

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**AVALIAÇÃO DE FONTES PROTÉICAS E DE TRATAMENTOS
INDUSTRIAIS DA FARINHA DE CARNE E OSSOS PARA CÃES
E GATOS**

Luciana Domingues de Oliveira

Médica Veterinária

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Janeiro de 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**AVALIAÇÃO DE FONTES PROTÉICAS E DE TRATAMENTOS
INDUSTRIAIS DA FARINHA DE CARNE E OSSOS PARA CÃES
E GATOS**

Luciana Domingues de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi

Co-orientadora: Profa. Dra. Nilva Kazue Sakomura

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Clínica Médica Veterinária (Medicina Veterinária).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Janeiro de 2009

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

LUCIANA DOMINGUES DE OLIVEIRA - é natural de São Paulo-SP, graduada em Medicina Veterinária pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Jaboticabal, em Dezembro de 2002. Obteve o título de Mestre em Clínica Médica Veterinária em Março de 2005 pela mesma Universidade, com a Dissertação intitulada “Avaliação de fontes de amido em alimentos extrusados para gatos”. Atualmente faz parte da equipe de Comunicação Científica da Royal Canin do Brasil, como Consultora Técnica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a ANFAL PET e a Perdigão, que viabilizaram economicamente essa pesquisa.

Agradeço ao Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi, pela fundamental contribuição como meu orientador, amigo e incentivador durante toda a minha pós-graduação, e pela permissão de uso do Laboratório de Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Flávio Prada”, do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da FCAV-UNESP, Campus de Jaboticabal, para a realização da parte experimental da pesquisa.

Agradeço aos graduandos, pós-graduandos, estagiários e funcionários do Setor de Nutrição do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da FCAV-UNESP, Campus de Jaboticabal, pela ajuda no manejo diário, nos dias de colheita de fezes e sangue dos animais e nas análises laboratoriais.

Agradeço à Profa. Nilva Kazue Sakomura, aos graduandos, pós-graduandos e funcionários do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da FCAV-UNESP, Campus de Jaboticabal, por toda ajuda referente ao experimento com galos cecectomizados.

Agradeço à Profa. Ellen Kienzle, da Maximilians Universität München (Alemanha), pela orientação e ajuda durante meu estágio de doutoramento naquela instituição.

Agradeço à Royal Canin do Brasil e ao Yves Miceli de Carvalho por terem acreditado em mim e no meu trabalho e terem aguardado que eu realizasse o estágio de doutoramento na Alemanha para me tornar parte da equipe do Departamento de Comunicação Científica dessa empresa.

SUMÁRIO

	Página
Lista de Abreviaturas.....	ii
Lista de Tabelas.....	iii
Lista de Figuras.....	iv
Resumo.....	v
Summary.....	vi
CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS	
I. Introdução.....	1
II. Revisão de Literatura.....	3
III. Objetivos	16
IV. Referências.....	16
CAPÍTULO 2- AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TRATAMENTOS INDUSTRIAIS NA PRODUÇÃO DA FARINHA DE CARNE E OSSOS PARA CÃES E GATOS	
Resumo.....	22
I. Introdução.....	23
II. Objetivo.....	25
III. Material e Métodos.....	26
IV. Resultados.....	35
V. Discussão.....	48
VI. Conclusões.....	53
VII. Referências.....	53
CAPITULO 3- DIGESTIBILIDADE E ENERGIA METABOLIZÁVEL DE FONTES PROTÉICAS DE ORIGEM VEGETAL E ANIMAL PARA GATOS	
Resumo.....	56
I. Introdução.....	57
II. Objetivo.....	58
III. Material e Métodos.....	59
IV. Resultados.....	64
V. Discussão.....	70
VI. Conclusões.....	73
VII. Referências.....	73
CAPITULO 4- DIGESTIBILIDADE E ENERGIA METABOLIZÁVEL DE FONTES PROTÉICAS DE ORIGEM VEGETAL E ANIMAL PARA CÃES	
Resumo.....	77
I. Introdução.....	78
II. Objetivo.....	79
III. Material e Métodos.....	80
IV. Resultados.....	85
V. Discussão.....	91
VI. Conclusões.....	95
VII. Referências.....	95
ANEXOS	99

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Aminoácido
AAC	Área abaixo da curva
BSE	Encefalopatia Espongiforme Bovina
CDA	Coeficiente de digestibilidade aparente
CDV	Coeficiente de digestibilidade verdadeiro
CExt	Dieta com farinha de carne e ossos convencional, extrusada
CFar	Dieta com farinha de carne e ossos convencional, que não sofreu extrusão
CV	Coeficiente de variação
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
DR	Dieta referência
DT	Dieta teste
EB	Energia Bruta
EEA	Extrato etéreo ácido
EEAD	Extrato etéreo ácido digestível
EExt	Dieta com farinha de carne e ossos esterilizada, extrusada
EFar	Dieta com farinha de carne e ossos esterilizada, que não sofreu extrusão
EM	Energia Metabolizável
ENN	Extrativos não nitrogenados
ENND	Extrativos não nitrogenados digestíveis
EP	Erro padrão da média
FB	Fibra bruta
FCO	Farinha de carne e ossos
FS	Farelo de soja
FVF	Farinha de vísceras de frango
GM	Farelo de glúten de milho 60%
LANA	Laboratório de Nutrição Animal, Depto. Zootecnia, UNESP- Jaboticabal
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MM	Matéria mineral
MN	Matéria natural
MO	Matéria orgânica
MOD	Matéria orgânica digestível
MS	Matéria seca
MSD	Matéria seca digestível
ns	Não significativo
PB	Proteína bruta
PD	Proteína digestível
PC	Peso corporal
SM	Soja micronizada
UNESP	Universidade Estadual Paulista

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 2	
Tabela 1. Tipo de FCO (farinha de carne e ossos) e processo empregado em cada dieta avaliada.	28
Tabela 2. Fórmula das dietas experimentais empregadas no experimento.	29
Tabela 3. Composição química analisada das farinhas de carne e ossos utilizadas na fabricação das dietas experimentais.	36
Tabela 4. Composição química analisada das dietas experimentais que incorporaram a farinha de carne e ossos (FCO) submetida a diferentes tratamentos industriais.	37
Tabela 5. Ingestão de nutrientes, parâmetros fecais, coeficientes de digestibilidade aparente e energia metabolizável das dietas em gatos.	39
Tabela 6. Ingestão de nutrientes, parâmetros fecais, coeficientes de digestibilidade aparente e energia metabolizável das dietas em cães	43
Tabela 7. Incremento de uréia sérica pós-prandial em cães alimentados com as dietas experimentais.	44
Tabela 8. Coeficientes de digestibilidade verdadeiro (CDV) dos aminoácidos das dietas com galos cecectomizados	46
CAPÍTULO 3	
Tabela 1. Fórmula da dieta referência (DR).	60
Tabela 2. Composição química analisada dos ingredientes protéicos avaliados	65
Tabela 3. Composição química analisada das dietas experimentais	66
Tabela 4. Peso corporal, ingestão de matéria seca (MS), coeficientes de digestibilidade dos princípios nutricionais e características fecais dos gatos mediante consumo das dietas experimentais.	67
Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade aparente dos princípios nutricionais, nutrientes digestíveis e energia metabolizável de ingredientes protéicos extrusados para gatos.	68
CAPÍTULO 4	
Tabela 1. Fórmula da dieta referência (DR).	81
Tabela 2. Composição química analisada dos ingredientes protéicos avaliados	86
Tabela 3. Composição química analisada das dietas experimentais	87
Tabela 4. Peso corporal, ingestão de matéria seca (MS), coeficientes de digestibilidade dos princípios nutricionais e características fecais dos cães mediante consumo das dietas experimentais.	88
Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade aparente dos princípios nutricionais, nutrientes digestíveis e energia metabolizável de ingredientes protéicos extrusados para cães.	89

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 2	
Figura 1. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos princípios nutricionais das dietas pelos gatos, considerando-se o efeito de extrusão.	40
Figura 2. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos princípios nutricionais das dietas pelos gatos, considerando-se o efeito de esterilização.	40
Figura 3. Incrementos de uréia sérica pós-prandial dos cães, segundo os efeitos de extrusão ou esterilização.	45
Figura 4. Coeficientes de digestibilidade verdadeiro (CDV) dos aminoácidos das dietas por galos cecectomizados considerando os efeitos da esterilização.	47
CAPÍTULO 3	
Figura 1. Coeficientes de digestibilidade aparente dos princípios nutricionais de ingredientes protéicos extrusados para gatos.	69
CAPÍTULO 4	
Figura 1. Coeficientes de digestibilidade aparente dos princípios nutricionais de ingredientes protéicos extrusados para cães.	90

AVALIAÇÃO DE FONTES PROTÉICAS E DE TRATAMENTOS INDUSTRIAIS DA FARINHA DE CARNE E OSSOS PARA CÃES E GATOS

RESUMO - A presente tese é composta por 3 ensaios experimentais. No primeiro avaliou-se o efeito do tratamento de esterilização (135°C e 3 bar por 20 min), seguido ou não de extrusão, da farinha de carne e ossos (FCO) sobre a energia metabolizável (EM) e os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes para cães e gatos e sobre a digestibilidade verdadeira de aminoácidos para galos cecectomizados de dietas contendo esses ingredientes. No segundo ensaio avaliou-se a EM, os nutrientes digestíveis e a qualidade fecal da farinha de vísceras de frango (FVF), farelo de glúten de milho 60% (GM), soja micronizada (SM), farelo de soja (FS) e FCO em gatos. No terceiro ensaio avaliou-se a EM, os nutrientes digestíveis e a qualidade fecal da FVF, FS, SM e GM em cães. No primeiro ensaio verificou-se que a esterilização aumenta o valor nutricional da FCO para cães, gatos e galos, e que o processo de extrusão não altera a digestibilidade dos nutrientes das dietas para cães e galos, mas eleva a digestibilidade da proteína da dieta para gatos. Além disso, os gatos se mostraram mais sensíveis que os cães às diferenças de tratamentos industriais da FCO. No segundo ensaio verificou-se que o GM, FVF e SM são os ingredientes com maiores CDA dos nutrientes e EM pelos gatos. A FCO e FS reduzem a digestibilidade da MS da dieta e aumentaram o volume fecal produzido. No terceiro ensaio verificou-se que GM e SM são os ingredientes com maiores CDA dos nutrientes e EM pelos cães. O FS e FVF apresentam aproveitamento intermediário, entretanto comparáveis entre si, podendo sua inclusão ocasionar aumento da produção de fezes.

Palavras-Chave: digestibilidade, extrusão, ingredientes, nutrição, processamento, proteína

EVALUATION OF PROTEIN SOURCES AND MANUFACTURING PROCESSES SYSTEMS OF MEAT AND BONE MEAL FOR DOGS AND CATS

SUMMARY – This thesis is composed by 3 experiments. The first one aimed to evaluate a stronger manufacturing process system (135°C, 3 bar, 20 min) of meat and bone meal (MBM) than usual process, followed or not to extrusion process, on metabolizable energy (ME) and apparent digestibility (AD) of nutrients for dogs and cats, and on true digestibility of amino acids for cecectomized roosters of diets contained these ingredients. In the second trial were evaluated the ME, digestible nutrients and fecal quality of poultry by-products meal (PPM), corn gluten meal (CGM), micronized soybean (MS), soybean meal (SM), and MBM for cats. In the third trial were evaluated the ME, digestible nutrients and fecal quality of PPM, CGM, MS, and SM for dogs. In the first experiment was verified that strongest process of MBM increased their nutritional value to dogs, cats and roosters. The association with extrusion process of MBM not changed the digestibility of nutrients for dogs and roosters, however, increased the protein digestibility for cats. Moreover, cats were more sensitive to changes in manufacturing process of MBM than dogs. In the second experiment CGM, PPM, and MS were the ingredients that presented the highest AD of nutrients and ME in cats. MBM and SM decreased the diet digestibility of dry matter and increased the fecal output. In the third experiment CGM and MS were the ingredients that propitiated highest AD of nutrients and ME in dogs. For SM and PPM intermediate and comparable values were observed, but their inclusion may increase fecal output.

