDA PB - Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, CDA EEA - Coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo ácido, CDA ENN - Coeficiente de digestibilidade aparente dos extrativos não nitrogenados, EM - Energia metabolizável.

*P<0,05, **P<0,01; ***P<0,001

Os valores de CMS, CDA da MS, CDA dos nutrientes e EM são apresentados na Tabela 4. Apesar de serem valores considerados satisfatórios, os coeficientes observados encontram-se abaixo dos relatados na literatura (BAZOLLI, 2007; RIVERA et al., 2007). Vários são os fatores que podem ter influenciado os valores obtidos, dentre eles a idade dos animais utilizados, a composição química da dieta, ingredientes e processamento dos alimentos (TESHIMA et al., 2007).

Em relação aos valores obtidos para o CDA da FB, estes apresentaram alto coeficiente de variação (tabela 4), provavelmente devido à baixa acurácia da sua técnica de determinação, o que pode ser atribuído aos baixos teores de fibra das dietas.

Tabela 4 - Coeficientes de digestibilidade aparente e energia metabolizável das dietas experimentais.

Parâmetros	DGM (μm)				CV (%)
	468	476	499	588	
Consumo de matéria seca	1461	1436	1462	1473	3,69
	Coeficientes de digestibilidade aparente (%)				
Matéria seca	88,27	87,55	86,24	86,51	2,83
Proteína bruta	76,63	73,57	73,38	70,29	4,20
Extrato etéreo ácido	72,41	70,00	65,96	66,78	5,19
Fibra bruta	56,11	67,55	62,56	81,98	13,11
Extrativos não nitrogenados	80,29	79,28	77,89	74,14	4,23
Energia metabolizável (kcal/kg)	2840,08	2769,03	2727,36	2607,15	3,75

DGM - Diâmetro geométrico médio, CV - Coeficiente de variação.

Não foi observado efeito do DGM sobre o CMS e CDA da MS (Tabela 5). Os coeficientes de digestibilidade aparente da PB, EEA, ENN apresentaram comportamento linear com o aumento do DGM, de modo que, pela equação de

regressão, verificaram-se menores coeficientes de digestibilidade à medida que aumentou o DGM das rações.

Resultados semelhantes foram obtidos por BAZOLLI (2007), o qual estudando o efeito da moagem em dietas para cães, relatou maiores coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes de rações à base de milho moído em menores granulometrias, sendo os melhores resultados obtidos, pelas equações de regressão, com os DGM 475 μ m para MS; 400 μ m para MO; 350 μ m para os ENN; 525 μ m para PB e 444 μ m para o EEA.

Como o grau de gelatinização do amido é inversamente proporcional ao tamanho do grânulo, já que partículas menores apresentam maior superfície de exposição à temperatura, isto provavelmente explica o fato do aumento da digestibilidade com menores granulometrias. Por outro lado, o menor tamanho de partículas resulta em aumento na taxa de passagem do alimento pelo trato digestório, reduzindo o tempo de ação das enzimas digestivas sobre os nutrientes e sua absorção, o que também compromete o aproveitamento dos nutrientes pelo organismo.

O milho foi a principal fonte de amido utilizada na formulação das dietas experimentais (Tabela 1), e este pode ser fato relevante, pois segundo BAZOLLI (2007) o efeito da granulometria sobre a digestibilidade é dependente do ingrediente utilizado, uma vez que em seu trabalho a redução de partículas não resultou em aumento de digestibilidade dos nutrientes nas dietas contendo arroz. Efeito este obtido apenas quando as fontes de amido utilizadas foram o milho e o sorgo.

A equação gerada para a digestibilidade da FB, embora tenha sido linear e significativa, não possibilita a explicação do seu comportamento, possivelmente por problemas na determinação laboratorial do teor de FB, como explicado anteriormente.

Os resultados obtidos demonstram que ingredientes grosseiramente moídos podem reduzir o aproveitamento dos nutrientes da ração pelos animais, acarretando prejuízo à sua manutenção, crescimento, desenvolvimento, reprodução e lactação.