Keywords: digestibility, extrusion, ingredients, nutrition, process, protein

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

I. INTRODUÇÃO

Atualmente estima-se que existam no Brasil 15 milhões de gatos e 31 milhões de cães. O consumo de alimentos industrializados atende apenas aproximadamente 50% desse total, crescendo a cada dia o mercado destinado ao tratamento desses animais. A alimentação é o segmento responsável por maiores investimentos e faturamentos (ANFAL PET, 2008).

Entre 25% e 40% da matéria seca de alimentos para cães e gatos são provenientes de subprodutos de origem animal. Estes ingredientes são os maiores contribuintes para o crescimento e expansão da indústria mundial de *pet food*, apresentando-se como importantes fontes de proteínas, gorduras e minerais na alimentação destas espécies (MURRAY et al., 1997).

A alimentação animal, além de ser um mercado promissor, ainda tem importância por outros motivos. Este segmento pode ser considerado como um dos principais clientes da produção agrícola nacional, pois estabelece um elo com a agroindústria brasileira consumindo, por exemplo, 65% da produção de milho e 45% da oferta de farelo de soja. Também movimenta a indústria química para o fornecimento de insumos, tais como vitaminas, aminoácidos e micro-ingredientes. Está relacionado, ainda, com a geração de empregos. Por exemplo, em 2001, com a produção de 38,8 milhões de toneladas de ração, foram gerados em torno de 65.000 empregos diretos (BUTOLO, 2002).

Apesar da indústria *pet food* trazer todos esses benefícios econômicos e ainda benefícios relacionados à melhora da qualidade de vida do animal, estudos nacionais sobre ingredientes para *pet food* ainda são raros (CARCIOFI et al., 2006; CAVALARI et al., 2006). Mesmo internacionalmente o número de estudos vem crescendo apenas na última década, como relatado por FAHEY (2003).

Além disso, nos últimos anos, diante da propagação da BSE, a União Européia e outros países de hemisfério Norte têm exigido um processamento diferenciado e mais severo das farinhas de subprodutos de origem animal, de modo a tornar o uso destes ingredientes mais seguros para a alimentação animal (TAYLOR et al., 1997). Diante disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) implementou e vem fiscalizando em graxarias a aplicação do processamento térmico de esterilização em farinhas de subprodutos animais, como consta na Instrução Normativa 34/2008. No entanto, poucos são os trabalhos que avaliaram os impactos de processamentos mais intensos sobre a digestibilidade das farinhas animais em alimentos para cães e gatos (MURRAY et al., 1997; JOHNSON et al., 1998; HENDRIKS et al., 1999).

Diante do exposto, percebe-se que existe a necessidade de mais estudos para um adequado conhecimento das fontes de proteína de origem vegetal e animal disponíveis no Brasil, bem como dos efeitos de seus processamentos na indústria de insumos, associados ao processo da extrusão, para que estas possam ser corretamente empregadas nas formulações de alimentos industrializados para cães e gatos.

II. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Influência de diferentes tratamentos industriais na qualidade nutricional de farinhas de origem animal

A Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE) é uma doença neurológica fatal causada por um prion termoestável. Processos convencionais de produção de farinhas de origem animal não o inativam. Visando reduzir a propagação da BSE, a União Europeia e outros países do Hemisfério Norte passaram a exigir que todas as farinhas de origem animal sejam processadas a 133°C e 30 psi (ou 207 kPa) por um período de 20 minutos (ANON, 1993, 1997). Este tratamento diminui em 1000 vezes o risco de transmissão do prion e tornaria o uso destes ingredientes mais seguros para a alimentação animal e, conseqüentemente, para o ser humano (TAYLOR et al., 1997). Diante disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) regulamentou este mesmo procedimento para o Brasil, através da Instrução Normativa 15/2003, que foi revogada e substituída recentemente pela IN 34/2008.

Processar farinhas de origem animal a 133°C e 30 psi por 20 minutos diminui a infectividade do prion da BSE, mas pesquisas mostraram que isto não foi capaz de inativar todos os prions que podem estar presentes, de maneira que, no futuro, essa temperatura e pressão podem ser aumentadas, o que pode inviabilizar o uso desses subprodutos na alimentação de animais (SHIRLEY & PARSONS, 2000; TAYLOR & WOODGATE, 2003). Torna-se importante ter-se maior conhecimento das vantagens e desvantagens nutricionais que esse processamento das farinhas de subprodutos animais poderá apresentar, já que as conseqüências poderão gerar grande impacto para as fábricas de farinhas animais, fábricas de alimentos para cães e gatos, suinocultura e avicultura de um modo geral e, possivelmente, para o consumidor final.

Ingredientes protéicos de origem animal podem ter sua qualidade comprometida quando submetidos a temperaturas superiores a 130°C, ocorrendo importante diminuição na biodisponibilidade de aminoácidos (WISEMAN et al., 1991; WANG & PARSONS, 1998; HENDRIKS et al., 1999; SHIRLEY & PARSONS, 2000). Como o

conhecimento da composição e biodisponibilidade dos aminoácidos presentes nos ingredientes são fundamentais para sua utilização correta nas formulações (POND et al., 1995), é importante a avaliação destes possíveis efeitos negativos inerentes ao processo de esterilização.

De modo geral, farinhas de origem animal apresentam grande variação em sua composição nutricional, devido à variação de composição de matérias-primas e os efeitos de processamento. Em relação ao processamento, os principais fatores são pressão, temperatura e tempo empregados, podendo resultar em ingredientes com qualidades nutricionais bastante diferentes (PARSONS et al., 1997; SHIRLEY & PARSONS, 2001). Desta forma, coeficientes de digestibilidade e a biodisponibilidade dos aminoácidos em farinhas de subprodutos de origem animal podem ser muito variáveis. Acredita-se que o teor de minerais e as características de processamento estejam diretamente relacionados a estes parâmetros (JOHNSON & PARSONS, 1997; JOHNSON et al., 1998; WANG & PARSONS, 1998; SHIRLEY & PARSONS, 2001, 2001; HENDRIKS et al., 2002). Ressalta-se, no entanto, que a concentração dos aminoácidos brutos não varia nos ingredientes em função dos diferentes processamentos (HENDRIKS et al., 1999) e, adicionalmente, nem todo aminoácido digestível é disponível, isto porque mesmo peptídeos absorvidos podem não ser utilizados para a síntese protéica, sendo deaminados e eliminados pela urina (FORD & SHORROCK, 1971; ZENTEK et al., 1998).

Além das características negativas que um super-processamento pode acarretar às farinhas de origem animal, deve-se levar em consideração que os alimentos destinados a cães e gatos são extrusados, um processo que ocorre sob condições de elevadas temperaturas (superior a 120°C) e pressão (30-60 atm), caracterizando um duplo processamento que poderia comprometer ou limitar ainda mais o uso desses subprodutos em alimentos para essas espécies. A extrusão, apesar de ocasionar um melhor aproveitamento da dieta como um todo, especialmente dos carboidratos, pode vir a reduzir a disponibilidade de aminoácidos. Entretanto, dentre os poucos trabalhos na literatura científica que avaliaram o impacto das alterações em função do tempo, temperatura e pressão de processamento sobre a digestibilidade das farinhas animais para cães e gatos (MURRAY et al., 1997; JOHNSON et al., 1998; HENDRIKS et al.,

1999) a metodologia utilizada e os resultados obtidos não permitem se avaliar este efeito do duplo processamento térmico (esterilização e extrusão) sobre o valor nutricional destes ingredientes.

Em estudo realizado por MURRAY et al. (1997), foi avaliada a qualidade nutricional de subprodutos de frango ou de bovinos em cães submetidos à fistulação do íleo. Estes ingredientes foram adicionados a dietas extrusadas após sua transformação em farinha pelo processo convencional ou como subprodutos frescos. Os pesquisadores concluíram que para os subprodutos de frango, o uso da farinha já processada resultou em piora do aproveitamento deste ingrediente pelos cães.

JOHNSON et al. (1998) avaliaram em cães submetidos a fistulação do íleo e em galos cecectomizados, seis dietas formuladas com subprodutos animais que diferiam quanto ao animal de origem, quantidade de matéria mineral e temperatura de processamento. Para as dietas a base de farinha de carne e ossos verificaram efeito positivo da maior quantidade de matéria mineral e da redução da temperatura de processamento para a maioria dos aminoácidos, tanto nos galos quanto nos cães, de modo que quanto mais cinzas e menor temperatura de processamento, maior a digestibilidade ileal de aminoácidos. Também constataram correlação entre a digestibilidade ileal de aminoácidos por cães e galos cecectomizados, estando os coeficientes de correlação entre 0,89 e 0,94 para lisina, cistina, treonina e metionina, validando o uso de galos cecectomizados como indicador da qualidade de ingredientes para cães.

Avaliando o efeito do tratamento térmico sobre alimentos úmidos para felinos (com aproximadamente 60% de derivados cárneos), HENDRIKS et al. (1999) constataram, por meio da determinação dos coeficientes de digestibilidade de aminoácidos em ratos, que quanto maior o tempo em que os alimentos foram submetidos a 121,1°C, menor a digestibilidade da maior parte dos aminoácidos. O ácido aspártico foi o aminoácido mais afetado, sua digestibilidade caiu de 78,3% para 40,2% após 24,2 minutos a 121,1°C. A digestibilidade ileal média dos aminoácidos caiu de 77% para 68%. Entretanto, a digestibilidade da glicina e da prolina aumentaram, sendo este ponto atribuído pelos autores à presença de grandes quantidades de tecidos conectivos, ricos em colágeno, na composição do alimento. De acordo com os autores,

como o colágeno é rico em prolina e glicina, o aumento da temperatura causou sua gelatinização e facilitou seu aproveitamento pelos animais.

Inúmeros autores avaliaram o impacto de diferentes processamentos de farinhas animais sob seu aproveitamento por outras espécies. KONDOS & McCLYMONT (1972) estudaram o efeito de temperaturas entre 116°C e 160°C, aplicadas durante 115 minutos, no processamento da farinha de carne bovina. Utilizando frangos em crescimento para a avaliação da disponibilidade de aminoácidos, verificaram que a lisina, a histidina, a arginina e a metionina foram os aminoácidos mais afetados com o aumento da temperatura. A porcentagem de aminoácidos não disponíveis, que estava entre 22% a 36% a 116°C, ficou entre 40% e 56% à 160°C para os aminoácidos essenciais. No entanto, a disponibilidade dos aminoácidos essenciais nas farinhas produzidas em temperaturas entre 121°C a 138°C não foram significativamente diferentes. JOHNSON et al. (1998) observaram em galos cecectomizados que a elevação da temperatura de 110°C para 145°C no processamento da farinha de carne e ossos resultou em diminuição significativa da digestibilidade dos aminoácidos isoleucina (de 89,3% para 81,8%), leucina (de 90,1% para 82,9%), lisina (de 85,7% para 77%), fenilalanina (de 81,1% para 71,8%), treonina (de 84,7% para 76%), valina (de 87,9% para 79,9%) e cistina (de 72% para 51,2%). Concordando com estes autores, WANG & PARSONS (1998) demonstraram em galos cecectomizados que a elevação na temperatura de processamento da farinha de carne e ossos em 25°C reduziu consideravelmente o coeficiente de digestibilidade de todos os aminoácidos, sendo a cistina (de 71% para 20%) e a lisina (de 92% para 68%) os mais afetados.

Estudando em leitões em crescimento os efeitos de diferentes temperaturas de processamento (0, 130°C ou 160°C) de farinha de peixe, WISEMAN et al. (1991) também observaram redução da digestibilidade de vários aminoácidos (histidina, valina, leucina e fenilalanina) com o aumento da temperatura. Entretanto, para a lisina, as perdas não diferiram entre 130°C e 160°C.

Em relação à pressão de processamento, McNAUGHTON et al. (1977), usando frangos em crescimento para avaliar a disponibilidade de lisina, demonstraram que o aumento de pressão de 15 para 45 psi por 15 minutos no processamento de farinha de vísceras de frango diminuiu a concentração de lisina disponível de 3,77% para 1,52%,

uma redução de 40%. Estudando aumentos de pressão no processamento da farinha de carne e ossos em um modelo com galos cecectomizados, SHIRLEY & PARSONS (2000) verificaram com a aplicação de 0, 30 e 60 psi por 20 minutos, que os coeficientes de digestibilidade verdadeira de cistina foram de 65%, 50% e 15%, da lisina de 76%, 68% e 41% e do triptofano de 72%, 65% e 55%, respectivamente, demonstrando importante impacto sobre a qualidade do ingrediente.

Avaliando em porcos, ratos e frangos a disponibilidade da lisina de farinhas de carne e ossos produzidas em diferentes pressões e temperaturas, BATTERHAM & DARNELL (1986) verificaram que a disponibilidade desse aminoácido na dieta controle (processo convencional) foi de 97% pelos porcos. A aplicação de 275 kPa e 141°C, por 30 min, no início do processamento da farinha reduziu a disponibilidade deste aminoácido para 74%. A mesma combinação de temperatura e pressão aplicado no final do processo convencional diminuiu sua disponibilidade para 46%. Quando a temperatura final foi mantida a 125°C por 4 h, a disponibilidade quase não foi alterada (84%), mas quando se manteve 150°C por 4 h, a disponibilidade da lisina foi de apenas 38%. Também constataram que a disponibilidade da lisina variou com a espécie, os ratos diferiram de porcos e frangos, enquanto estes dois últimos apresentaram elevada correlação na digestibilidade de aminoácidos. Em trabalho posterior, SHIRLEY & PARSONS (2000) também verificaram que a aplicação de maiores pressões e temperaturas no início do processamento das farinhas diminuem as perdas nutricionais. Entretanto, os últimos autores discutem que isto também diminui a efetividade do processo sobre o prion da BSE.

Efeitos negativos do processamento térmico sobre a disponibilidade de aminoácidos em ingredientes protéicos vegetais, como o farelo de soja, também foram relatados por PARSONS et al. (1992) em galos cecectomizados. Esses autores observaram que o processamento em autoclave do farelo de soja a 121°C e 105 kPa por 0, 20 ou 40 minutos reduziu, de acordo com o aumento do tempo de processamento, a digestibilidade de vários aminoácidos, principalmente da lisina (90% para 69%), da cistina (81% para 61%) e da arginina (92% para 85%).

Verifica-se assim, pela presente revisão, que pressão, tempo e temperatura, bem como o momento do processo no qual a matéria-prima é submetida a estes fatores, são

determinantes para a qualidade nutricional de farinhas animais. No entanto, quais os melhores parâmetros a serem aplicados e até que temperaturas, pressões e tempos de processo são tolerados pelas diferentes matérias-primas são informações que ainda estão por ser determinadas.

2.2 Ingredientes protéicos de origem animal e vegetal na alimentação de cães e gatos

2.2.1 A importância dos ingredientes protéicos em *pet food*

No início do relacionamento homem-cão, os cães tinham função essencialmente de trabalho, principalmente em caçadas. Com o passar do tempo estes passaram a desempenhar função de companhia. Esta aproximação fez com que o cão fosse alimentado com maior porcentagem de ingredientes vegetais, típicos da dieta do homem. Com o advento das rações comerciais, produtos agrícolas transformados, como o farelo de glúten de milho e o farelo de soja passaram a ser empregados como fonte de aminoácidos para a espécie (NRC, 1985; 1986).

Cães e gatos são exigentes quanto à quantidade e qualidade das proteínas utilizadas em sua dieta. Alguns fatores como teor de proteína, digestibilidade e sua composição ou perfil em aminoácidos essenciais biodisponíveis são determinantes na eficiência de utilização protéica da ração (CASE et al., 2000). Os principais pontos na avaliação qualitativa de um ingrediente protéico incluem: sua digestibilidade e perfil de aminoácidos, que remetem ao seu valor biológico (POND et al., 1995); sua relação proteína/cinzas, que é estreita em ingredientes de origem animal e mais favorável nos ingredientes de origem vegetal (COWELL et al., 2000) e sua palatabilidade.

Alguns ingredientes protéicos de origem animal possuem excesso de matéria mineral. O excesso de minerais leva à diminuição da digestibilidade do alimento, interfere na motilidade intestinal levando ao ressecamento das fezes e eleva o conteúdo de cálcio, fósforo e magnésio do alimento, dificultando a formulação de dietas equilibradas (COWELL et al., 2000). O excesso de cálcio e fósforo predispõe à desordens ósseas classificadas genericamente como osteomegalias, que decorrem não somente de fatores nutricionais, mas de uma relação entre a genética, o meio-

ambiente e a nutrição (HAZEWINKELE & MOTT, 2006). Cães de raças gigantes apresentam-se particularmente susceptíveis a estas afecções, que incluem a osteodistrofia hipertrófica, crescimento assincrónico do rádio e da ulna, panosteíte, síndrome de Wobbler, displasia coxo-femoral, osteocondrose e displasia de cotovelo (HAZEWINKELE & MOTT, 2006). O excesso de matéria mineral pode ser um problema ainda maior para os gatos, já que estes necessitam elevada quantidade de proteína e baixas quantidades de fósforo e magnésio, pois estes minerais predis põem à formação de urólitos (KRUGER & ALLEN, 2000; LEKCHAROENSUK et al., 2001; LEKCHAROENSUK et al., 2002).

Devido a estes fatores, o uso de proteínas de origem vegetal tem aumentado nos últimos anos (DERSJANT-LI & HILL, 2005), sendo o farelo de glúten de milho 60%, o farelo de soja desengordurado, a farinha de soja, o grão integral de soja e a soja texturizada os ingredientes mais empregados em nível mundial (CASE et al., 2000). No Brasil, boas formulações têm incluído alguns desses ingredientes, compondo-se uma mescla de proteína animal e vegetal que possibilita adequado equilíbrio de aminoácidos e redução dos teores de cálcio, fósforo e magnésio do produto.

2.2.2 Informações sobre os ingredientes protéicos

Os ingredientes protéicos de origem animal possuem melhores balanços de aminoácidos essenciais que os de origem vegetal para cães e gatos (NEIRINCK et al., 1991; CLAPPER et al., 2001). Contudo, a literatura revela grande diferença de resultados entre experimentos quanto à qualidade e digestibilidade de farinhas de subprodutos de origem animal (PARSONS et al., 1997; JOHNSON et al., 1998; SHILEY & PARSONS, 2001; RAVINDRAN et al., 2002). Estas podem ser explicadas por diferenças nas concentrações de proteínas, minerais e gordura e no processamento da matéria-prima (SKURRAY & HERBERT, 1974; JOHNSON & PARSONS, 1997; HENDRIKS et al., 2002). A farinha de carne e ossos pode apresentar diferentes inclusões de carne, ossos, sangue, couro e pêlos, enquanto a farinha de vísceras de frango pode apresentar diferentes proporções de cabeça, pescoço, pés, dorso, sangue, intestinos e até a inclusão indevida de penas (BUTOLO,

2002). O processamento das farinhas animais na graxaria, especificamente a temperatura, a pressão e o tempo empregados, também pode comprometer a qualidade das mesmas, seja carbonizando matéria orgânica, diminuindo a digestibilidade total ou tornando aminoácidos indisponíveis (PARSONS et al., 1997; JOHNSON et al., 1998; SHIRLEY & PARSONS, 2000; BUTOLO, 2002). Tais variações têm reflexo direto na qualidade protéica destes ingredientes, podendo haver grandes diferenças entre lotes e principalmente entre fornecedores destes subprodutos.

Em relação aos ingredientes protéicos de origem vegetal, a soja é o mais amplamente utilizado mundialmente para a produção de alimentos para diversas espécies (BUTOLO, 2002). Dentre as vantagens de sua inclusão em alimentos para cães e gatos pode-se citar seu baixo custo, que permite sua inclusão em formulações mais econômicas, ser um ingrediente disponível e de qualidade consistente, ser palatável, ter bom perfil de aminoácidos, melhorar a textura da dieta, poder ser utilizada como fonte protéica principal e ser uma boa fonte de fibra (FAHEY, 2007). Além disso, a proteína da soja pode apresentar boa digestibilidade, a depender de seu processamento, podendo ser comparada neste quesito à proteínas de origem animal (CLAPPER et al., 2001; DERSJANT-LI & HILL, 2005; CARCIOFI et al., 2006). Entretanto, o uso da soja em *pet food* também possui algumas desvantagens como ter uma imagem negativa junto aos proprietários de cães e gatos, conter fatores anti-nutricionais (inibidores de tripsina, oligossacarídeos, lectinas, etc), apresentar baixas concentrações de metionina e cistina, poder aumentar as necessidades de taurina em gatos, aumentar o volume e umidade das fezes, produzir reações alérgicas em alguns animais, reduzir a disponibilidade dos minerais por causa de suas quantidades de fitato e fibras e fornecer excessivas quantidades de fibras solúveis (FAHEY, 2007).

Os processos utilizados para inativar ou reduzir os fatores anti-nutricionais da soja diferem quanto as variáveis aplicadas como tempo, temperatura, pressão, umidade, superfície da fava exposta e tamanho da partícula (BUTOLO, 2002; MATEOS et al., 2005). Os sistemas mais conhecidos para tratar a soja são: cozimento; tostagem por tambor rotativo, vapor úmido, vapor seco e jet-sploder; micronização; microondas e extrusão (MATEOS et al., 2005).

O processo de micronização da soja integral inicia-se com a seleção da matéria-prima de forma que esta não contenha impurezas, seguido de tratamento térmico, quebra do grão, separação da casca, resfriamento, pré-moagem e micromoagem. Consiste em um processo no qual os grãos são reduzidos a partículas de aproximadamente 30 micras, ou 0,03 milímetros, elevando-se a solubilidade da farinha e facilitando a assimilação de seus nutrientes (MATEOS et al., 2005). Este processo permite melhor utilização do ingrediente por animais monogástricos, também devido a ausência de casca na composição final do produto (GOLFLUS, 2001). A qualidade da soja pode melhorar com resultados similares aos obtidos em outros processos e muito superiores aos obtidos com a soja crua, se a micronização for seguida de repouso. Análises de amostras comerciais mostram que este processo reduz a atividade ureásica e os inibidores da tripsina (MATEOS et al., 2005). Estudos em suínos e aves (TRINDADE NETO et al., 2002; RODRIGUES et al., 2002; MENDES et al., 2004) e cães (KENDALL & HOLME, 1982) indicam que a soja micronizada é um potencial ingrediente para uso na formulação de alimentos comerciais de boa qualidade.