A energia metabolizável declinou com o maior DGM, apresentando variação de 2840 a 2607 kcal/kg de EM para os DGMs 468 e 588 μ m, respectivamente. Observa-se, desta forma, que a redução do tamanho das partículas aumentou de forma linear a eficiência de utilização da energia presente nos alimentos pelos animais. Este resultado está de acordo com o observado por WONDRA et al. (1995),

em estudo realizado com suínos, e por OPALISNI (2006), trabalhando com aves, os quais relatam aumento nos valores de EM em animais recebendo dietas com menor tamanho de partículas.

Tabela 5 – Análise de regressão polinomial do consumo de matéria seca e dos coeficientes de digestibilidade aparente das dietas experimentais.

Parâmetro	P		r ²	Equação
	L	Q		
Consumo de matéria seca	NS	NS	0,01	-
Matéria seca	NS	NS	0,04	-
Proteína bruta	<0,01	NS	0,22	y = 94,82 – 42,05x
Extrato etéreo ácido	<0,01	NS	0,12	y = 86,57 – 35,02x
Fibra bruta	<0,01	NS	0,51	y = - 25,30 + 181,88x
Extrativos não nitrogenados	<0,01	NS	0,36	y = 102,48 – 48,42x
Energia metabolizável (kcal/kg)	<0,01	NS	0,37	y = 3597,56 – 1697,00x

P - Probabilidade para efeitos linear (L) e quadrático (Q), NS - Não significativo, r² - Coeficiente de determinação.

Outro importante aspecto na nutrição de cães é a avaliação da qualidade das fezes produzidas, uma vez que os proprietários dos animais priorizam rações que possibilitam fezes de consistência adequada, de forma a facilitar a higienização do ambiente nos quais os animais são criados. A avaliação do escore das fezes revelou que o aumento da granulometria para DGM 588µm resultou em menor escore fecal, tornando as fezes mais líquidas (Tabela 6). No entanto, os escores de fezes de cães alimentados com as rações com DGMs de 468, 476 e 499µm não diferiram entre si. Avaliando dietas com ingredientes amiláceos, BAZOLLI (2007), obteve resultados semelhantes, encontrando menor escore fecal em cães alimentados com dietas com maior DGM das partículas.

Tabela 6 – Escore das fezes dos animais recebendo as dietas com diferentes DGM.

Parâmetro	DGM (μm)				CV (%)
	468	476	499	588	
Escore de fezes	3,97 a	3,92 a	3,80 a	3,28 b	5,20

DGM – Diâmetro geométrico médio.

CV - Coeficiente de variação.

^{a,b} Médias seguidas de diferentes letras diferem entre si segundo o teste Tukey a 5%

A discussão acerca dos resultados obtidos pode apresentar impacto direto sobre as indústrias de produção de ração, uma vez que indicam o melhor processamento dos ingredientes utilizados e seu real reflexo sobre a nutrição de cães.

2.4 CONCLUSÕES

As moagens mais finas dos ingredientes das rações extrusadas resultaram em melhor aproveitamento dos nutrientes, maior eficiência da utilização de energia e melhor qualidade das fezes nos cães. O grau de moagem dos ingredientes é uma variável importante a ser considerada no processo industrial, visto que apesar da menor granulometria da ração melhorar a digestibilidade dos nutrientes, há um maior gasto de energia e menor eficiência do processo produtivo na fábrica. Sendo assim, são necessários mais estudos sobre dietas com diferentes granulometrias para cães, principalmente quanto à avaliação de diferentes ingredientes, taxa de passagem, qualidade do extrusado e ao "ponto ótimo" entre digestibilidade e eficiência produtiva na fábrica de ração.

LITERATURA CITADA

AAFCO **Association of American Feed Control Officials**. Official Publication, 2004.

AOAC **Association of the Official Analytical Chemists**. Official and tentative methods of analysis. 16. ed. Arlington, AOAC International, 1995.