O farelo de soja, por outro lado, é um subproduto menos nobre do processamento da soja. Embora largamente empregado em alimentos para animais de produção, para cães e gatos seu aproveitamento pode ser limitado, sendo mais empregado em formulações de custo reduzido e em quantidades inferiores a 15% da formulação total (YAMKA et al., 2003). Os principais problemas deste ingrediente para cães e gatos são suas quantidades altas de fibras, de oligossacarídeos e de fatores anti-nutricionais, que podem reduzir a digestibilidade da dieta, propiciam aumento da quantidade e da umidade das fezes e causam flatulência (CLAPPER et al., 2001; YAMKA et al., 2003; DERSJANT-LI & HILL, 2005).

A produção do farelo de soja se divide em quatro fases. Na fase 1 determina-se a umidade dos grãos procedentes da lavoura, que são classificados, limpos e enviados para os secadores. Estes são posteriormente armazenados com controle de umidade, impurezas e temperatura. Na fase 2 acontece a extração do óleo e a eliminação dos fatores anti-nutricionais, controlando-se o tempo, a temperatura e o teor do óleo residual. Na fase 3 acontece a moagem com granulometria padronizada e

estocagem. Por fim, na fase 4 pode haver ensacamento do produto farelado ou a granel, ou ainda peletização com posterior estocagem dos peletes (BUTOLO, 2002).

O farelo de glúten de milho 60% é um subproduto obtido a partir do processamento do milho por via úmida. Após a limpeza, o milho é levado para tanques, permanecendo em média 40 horas em solução aquosa ácida contendo lactobacilos, em presença de dióxido de enxofre (SO_2) a uma temperatura aproximada de 50°C . No processo de separação do amido e das proteínas, o SO_2 diluído reage com a água formando o ácido sulfuroso (H_2SO_3) que controla a fermentação, auxiliando o processo de separação (KENT, 1983). Pela ação da acidez e temperatura, o grão de milho sofre amolecimento e libera nutrientes para a solução, que, posteriormente, é drenada e concentrada. Após a separação do gérmen e amido através de peneiras e centrifugação, a fibra remanescente recebe esta solução concentrada, que ao final da secagem a quente e moagem, passa a constituir o farelo de glúten de milho 60%.

O farelo de glúten de milho 60% é considerado uma boa fonte protéica para gatos e cães, sendo sua digestibilidade igual ou superior à de diversos ingredientes de origem animal (KENDALL & HOLME, 1982; FUNABA et al., 2001, 2002, 2005; YAMKA et al., 2004; CARCIOFI et al., 2006). Apesar de ser deficiente em alguns aminoácidos essenciais, sua proteína é rica em aminoácidos sulfurados, como a metionina, o que é especialmente importante para felinos, que apresentam elevada necessidade deste nutriente e também por seu papel importante na acidificação do pH urinário (FUNABA et al., 2001; 2002; 2005). A composição química do farelo de glúten de milho pode variar, segundo HONEYMAN (1989), em função do processo de produção, diferentes tipos de milho utilizados, tipo de moagem, peneiramento e tipo de centrifugação. Sua composição também pode ser alterada com a exposição prolongada ao ar, devido a sua fácil deterioração.

2.2.3 Estudos em cães e gatos que avaliaram a digestibilidade de alguns ingredientes protéicos

Em cães, alguns trabalhos compararam a digestibilidade de dietas baseadas em diferentes ingredientes protéicos, sendo estes estudos, no entanto, mais raros para gatos (HUBER et al., 1994; CLAPPER et al., 2001; FUNABA et al., 2001, 2002,

2005; CARCIOFI et al., 2006; CAVALARI et al., 2006). Entretanto, poucas pesquisas avaliaram o ingrediente, e não a dieta, para cães (MOORE et al., 1980; KENDALL & HOME, 1982; SÁ-FORTES, 2005), sendo estes dados inexistentes para gatos. Nesta espécie, os poucos experimentos existentes compararam parâmetros urinários e de digestibilidade de dietas produzidas a partir de diferentes ingredientes protéicos, não avaliando o efeito de um ingrediente em particular (ZENTEK & SCHULZ, 2004; FUNABA et al., 2001; 2002; 2005), de modo que informações primordiais à formulação de rações para gatos não vêm sendo determinadas.

Além disso, informações obtidas em ensaios com cães têm aplicabilidade restrita para gatos, pois felinos têm reduzida capacidade digestiva, além de diversas diferenças metabólicas, quando comparados aos cães (KENDALL et al., 1982; MORRIS, 2001), podendo um mesmo ingrediente ter diferente aproveitamento pelas duas espécies (DE-OLIVEIRA et al., 2008; CARCIOFI et al., 2008).

Dos poucos trabalhos que avaliaram fontes protéicas para gatos, FUNABA et al. (2001; 2002; 2005) desenvolveram a maior parte deles. No primeiro, FUNABA et al. (2001) compararam farelo de glúten de milho 60% e farinha de peixe, os resultados observados sugeriram que o farelo de glúten de milho é comparável à farinha de peixe quanto ao seu valor nutricional e efeito acidificante urinário. Em outro estudo, FUNABA et al. (2002) compararam o farelo de glúten de milho 60% com a farinha de carne, observaram que a farinha de carne foi melhor aproveitada pelos gatos. No último estudo, FUNABA et al. (2005) compararam novamente o farelo de glúten de milho 60% com farinha de carne bovina e também com farinha de carne de frango. Os resultados de digestibilidade e utilização do N indicaram que a farinha de carne bovina foi o ingrediente de melhor aproveitamento dentre os avaliados, e que a farinha de carne de frango foi superior ou igual ao farelo de glúten de milho, dependendo do parâmetro considerado.

A soja e seus subprodutos já foram avaliados por alguns autores para cães (KENDALL & HOME, 1982; ZUO et al., 1996; CLAPPER et al., 2001; YAMKA et al., 2003, CARCIOFI et al., 2006), entretanto, para gatos não existem dados publicados, apesar de pesquisadores identificarem isoflavonas oriundas de soja em 24 de 42

alimentos comerciais para gatos nos EUA (COURT & FREEMAN, 2002), indicando que a soja e seus derivados também são muito utilizados em dietas para esta espécie.

Estudando a digestibilidade de alguns ingredientes vegetais em cães pelo método da substituição, KENDALL & HOLME (1982) observaram que os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta foram de 0,68, 0,67 e 0,71 para a soja integral micronizada e 0,96, 0,97 e 0,98 para o farelo de glúten de milho, respectivamente. Também concluíram que o método de substituição tem validade estatística para ser utilizado em ensaios com alimentos para cães.

HUBER et al. (1994) estudaram a digestibilidade do farelo de soja em comparação com a da farinha de carne e ossos em cães. A digestibilidade aparente da proteína bruta foi de 78,6% para a dieta com farinha de carne e ossos e de 79,9% para o farelo de soja, demonstrando digestibilidade semelhante para os dois ingredientes. Estudando a digestibilidade das dietas, CLAPPER et al. (2001) avaliaram para cães diferentes produtos da soja e os compararam com a farinha de vísceras de frango. Os coeficientes de digestibilidade da proteína e dos aminoácidos totais foram similares para as dietas contendo proteína da soja, respectivamente 86,3% e 85,2% em média, sendo esses superiores aos apresentados pela dieta com farinha de vísceras de frango (76,9% e 74,2%, respectivamente). Verificaram, assim, que os produtos de origem vegetal, quando bem processados, podem tornar-se ingredientes com adequado valor nutricional para os cães.

Por outro lado, YAMKA et al. (2003) verificaram que a inclusão de farelo de soja na dieta em níveis superiores a 150g/kg pode ter efeito negativo sobre a digestibilidade dos nutrientes para cães. Em outro estudo, YAMKA et al. (2004) avaliaram a inclusão em níveis crescentes de farelo de glúten de milho 60% em alimentos para cães, e verificaram que este ingrediente é de alta digestibilidade para a espécie, principalmente em teores de inclusão entre 84 a 322g/kg.

SÁ-FORTES (2005) utilizou a metodologia da substituição para avaliar o ingrediente protéico e seu valor nutricional para cães. Seus resultados indicaram que, em relação aos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e proteína bruta, o farelo de glúten de milho 60% (90,5% e 92,1%) apresentou melhor aproveitamento que o farelo de soja (74,3% e 83,9%) e que a farinha de vísceras de frango (69,0% e 81,7%).

Em outro estudo que comparou diferentes fontes protéicas pelo método da substituição, CAVALARI et al. (2006) observaram que a soja integral extrusada apresentou coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta inferiores ao da farinha de vísceras de frango extrusada (80,0% e 83,7% vs 88,1% e 88,9%, respectivamente). Comparando dietas com diferentes fontes protéicas de origem vegetal (farelo de glúten de milho 60% e farelo de soja) e animal (farinha de carne e ossos e farinha de vísceras de frango) para cães, CARCIOFI et al. (2006) verificaram maiores coeficientes de digestibilidade da proteína bruta para as dietas à base de glúten de milho e farelo de soja, em relação a dieta formulada com farinha de vísceras de frango. Concluíram, também, que todas as dietas avaliadas apresentaram aproveitamento satisfatório pelos animais.

III. OBJETIVO

A presente tese é constituída por três ensaios experimentais que visaram à avaliação nutricional de diferentes fontes protéicas para cães e gatos. No primeiro ensaio comparou-se o efeito de dois tratamentos industriais aplicados na produção de farinha de carne e ossos, associados ou não com o processo de extrusão, sobre os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e a energia metabolizável de dietas extrusadas para cães e gatos e sobre os coeficientes de digestibilidade verdadeiro dos aminoácidos em ensaios com galos cecectomizados.

No segundo ensaio determinaram-se os coeficientes de digestibilidade, a composição química, os valores energéticos e os nutrientes digestíveis da soja micronizada, farelo de soja, farelo de glúten de milho 60%, farinha de carne e ossos e farinha de vísceras de frango para gatos. Por fim, no terceiro ensaio determinaram-se os coeficientes de digestibilidade, a composição química, os valores energéticos e os nutrientes digestíveis da soja micronizada, farelo de soja, farelo de glúten de milho 60% e farinha de vísceras de frango para cães.

IV. REFERÊNCIAS

ANFAL PET. Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais de Estimação. **Disponível em:** <<http://ANFAL PET.org.br/Site/principal.php>>. Acesso em: 15 ago. 2008.

ANON. **Confédération Helvétique. Ordonnance concernant l'élimination des déchets animaux du 3 février 1993 (SR 916.441.22).** 3000 Berne: Office Central Fédéral des Imprimés et du Matériel.

ANON. European Commission: Commission decision of 25 March 1997 laying down the animal requirements and the veterinary certification for the import of processed animal protein from certain third countries with use alternative heat treatment systems and amending decision 94/344/EC. **Off. J. Eur. Comm. (EN)**, L 084, 36-43, 1997.

BATTERHAM, E. S.; DARNELL, R. E. Effect of pressure and temperature on the availability of lysine in meat and bone meal as determined by slope-ratio assays with growing pigs, rats and chicks and by chemical techniques. **Br. J. Nutr.**, v. 55, p. 441-453, 1986.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 1. Campinas: CBNA, 2002. 430 p.

CARCIOFI, A. C. et al. Avaliação de fontes protéicas para a alimentação de cães. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 35. n. 3, p.754-760, 2006.

CARCIOFI, A. C. et al. Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and post-prandial glucose and insulin response. **J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.**, v. 92, p. 326–336, 2008.

CASE, L. P. et al. **Canine and feline nutrition**: a resource for companion animal professionals. 2. ed. St. Louis: Mosby, 2000. p. 71-73, 105-107, 174-178.

CAVALARI, A. P. M. et al. Determinação do valor nutritivo de alimentos energéticos e protéicos utilizados em rações para cães adultos. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 35. n. 5, p.1985-1991, 2006.

CLAPPER, G. M. et al. Ileal and total tract nutrient digestibilities and fecal characteristics of dogs as affect by soybean protein inclusion in dry, extruded diets. **J. Anim. Sci.**, v.79, p. 1523-1532, 2001.

COURT, M. H.; FREEMAN, L. M. Identification and concentration of soy isoflavones in commercial cat foods. **Am. J. Vet. Res.**, v. 63, n. 2, p. 181-185, 2002.

COWELL, C. S. et al. Making commercial pet foods. In: HAND, M. S. et al. (Ed). **Small animal clinical nutrition**. 4. ed. Kansas: Mark Morris Institute, 2000. p. 127-146.

De-OLIVEIRA, L. D. et al. Effects of six carbohydrate sources on cat diet digestibility and postprandial glucose and insulin response. **J. Anim. Sci.**, v. 86, n. 9, p. 2237-2246, 2008.

- DERSJANT-LI, Y.; HILL, D.A. Why soy? The use of soy protein concentrate in pet foods. **Petfood Ind.**, v. 47, n. 1, p.16-18, 2005.
- FAHEY Jr., G. C. Research needs in companion animal nutrition. In: KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. (Eds). **Petfood Technology**. Illinois Mt Morris, 2003, p. 57-61.
- FAHEY Jr., G. C. **Soybean use – companion animals. Fact sheet**. Disponível em: <www.soymeal.org/pdf/domesticpets.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2007.
- FORD, J. E.; SHORROCK, C. Metabolism of heat damaged proteins in rat. **Br. J. Nutr.**, v. 26, p. 311-322, 1971.
- FUNABA, M. et al. Fish meal vs. corn gluten meal as a protein source for dry cat food. **J. Vet. Med. Sci.**, v. 63, n. 12, p. 1355-1357, 2001.
- FUNABA, M. et al. Comparison of corn gluten meal and meat meal as a protein source in dry foods formulated for cats. **Am. J. Vet. Res.**, v. 63, n. 9, p. 1247-1251, 2002.
- FUNABA, M. et al. Evaluation of meat meal, chicken meal, and corn gluten meal as dietary sources of protein in dry cat food. **Can. J. Vet. Res.**, v. 69, p. 299-304, 2005.
- GOLDFLUS, F. Ingredientes derivados do processamento da soja aplicados na nutrição animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p. 3-4.
- HAZEWINKEL, H.; MOTT, J. Main nutritional imbalances implicated in osteoarticular diseases. In: PIBOT, P.; BIOURGE, V.; ELLIOTT, D. (Eds), **Encyclopedia of canine clinical nutrition**. Aimargues: Aniwa SAS, 2006, p. 348-387.
- HENDRIKS, W. H. et al. Heat processing changes the protein quality of canned cat foods as measured with a rat bioassay. **J. Anim. Sci.**, v. 77, p. 669-676, 1999.
- HENDRIKS, W. H. et al. Nutritional quality and variation of meat and bone meal. **Asian Australasian J. Anim. Sci.**, v.15, n.10, p. 1507-1516, 2002.
- HONEYMAN, M. S. **Corn gluten feed as a principal feed ingredient for gestating swine**: Effects on long term reproductive performance and energy, lysine and triptophan utilization. Iowa: ISU, 1989. 120 p.
- HUBER, T. L. et al. Nutrient digestion of dry dog foods containing plant and animal proteins. **Canine Pract.**, v. 19, n. 2, p. 11-14, 1994.

- JONHSON, M. L.; PARSONS, C. M. Effects of raw material source, ash content, and assay length on protein efficiency ratio and net protein ratio values for animal protein meals. **Poult. Sci.**, v.76, p. 1722-1727, 1997.
- JOHNSON, M. L. et al. Effects of species raw material source, ash content, and processing temperature on amino acid digestibility of animal by-products meals by cecectomized roosters and ileally cannulated dogs. **J. Anim. Sci**, v.76, p. 1112-1122, 1998.
- KENDALL, P. T.; HOLME, D. W. Studies on the digestibility of soya bean products, cereals, cereal and plant by-products in diets of dogs. **J. Sci. Food Agric.**, v. 33, p. 813-822, 1982.
- KENDALL, P. T.; HOLME, D. W.; SMITH, P. M. Comparative evaluation of net digestive and absorptive efficiency in dogs and cats fed a variety of contrasting diet types. **J. Small Anim. Prac.**, v. 23, p. 577-587, 1982.
- KENT, N. L. **Technology of cereals:** an introduction for students of food science and agriculture. 3. ed. Great Britain, Pergamon Press, 1983. 221 p.
- KONDOS, A. C.; McCLYMONT, G. L. Nutritional evaluation of meat meals for poultry. **Aust. J. Agric. Res.**, v. 23, p. 913-922, 1972.
- KRUGER, J. M.; ALLEN, T. A. Feline lower urinary tract disease. In: HAND, M. S.; TATCHER, C. D.; REMILLARD, R. L.; ROUDEBUSH, P. **Small animal clinical nutrition**. 4. ed. Missouri: Mark Morris Institute, 2000, p. 689-724.
- LEKCHAROENSUK, C. et al. Association between dietary factors and calcium oxalate and magnesium ammonium phosphate urolithiasis in cats. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v. 219, p.1228–1237, 2001.
- LEKCHAROENSUK, C. et al. Associations between dry dietary factors and canine calcium oxalate uroliths **Am. J. Vet. Res.**, v. 63, p.330–337, 2002.
- MATEOS, G. C.; LATORRE, M. A.; LÁZARO, R. **Procesamiento del haba de soja**. Madrid: American Soybean Association (ASA). Departamento de Producción Animal, 45 p. Disponível em: <www.asa-europe.org/pdf/processsb_s.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2005.
- MCNAUGHTON, J. H. et al. Effect of pressure and temperature on poultry offal meal quality. **Poult. Sci.**, v. 56, p. 1161-1167, 1977.

- MENDES, W. S. et al. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimentos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 56, n. 2, p. 207-213, 2004.
- MOORE, M. L. et al. Utilization of corn-soybean meal-substituted diets by dogs. **J. Anim. Sci.**, v. 50, n. 5, p. 892-896, 1980.
- MORRIS, J. G. Unique nutrient requirements of cats appear to be diet-induced evolutionary adaptations. **Recent Adv. Anim. Nutr.**, v. 13, p. 187-194, 2001.
- MURRAY, S. M. et al. Raw and rendered animal by-products as ingredients in dog diets. **J. Anim. Sci.**, v. 75, p. 2497-2505, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient requirements of dogs**, Washington: National Academy Press, 1985, 95 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient requirements of cats**, Washington: National Academy Press, 1986, 78 p.
- NEIRINCK, K. et al. Amino acid composition and digestibility of four protein sources for dogs. **J. Nutr.**, v. 121, p. S64-S65, 1991.
- PARSONS, C. M.; CASTANON, F.; HAN, Y. Protein and amino acid quality of meal and bone meal. **Poult. Sci.**, v. 76, p. 361-368, 1997.
- PARSONS, C. M. et al. Effect of overprocessing on availability of amino acids and energy in soybean meal. **Poult. Sci.**, v. 71, p. 133-140, 1992.
- POND, W. G.; CHURCH, D. C.; POND, K. R. **Basic animal nutrition and feeding**, 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 1995, 615 p.
- RAVINDRAN, V. et al. Amino acid digestibility of meat and bone meals for broiler chickens. **Aust. J. Agric. Res.**, v. 53, p. 1257-1264, 2002.
- RODRIGUES, P. B. et al. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 31, n. 3, p. 1-9, 2002.
- SÁ-FORTES, C. M. L. **Valor nutricional de ingredientes energéticos e protéicos para cães**. 2005. P. 44-71. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.
- SHIRLEY, R. B.; PARSONS, C. M. Effect of pressure processing on amino acids digestibility of meat and bone meal for poultry. **Poult. Sci.**, v. 79, p. 1775-1781, 2000.

- SHIRLEY, R. B.; PARSONS, C. M. Effect of ash content on protein quality of meat and bone meal. **Poult. Sci.**, v. 80, p. 626-632, 2001.
- SKURRAY, G. R.; HERBERT, L. S. Batch dry rendering: influence of raw materials and processing conditions on meat meal quality. **J. Sci. Food. Agric.**, v. 25, p. 1071-1079, 1974.
- TAYLOR, D. M.; WOODGATE, S. L. Rendering practices and inactivation of transmissible spongiform encephalopathy agents. **Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.**, v. 22, n. 1, p. 297-310, 2003.
- TAYLOR, D. M. et al. Effect of rendering procedures on scrapie agent. **Vet. Rec.**, v. 141, p. 643-649, 1997.
- TRINDADE-NETO, M. A.; BARBOSA, H. P.; PETELINCAR, I. M. Farelo de soja, soja integral macerada e soja micronizada na alimentação de leitões desmamados aos 21 Dias de Idade. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 31, n. 1, p. 104-111, 2002.
- WANG, X.; PARSONS, C. M. Effect of raw material source, processing systems, and processing temperatures on amino acids digestibility of meat and bone meals. **Poult. Sci.**, v. 77, p. 834-841, 1998.
- WISEMAN, J. et al. The digestion and utilization of amino acids of heat-treated fish meal by growing/finishing pigs. **Anim. Prod.**, v. 53, p. 215-225, 1991.
- YAMKA, R. M. et al. Evaluation of soybean meal as a protein source in canine foods. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.109, p.121-132, 2003.
- YAMKA, R. M. et al. Evaluation of maize gluten meal as a protein source in canine foods. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.116, p.239-248, 2004.
- ZENTEK, J.; SCHULZ, A. Urinary composition of cats is affected by the source of dietary protein. **J. Nutr.**, v. 134, p. 2162S-2165S, 2004
- ZENTEK, J.; DEKEYZER, A.; MISCHKE, R. Influence of dietary protein quality on nitrogen balance and some blood parameters in cats. **J. Anim. Physiol. Anim. Sci.**, v. 80, p. 63-66, 1998.
- ZUO, Y. et al. Digestion responses to low oligosaccharide soybean meal by ileally-cannulated dogs. **J. Anim. Sci.**, v.7, p.2441-2449, 1996.

CAPÍTULO 2- AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TRATAMENTOS INDUSTRIAIS NA PRODUÇÃO DE FARINHA DE CARNE E OSSOS PARA CÃES E GATOS

RESUMO: Avaliou-se o efeito do tratamento industrial de esterilização (135C e 3bar por 20min), seguido ou não de extrusão, da farinha de carne e ossos (FCO) sobre sua digestibilidade. Em DIC com quatro tratamentos em esquema fatorial 2 x 2, duas FCO (esterilizada e não esterilizada) submetidas ou não à extrusão, originaram quatro dietas experimentais. Em ensaio com cães e gatos avaliou-se os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e energia metabolizável (EM). Em ensaio com galos cecectomizados avaliou-se a digestibilidade verdadeira (CDV) de aminoácidos (AA). No total foram empregados 24 cães, 24 gatos e 40 galos no experimento. As análises múltiplas foram realizadas com auxílio do SAS. Verificou-se para gatos efeito positivo da esterilização sobre a EM e CDA da MS, EEA e EB ($P<0,05$) e efeito positivo da extrusão sobre o CDA da PB ($P<0,05$). Para cães observou-se efeito positivo da esterilização sobre a EM e CDA da MS ($P<0,05$) e efeito positivo da extrusão sobre a EM ($P<0,05$). Em cães verificou-se aumento do incremento de uréia sérica nas dietas com FCO esterilizada ($P<0,05$). O processo de esterilização aumentou os CDV da lisina, treonina, arginina, leucina, valina, glicina, serina e a digestibilidade média dos AA essenciais pelos galos ($P<0,05$). Concluiu-se que a esterilização aumenta o valor nutricional da FCO e que o processo de extrusão não altera a digestibilidade dos nutrientes das dietas para cães, mas eleva a digestibilidade da proteína da dieta para gatos. Os gatos se mostraram mais sensíveis que os cães às diferenças de tratamentos industriais da FCO.