BAZOLLI, R.S. **Influência do grau de moagem de ingredientes amiláceos utilizados em rações extrusadas sobre os aspectos digestivos e respostas metabólicas em cães.** Jaboticabal, 2007. 82p Tese (Doutorado em Medicina Veterinária - Clínica Médica) - Universidade Estadual Paulista.

CASE, L.P.; CAREY, D.P.; HIRAKAWA, D.A. Nutrição canina e felina: manual para profissionais. Madrid:Harcourt Brace, 1998. 424p

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. (Research Report, 7).

NACIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dogs.** National Academy Press. Washington, 1985. 79p

OPALISKI, M. **Utilização de enzima e soja integral em rações para frangos formuladas com ingredientes alternativos com base em aminoácidos digestíveis e totais.** Curitiba, 2006. 118p Dissertação (Mestre em Ciência Veterinária) Universidade Federal do Paraná.

RIVERA, N.L.M. et al. Digestibility of nutrients with the inclusion of conjugated linoleic acid in the diet of dogs. *Archives of Veterinary Science*, v.12, p.52-57, 2007.

SAS INSTITUTE. *Statistical analysis system: users guide.* Cary, 1996.

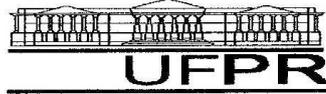
SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.

TESHIMA, E. et al. Qualidade e digestibilidade de alimentos comerciais de diferentes segmentos de mercado para cães adultos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, Jaboticabal, 2007. **Anais.** Jaboticabal: SBZ, 2007. CD-ROM.

WONDRA, K.J. et al. Effects of reducing particle size of corn in lactation diets on energy and nitrogen metabolism in second-parity sows. **Journal of Animal Science**, v.73, p.427-432, 1995.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVAR, C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações em suíno e aves. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1996. 5p. EMBRAPA-CNPSA. (Comunicado Técnico, 215), 1996.

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



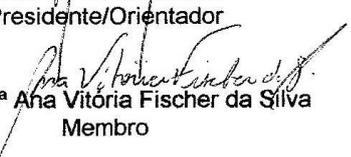
PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **“AVALIAÇÃO DE DIFERENTES GRAUS DE MOAGEM DE INGREDIENTES EM RAÇÕES PARA CÃES”** apresentada pela Mestranda Karini Portela Hilcko, declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 78 da Resolução nº 62/03-CEPE/UFPR, que considerou a candidata APR para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Produção Animal.

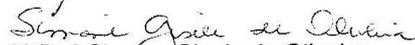
Curitiba, 28 de fevereiro de 2008.



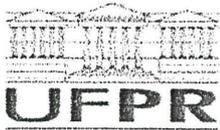
Prof. Dr. Alex Maiorka
Presidente/Orientador



Prof.ª Dr.ª Ana Vitória Fischer da Silva
Membro



Prof.ª Dr.ª Simone Gisele de Oliveira
Membro



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias
Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA SCA

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo no. 027/2006, referente ao projeto “Avaliação de diferentes graus de moagem de ingredientes em dietas para cães”, sob a responsabilidade de Karini Portela Hilcko, na forma em que foi apresentado e de acordo com a resposta ao ofício no. 04/2007 CEUA-SCA, referente ao detalhamento adicional dos procedimentos, foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias, em reunião realizada dia 30 de maio de 2007. Este certificado expira em 31 de dezembro de 2007.

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 027/2006, regarding the project “Evaluation of different degrees of grinding of ingredients in diets for dogs”, in charge of Karini Portela Hilcko, in the terms it was presented and according to the reply to document number 04/2007 CEUA-SCA, regarding additional procedure details, was approved by the Animal Use Ethics Committee of the Agricultural Sciences Campus of the Universidade Federal do Paraná (Federal University of the State of Parana, Southern Brazil) during session on May 30, 2007. This certificate expires on December 31, 2007.

Curitiba, 30 de maio de 2007


Carla Forte Maiolino Molento
Presidente


Rogério Ribas Lange
Vice-Presidente

Comissão de Ética no Uso de Animais
Setor de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Paraná