Palavras-Chave: aminoácidos, digestibilidade, esterilização, extrusão, proteína

I. INTRODUÇÃO

Ingredientes protéicos, como as farinhas de origem animal, podem ter sua qualidade comprometida quando submetidos a elevadas temperaturas, pressões e tempo de processamento, podendo ocorrer diminuição na biodisponibilidade de aminoácidos (WISEMAN et al., 1991; WANG & PARSONS, 1998; HENDRIKS et al., 1999; SHIRLEY & PARSONS, 2000). Após a constatação da Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE), doença neurológica fatal causada por um príon termoestável, o processo de produção de farinha de carne e ossos têm sido modificado, visando se reduzir a transmissão do príon por este ingrediente, pois processos convencionais de produção de farinhas de origem animal não o inativam (TAYLOR et al., 1997). Diante disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) regulamentou novo processamento para a farinha de carne e ossos no Brasil, por meio da Instrução Normativa 34/2008 (Anexo I), tornando este ingrediente mais seguro para emprego na nutrição animal. Esta IN determina processamento a 133° C, 3 bar, por 20 minutos, sendo denominado este processo como “esterilização”.

Desta forma, considerando-se a importância do conhecimento da composição, bem como da biodisponibilidade dos aminoácidos presentes nos ingredientes para a correta formulação dos alimentos (POND et al., 1995), torna-se importante se avaliar os efeitos nutricionais associados ao novo processamento industrial da farinha de carne e ossos.

Além das características negativas que um super-processamento na indústria de farinhas animais poderia acarretar, deve-se levar em consideração que os alimentos destinados a cães e gatos são extrusados, um processo que também ocorre sob condições de elevadas temperaturas (superior a 120°C) e pressão (30-60 atm) (RIAZ, 2003), caracterizando um duplo processamento que poderia comprometer ou limitar o uso desses subprodutos em alimentos para essas espécies. A extrusão, apesar de ocasionar melhor aproveitamento da dieta como um todo, especialmente dos

carboidratos, pode vir a reduzir a disponibilidade de aminoácidos (JOHNSON et al., 1998). Entretanto, dentre os poucos trabalhos na literatura científica que avaliaram o impacto das alterações em tempo, temperatura e pressão de processamento sobre a digestibilidade das farinhas animais para cães e gatos (MURRAY et al., 1997; JOHNSON et al., 1998; HENDRIKS et al., 1999), a metodologia utilizada e os resultados obtidos não deixaram claro este efeito do duplo processamento térmico sobre o valor nutricional destes ingredientes.

Vê-se, com isto, a importância de se ter maior conhecimento das vantagens e desvantagens nutricionais do processo de esterilização da farinha de carne e ossos, bem como de sua interação com o processo de extrusão. Essas novas informações poderão ter consequências importantes para as fábricas de farinhas animais, fábricas de alimentos para cães e gatos, suinocultura e avicultura de um modo geral e, possivelmente, para o consumidor final.

II. OBJETIVO

Comparar o efeito de dois tratamentos industriais aplicados na produção de farinha de carne e ossos, associados ou não com o processo de extrusão, sobre os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e energia metabolizável de dietas baseadas nesse ingrediente em ensaios com cães e gatos e sobre os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos das mesmas dietas em ensaios com galos cecectomizados.

III. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Animais

Foram utilizados 24 cães da raça Beagle (peso médio de $10,76\text{kg} \pm 0,80$ e idade média de $3,6 \text{ anos} \pm 1,8$) e 24 gatos sem raça definida (peso médio de $3,87\text{kg} \pm 0,65$ e idade média de $1,5 \text{ anos} \pm 0,5$). Empregou-se machos ou fêmeas, em boas condições corporais e clinicamente sadios, procedentes do Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada” pertencente ao Departamento de Clínica e Cirurgia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal.

Também foram utilizados 40 galos Leghorn, com 5 meses de idade, peso médio de $2,1\text{kg} \pm 0,5$, provenientes da mesma granja e dia de nascimento, clinicamente sadios, alojados no Setor de Avicultura pertencente ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal.

Todos os procedimentos com os animais foram aprovados pela Comissão de Ética e Bem Estar Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal (Anexo II).

3.2 Ingredientes e dietas

As farinhas de carne e ossos (FCO) foram obtidas junto à indústria de farinhas animais (Braidó Indústria Agroquímica, São Caetano do Sul – SP, Brasil), de um mesmo lote e dia de produção, de forma a se homogeneizar a qualidade e os ingredientes utilizados na fabricação da mesma. Esse tipo de farinha animal é produzida a partir de ossos e resíduos da desossa de bovinos, e não deve apresentar contaminações com cascos, chifres, pêlos, conteúdo estomacal, sangue e outros materiais estranhos. A FCO convencional foi obtida pelo processamento padrão adotado pelo estabelecimento.

A FCO esterilizada foi obtida por meio do reprocessamento do material úmido, imediatamente após sua saída do digestor, em equipamento adequado ao comprimento de todas as determinações constantes no Anexo I da Instrução Normativa Nº 15/2003, que foram mantidas idênticas na vigente IN 34/2008.

De início os resíduos de bovinos foram moídos de forma a apresentarem partículas menores do que 5 cm, sendo na seqüência processados de modo convencional em digestores contínuos. No processo convencional o tempo e a temperatura de cocção variam em função da natureza e da quantidade de matéria-prima processada, permanecendo em temperatura máxima de 120°C, pressão que varia entre a atmosférica e 2 bar e o tempo médio de processamento de 120 minutos. Após o processamento convencional, uma parte da mistura foi direcionada para o desengorduramento e moagem final, enquanto outra foi submetida ao processo de esterilização. Para isto a massa do produto em processamento recebeu vapor saturado direto, atingindo a temperatura de 135°C e pressão de 3 bar por 20 minutos. Após o desengorduramento, o produto foi moído (não retenção em peneira de 3,4 mm, retenção máxima de 10% em peneira de 1,68mm). Os equipamentos utilizados para o tratamento de esterilização (modelo EC12 TRAN/2005, Beta Automação Industrial, São Paulo, Brasil) apresentavam aparelhos de medição e registros contínuos da temperatura e da pressão.

As duas amostras de FCO, a convencional e a esterilizada, foram então empregadas na fabricação das dietas experimentais. Quatro dietas foram produzidas, representadas pelas duas FCO, submetidas ou não à extrusão (Tabela 1). Estas foram formuladas de forma a atenderem as recomendações da AAFCO (2004) para gatos em manutenção e de maneira que 80% da proteína bruta fosse proveniente da FCO.

Após a mistura as dietas experimentais foram moídas em moinho de martelo com peneira de 0,8 mm. A extrusão foi realizada em extrusora experimental (Mab 400S, Extruder, Monte Alto, Brazil) na Fábrica de Rações da FCAV/UNESP. O controle de qualidade de extrusão foi realizado por meio da determinação da densidade (g/L) dos produtos na saída da extrusora. Nas dietas com FCO não submetidas à extrusão, os ingredientes básicos das dietas foram extrusados. Após a extrusão, estes foram remoídos (peneira 2,5mm) e misturados às FCO (esterilizada ou convencional),

compondo-se assim a dieta completa a ser fornecida aos animais. Dessa forma, as dietas que continham as FCO que não sofreram extrusão apresentavam-se na forma de farinha e eram umedecidas para serem oferecidas aos cães e gatos.

A fórmula das dietas, que foi a mesma para todas as rações, está apresentada na Tabela 2. A inclusão de FCO na formulação das dietas foi determinada de forma que apenas essa fonte protéica de origem animal fosse utilizada para atender a necessidade protéica mínima de manutenção em gatos (AAFCO, 2004).

Tabela 1. Tipo de FCO (farinha de carne e ossos) e processo empregado em cada dieta avaliada.

Dieta	Tipo de FCO	Características do Processo da FCO			Processo de Extrusão
		Tempo	Temperatura	Pressão	
CExt	Convencional	120 minutos	< 120° C	0 -2 bar	Todos os ingredientes
EExt	Esterilizada	20 minutos	135° C	3 bar	Todos os ingredientes
CFar	Convencional	120 minutos	< 120° C	0 -2 bar	Todos os ingredientes exceto a FCO
EFar	Esterilizada	20 minutos	135° C	3 bar	Todos os ingredientes exceto a FCO

Tabela 2. Fórmula das dietas experimentais.

Ingrediente	% (matéria natural)
Farinha de carne e ossos (convencional ou esterilizada)	57,47
Arroz Quirera	14,90
Milho	13,04
Farelo Arroz Desengordurado	4,90
Gordura de aves	3,60
Levedura Cervejaria 40	2,00
Suplemento Mineral e Vitamínico ¹	2,00
Celulose ²	1,05
Cloreto de sódio	0,40
Cloreto Potássio	0,37
Antifúngico ³	0,10
Taurina	0,10
Antioxidante ⁴	0,07
TOTAL	100,0

¹ Fornecimento dos seguintes nutrientes por kg de dieta: 16.000UI de vitamina A; 1200UI de vitamina D₃; 500mg de vitamina E; 15mg de vitamina B₁; 25mg de vitamina B₂; 16mg de vitamina B₆; 0,18mg de vitamina B₁₂; 131mg de niacina; 40mg de ácido pantotênico; 2,4mg de ácido fólico; 1mg de biotina; 200 mg de vitamina C; 3g de colina; 50mg de ferro; 21mg de cobre; 60mg de manganês; 186mg de zinco; 2,5mg de iodo; 0,2mg de selênio.

² Vitacel. Clariant S.A., São Paulo. Fibras funcionais insolúveis

³ Moldzap. Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda, Curitiba-PR, Brasil. Composição: propionato de amônio, propanodiol, ácido propiônico, ácido acético, ácido láctico, ácido ascórbico, ácido sórbico, ácido fórmico, sorbato de potássio, veículo q.s.p.

⁴ Banox. Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda, Curitiba-PR, Brasil. Composição: galato de propila, BHA, BHT, etoxiquim

3.3 Ensaio de digestibilidade em cães e gatos

As dietas foram submetidas a ensaios de digestibilidade com cães e gatos pelo método de coleta total de fezes, considerando-se as recomendações da AFFCO (2004). Os 24 cães e os 24 gatos foram agrupados aleatoriamente de acordo com as dietas, perfazendo um total de seis animais por tratamento. Estes foram alojados em gaiolas de metabolismo individuais medindo 90 cm x 80 cm x 90 cm, equipadas com aparatos para coleta separada de fezes e urina. Os animais foram alimentados às 8h e às 18h em quantidade suficiente para atender sua demanda energética de manutenção preconizada pelo NRC (1985; 1986). A estimativa da EM das dietas foi feita segundo os fatores de Atwater modificado para cálculo da quantidade de alimento a ser oferecida por dia. As dietas que continham FCO não extrusada foram previamente umedecidas em água antes de seu fornecimento aos animais.

Antes de cada refeição, as sobras de alimento eram recolhidas e pesadas, sendo calculado o consumo. No caso das dietas que continham FCO não extrusada, as sobras eram recolhidas e armazenadas em freezer (-15°C), em recipientes hermeticamente fechados previamente identificados. No final do experimento estas foram descongeladas e secas em estufa a 105° C, para determinação do seu peso seco. Água foi fornecida *ad libitum*. O experimento compreendeu um período de adaptação à dieta de cinco dias, tanto para os cães quanto para os gatos, seguido de cinco dias de coleta total de fezes para os cães e sete dias para os gatos. As fezes eram colhidas duas vezes por dia, pesadas e acondicionadas em sacos plásticos individuais, previamente identificados, fechados e armazenados em freezer (-15° C).

Também foi realizada a avaliação quantitativa das fezes de cães e gatos por meio da determinação da matéria seca fecal e do cálculo da quantidade de fezes produzidas por grama de alimento consumido, tanto na matéria seca como na matéria natural.

3.4 Digestibilidade verdadeira de aminoácidos

Para a avaliação da digestibilidade verdadeira, 40 galos cecectomizados (tiflectomizados) foram distribuídos aleatoriamente em 5 grupos com 8 animais cada, sendo estes alojados aos pares em 20 gaiolas de 40cm x 40cm x 40cm. Cada gaiola

com dois galos representou uma unidade experimental, totalizando quatro repetições por tratamento. A digestibilidade verdadeira foi determinada pelo método descrito por SIBBALD (1976) com alimentação forçada. A cecectomia ou tiflectomia seguiu os procedimentos cirúrgicos e anestésicos propostos por MOSTACHIO et al. (2008a; 2008b). Após o procedimento cirúrgico, os galos foram deixados em recuperação por 30 dias. Antes de ingestão forçada do alimento, os animais foram submetidos a jejum de 48 horas para limpeza do trato digestório. Os galos foram forçados a ingerir 30g de uma das dietas, em uma única alimentação. A partir da alimentação forçada, as excretas foram totalmente coletadas por 48 horas. Um grupo de oito galos foi mantido em jejum durante todo o ensaio para a determinação das perdas endógenas. Todos os galos tiveram um anel de plástico fixado junto à cloaca no qual foi preso um saco plástico (10 x 15 cm) que assegurou a coleta total das excretas. As excretas foram colhidas quatro vezes por dia, pesadas e acondicionadas em sacos plásticos individuais, previamente identificados, fechados e armazenados em freezer (-20° C).

3.5 Resposta pós-prandial de uréia sérica dos cães

Após finalização dos ensaios de digestibilidade, testes de uréia sérica pós-prandial foram conduzidos nos cães de acordo com WATSON et al. (1981), com modificações nos tempos de coleta. Os cães, mantidos individualmente em baias medindo 2m x 4m x 2 m, foram alimentados em quantidades suficiente para atender sua necessidade energética de manutenção (NRC, 1985) e adaptados a uma das dietas por três dias. Durante esse período os animais foram condicionados a ingerir toda a quantidade de alimento em até 15 minutos. No dia anterior ao teste, os cães eram assepticamente cateterizados na veia cefálica cranial (Angiocath 20 GA x 1.16 in., Becton, Dickinson, USA). No dia do teste, amostras de sangue eram colhidas com o animal em jejum (amostra basal, tempo 0) e 1, 2, 3, 4, 5, 5h e 30 min, 6, 7 e 8h após alimentação (o tempo foi contado a partir da finalização da ingestão do alimento). Os testes sempre tiveram início no mesmo horário, às 8h da manhã. Os cães que não consumissem todo o alimento em 15 minutos não eram testados, sendo avaliados no dia seguinte. Em cada coleta foram obtidos cerca de 3,0 mL de sangue, que eram imediatamente colocados em tubo de ensaio, sem qualquer anticoagulante, para

posterior obtenção do soro e subsequente determinação da concentração de uréia sérica. O soro foi separado em até 15 minutos após sua colheita e mantido congelado a -20° C até sua análise.

3.6 Análises laboratoriais

3.6.1 Ingredientes, dietas e fezes de cães e gatos

Ao final do experimento as fezes dos cães e dos gatos foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas compondo-se uma única amostra por animal e secas em estufa de ventilação forçada à 55°C, por 72 horas, a fim de promover sua pré-secagem. As amostras de fezes pré-secas, ingredientes e dietas foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 1 mm e encaminhadas ao Laboratório de Análises de Alimentos do Departamento de Zootecnia (LANA). No laboratório determinou-se a matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), extrato etéreo em hidrólise ácida (EEA), minerais e índice de gelatinização do amido, segundo AOAC (1995). A energia bruta dos ingredientes, dietas e fezes foi determinada em bomba calorimétrica (modelo 1261, Parr Instrument Company, Moline, IL, USA). A análise de aminoácidos foi realizada por cromatografia por troca iônica com derivação pós-coluna de ninidrina, no aparelho HITACH L8500 A, com metodologia recomendada pela Commission Directive 98/64/EC, na Degussa Alemanha. Todas as análises foram conduzidas em duplicata, sendo repetidas quando variaram em mais de 5% entre si.

3.6.2 Excretas dos galos cecectomizados

Ao final do experimento, as excretas dos galos foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas de maneira a compor uma única amostra referente às excretas dos dois galos de cada gaiola, pesadas e acondicionadas em placas de Petri, sendo posteriormente secas por liofilização (Liofilizador Modelo E-C Super-modulyo, Edwards). Após serem liofilizadas, as amostras foram moídas em moinho de bola (MA350, Marconi, Piracicaba-SP, Brasil) e acondicionadas em potes hermeticamente fechados. Uma parte de cada amostra foi analisada para sua concentração de aminoácidos por cromatografia por troca iônica com derivação pós-

coluna de ninidrina, (HITACH L8500 A), com metodologia recomendada pela AOAC (1995), na Degussa Alemanha, e na outra determinou-se a matéria seca à 105° C (AOAC, 1995).

3.6.3 Uréia sérica

As amostras de soro foram analisadas em até três dias após sua obtenção, utilizando analisadores semi-automáticos (Labquest, modelo BIO-2000, Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, Brazil), no Laboratório de Pesquisa do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da FCAV-UNESP Jaboticabal. As concentrações de uréia foram determinadas por kits de ensaios cinéticos ultravioletas (Uréia UV Liquiform, Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, Brazil).

3.7 Cálculos e Análise Estatística

Para a análise de variância dos resultados de digestibilidade aparente em cães ou gatos foi adotado um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (dietas) e 6 repetições (animais) por tratamento, totalizando 24 animais. Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes de cada uma das dietas foram calculados para cães e gatos (POND et al., 1995). A energia metabolizável aparente das dietas foi calculada pelo método sem coleta de urina, de acordo com a fórmula (AAFCO, 2004):

$$\text{EMA (kcal/g)} = \frac{[(a \times e) - \{(b \times h) + (i \times \text{PDing})\}]}{a}$$

Onde:

EMA = energia metabolizável aparente

a = consumo total de ração (g de MS)

b = excreção fecal (g de MS)

e = energia bruta da ração (kcal/g de MS)

h = energia bruta das fezes (kcal/g de MS)

i = Fator de correção para a perda energética pela urina, que é 1,25 kcal/g de PDing para cães e 0,86 kcal/g de PDing para gatos

PDing = proteína digestível ingerida (g de MS)

O incremento de uréia pós-prandial foi calculado, para cada animal, subtraindo-se a concentração de uréia no tempo 0 (jejum) das concentrações obtidas nos outros tempos de colheita. Também foi calculada a área abaixo da curva (AAC) do incremento de uréia por integrações numéricas pelo método trapezoidal, utilizando o programa Origin (Microcal Software, v. 6.0).

No ensaio de digestibilidade ileal verdadeira em galos cecectomizados adotou-se delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições por dieta (gaiola com dois galos), totalizando 20 unidades experimentais. Um grupo de quatro gaiolas (8 galos) foi mantido em jejum durante o experimento e as concentrações de aminoácidos mensuradas em suas excretas foram utilizadas para o cálculo dos coeficientes de digestibilidade verdadeiro ileal dos aminoácidos das dietas, conforme fórmula abaixo descrita (SIBBALD, 1976):

$$\text{Digestibilidade Verdadeira AA} = \frac{\text{AA consumido} - (\text{AA excretado} - \text{AA endógeno})}{\text{AA consumido}}$$

Onde:

AA = aminoácido

Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos em esquema fatorial 2x2, composto pelas duas farinhas de carne e ossos, submetidas ou não a extrusão. Os dados foram analisados pelo procedimento General Linear Model do SAS (Version 8, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Os efeitos avaliados foram os do processo de esterilização, processo de extrusão, espécie e as interações entre esses efeitos, através do procedimento Slice do SAS. Quando interações significativas ($P < 0,05$) foram detectadas pelo teste F da ANOVA, comparações múltiplas foram conduzidas pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$). Para os incrementos de uréia empregou-se análise de variância com medidas repetidas no tempo através do procedimento General Linear Model do SAS (Version 8, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), sendo considerados os efeitos de esterilização, extrusão e tempo.

IV. RESULTADOS

4.1 Composição química dos ingredientes e dietas

A composição química das FCO empregadas no experimento se encontra na Tabela 3 e as composições químicas das dietas experimentais bem como os parâmetros avaliados durante a produção das mesmas encontram-se na Tabela 4.

Na Tabela 3 observa-se que as FCO utilizadas, embora tenham sido retiradas do mesmo lote, apresentaram discreta diferença na quantidade de gordura e proteína, com maiores concentrações para a FCO submetida ao processamento convencional. Da mesma forma, na Tabela 4 verificam-se pequenas diferenças de composição de gordura, proteína e aminoácidos das dietas. Nota-se, ainda, que os valores de matéria mineral das dietas mostraram-se elevados, decorrente da inclusão da FCO como principal ingrediente protéico das rações. Este excesso de minerais poderia, a longo prazo, causar algum risco à saúde dos animais. Como as dietas somente foram oferecidas por poucos dias, nenhum transtorno foi observado, a não ser a produção de fezes ressecadas pelos animais.

Notou-se, ainda, maior dificuldade de extrusão da dieta que continha FCO esterilizada (EExt), refletindo na densidade (400 g/L) e índice de gelatinização do amido, que foi de 70% nesta dieta, enquanto que nas demais o índice de gelatinização foi superior a 90%.

Tabela 3. Composição química analisada¹ das duas farinhas de carne e ossos utilizadas na fabricação das dietas experimentais.

Nutriente	Farinha de Carne e Ossos	
	Esterilizada	Convencional
Matéria seca (%)	94,92	94,20
Valores sobre a Matéria Seca		
Proteína Bruta (%)	35,79	34,62
Extrato etéreo ácido (%)	13,00	11,94
Matéria Mineral (%)	49,53	49,15
Matéria Orgânica (%)	50,47	50,85
Fibra Bruta (%)	1,48	1,51
Energia Bruta (kcal/kg)	2911	2981
Cálcio (%)	29,73	31,43
Fósforo (%)	8,05	8,22
Sódio (%)	0,14	0,17
Magnésio (%)	0,30	0,33
Potássio (%)	0,13	0,14
Aminoácidos		
Metionina	0,33	0,33
Cistina	0,12	0,13
Lisina	1,43	1,43
Treonina	0,68	0,73
Arginina	2,64	2,68
Isoleucina	0,63	0,65
Leucina	1,49	1,50
Valina	1,03	1,03
Histidina	0,45	0,46
Fenilalanina	0,96	0,98
Tryptofano	0,06	0,07
Tirosina	0,63	0,71
Glicina	6,60	6,65
Serina	1,19	1,21
Alanina	2,95	2,96
Aspartato	2,18	2,18
Glutamato	3,71	3,71

¹ n=2; CV <5%

Tabela 4. Composição química analisada das dietas experimentais que incorporaram as farinhas de carne e ossos (FCO) submetidas a diferentes tratamentos industriais.

Item	FCO convencional e extrusada	FCO esterilizada e extrusada	FCO convencional não extrusada	FCO esterilizada não extrusada
Umidade (%)	5,8	4,9	5,9	6,4
	Valores sobre a Matéria Seca			
Proteína Bruta (%)	26,0	27,1	26,3	27,8
Extrato etéreo ácido (%)	10,9	12,2	9,8	12,7
Matéria Mineral (%)	31,4	31,1	32,8	31,3
Matéria Orgânica (%)	68,6	68,9	67,2	68,7
Fibra bruta (%)	2,8	2,3	2,5	2,2
Extrativos não nitrogenados (%)	29,1	29,2	27,7	26,5
Energia Bruta (kcal/kg)	3429	3597	3444	3502
Cálcio (%)	17,72	17,84	18,93	18,81
Fósforo (%)	5,22	4,85	5,43	5,44
Aminoácidos				
Metionina (%)	0,6	0,6	0,6	0,6
Metionina + Cistina (%)	0,8	0,8	0,7	0,8
Lisina (%)	1,1	1,1	1,1	1,1
Treonina (%)	0,7	0,7	0,7	0,7
Arginina (%)	2,1	2,0	2,0	2,0
Isoleucina (%)	0,6	0,6	0,6	0,6
Leucina (%)	1,4	1,4	1,3	1,3
Valina (%)	0,9	0,9	0,9	0,9
Histidina (%)	0,4	0,4	0,4	0,4
Fenilalanina (%)	0,8	0,8	0,8	0,8
Glicina (%)	4,4	4,2	4,6	4,6
Serina (%)	1,0	1,0	1,0	1,0
Alanina (%)	2,2	2,1	2,2	2,2
Aspartato (%)	1,8	1,8	1,8	1,8
Glutamato (%)	3,2	3,2	3,1	3,1
Parâmetros de processamento				
Densidade ² (g/L)	385,0	400,0	305,0	305,0
Índice de gelatinização (%)	94,0	70,0	95,0	95,0

¹ n=2; CV <5%

² A densidade das dietas não extrusadas foi mensurada após a extrusão dos ingredientes básicos, antes de serem remóidos para adição da FCO.

4.2 Ingestão, excreção, coeficientes de digestibilidade aparente e energia metabolizável das dietas em gatos

O peso corporal médio dos gatos foi de 3,87 kg, e não houve diferença entre os grupos ($P>0,05$). De acordo com a Tabela 5, verificou-se que a ingestão de MS, MO e EEA foi maior nos animais alimentados com as dietas com FCO extrusada que no grupo que recebeu as dietas com FCO não extrusada ($P<0,05$). Além disso, os gatos alimentados com as dietas com FCO esterilizada ingeriram maiores quantidades de EEA que os animais que receberam as dietas com FCO convencional ($P<0,05$). Estas diferenças, entretanto, foram pequenas e, provavelmente, não interferiram nos resultados dos coeficientes de digestibilidade obtidos.

Dentre os parâmetros fecais avaliados, observou-se que gatos alimentados com as dietas com FCO extrusada apresentaram maior excreção de fezes (na base úmida) e menor teor de MS fecal que os gatos alimentados com dietas contendo FCO não extrusada ($P<0,05$). Já na base seca, foram as dietas contendo FCO não esterilizada que propiciaram a excreção de maiores quantidades de fezes pelos gatos, em relação às dietas contendo FCO esterilizada ($P<0,05$).

Ainda de acordo com a Tabela 5, observou-se nos gatos que receberam as dietas com FCO extrusada maior digestibilidade da PB, em relação às dietas com FCO não extrusada ($P<0,05$) (Figura 1). Já as dietas que continham FCO esterilizada apresentaram maiores coeficientes de digestibilidade aparente da MS, EEA e EB ($P<0,05$, Figura 2) e maior EM que as dietas com FCO convencional ($P<0,05$).

Tabela 5. Ingestão de nutrientes, parâmetros fecais, coeficientes de digestibilidade aparente e energia metabolizável observados das dietas com gatos.

Item	Dietas ¹				Médias				Efeito					
	FCO convencional extrusada	FCO esterilizada extrusada	FCO convencional não extrusada	FCO esterilizada não extrusada	EST	Não		Não		CV	Ext	Est	Ext x Est	
						EST	EXT	EST	EXT					
Ingestão (g/dia)														
Matéria seca	60,0	59,2	55,5	50,5	54,9	57,7	59,6	53,0	1,52	12,1	0,03	ns	ns	
Matéria orgânica	41,2	40,8	37,3	34,7	37,7	39,2	41,0	36,0	1,04	12,2	0,02	ns	ns	
Proteína bruta	16,3	15,4	15,5	13,7	14,6	15,9	15,9	14,6	0,40	12,1	ns	ns	ns	
Extrato etéreo ácido	6,5	7,2	5,4	6,4	6,8	6,0	6,9	5,9	0,20	12,3	< 0,01	0,02	ns	
Excreção (dia)														
g fezes/g alimento	1,0	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	0,8	0,02	11,4	<0,01	ns	ns	
g fezes MS/g alimento MS	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,01	6,4	ns	0,04	ns	
MS fecal (%)	46,8	47,9	56,2	54,7	51,9	51,1	47,4	55,5	1,18	9,1	<0,01	ns	ns	
Coeficientes de Digestibilidade Aparente (%)														
Matéria seca	51,0	53,0	49,0	51,9	52,4	50,1	52,1	50,8	0,52	4,1	ns	0,02	ns	
Matéria orgânica	72,8	73,2	72,8	74,5	73,9	72,8	73,1	73,6	0,42	2,8	ns	ns	ns	
Proteína bruta	64,4	65,3	59,5	62,8	64,1	61,7	64,9	61,2	0,76	4,9	0,01	ns	ns	
Extrato etéreo ácido	72,1	75,4	73,9	80,8	78,1	73,0	73,7	77,0	1,20	6,3	ns	0,02	ns	
Energia bruta	72,9	75,2	72,8	78,0	76,6	72,9	74,1	75,4	0,68	3,7	ns	<0,01	ns	
EM (kcal/kg)	2572	2705	2477	2763	2733	2525	2639	2620	29,52	3,6	ns	<0,01	ns	

¹ n = 6 animais por dieta;

ns - não significativo (P > 0,05); FCO – farinha de carne e ossos; EST – esterilização; EXT- extrusão; EP – erro padrão da média; CV- coeficiente de variação

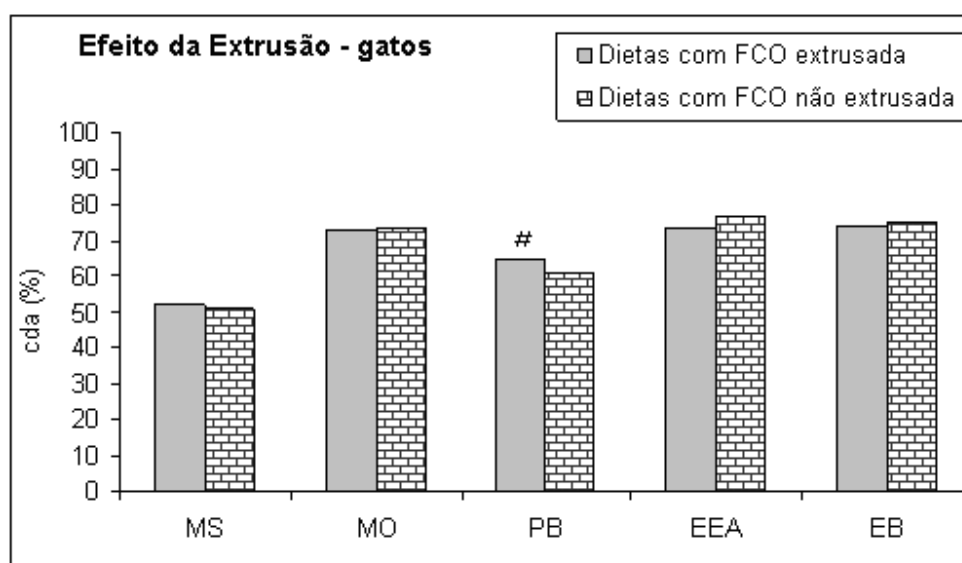


Figura 1. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos princípios nutricionais das dietas pelos gatos, considerando-se o efeito de extrusão (#efeito de extrusão, $P < 0,05$).

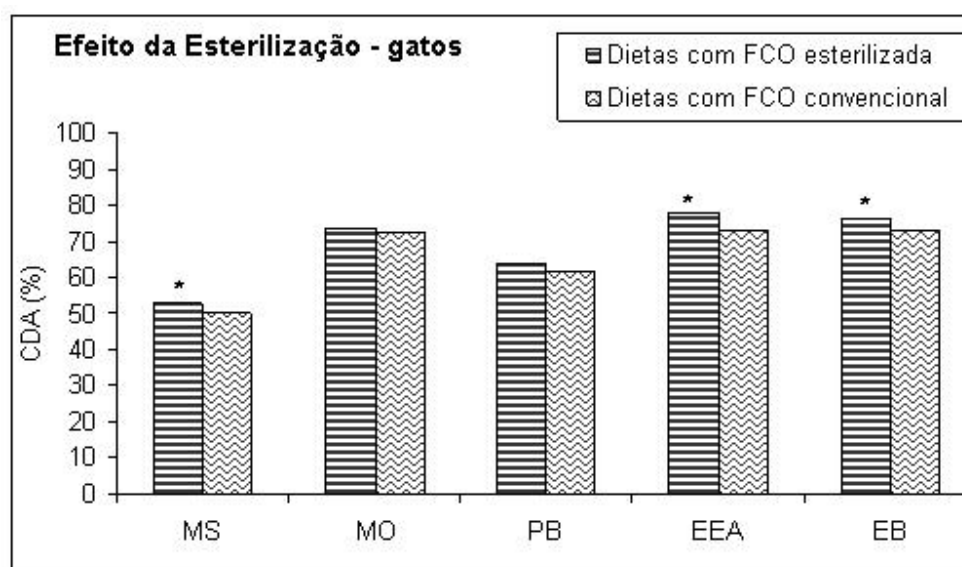


Figura 2. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos princípios nutricionais das dietas pelos gatos, considerando-se o efeito de esterilização (*efeito de esterilização, $P < 0,05$).

4.3 Ingestão, excreção, coeficientes de digestibilidade aparente, energia metabolizável e respostas pós-prandiais de uréia das dietas em cães

Cães alimentados com as dietas com FCO esterilizada apresentaram maior peso corporal que o grupo de cães alimentados com FCO convencional ($P<0,05$), a ingestão dos princípios nutricionais foi mensurada em grama por quilograma de peso corporal por dia, de maneira a eliminar esse efeito (Tabela 6). Os cães alimentados com as dietas que continham FCO extrusada apresentaram maior ingestão de MO e EEA que os alimentados com as dietas com FCO não extrusada ($P<0,05$). Os cães que consumiram as dietas com FCO esterilizada ingeriram maiores quantidades de PB e EEA que os alimentados com as dietas com FCO convencional ($P<0,05$). Houve interação entre os tratamentos industriais para a ingestão de MS, com o grupo alimentado com a dieta contendo FCO esterilizada não extrusada ingerindo menores quantidades deste princípio nutricional ($P<0,05$) que os cães alimentados com as outras dietas. Estas diferenças, entretanto, foram inferiores a 1,5 g de MS, MO, PB ou EEA por quilo de peso corporal por dia, provavelmente não interferindo nos resultados dos coeficientes de digestibilidade obtidos.

Dentre os parâmetros fecais avaliados, observou-se que as dietas com FCO extrusada propiciaram a excreção de maior quantidade de fezes (na base úmida) ($P<0,05$). Cães que receberam dietas com FCO esterilizada ou FCO extrusada apresentaram fezes com menor teor de MS que os que receberam FCO convencional ou com FCO não extrusada, respectivamente ($P<0,05$).

Ainda de acordo com a Tabela 6, verifica-se que para cães houve interação entre a esterilização e a extrusão para a EM e o CDA da MS. No caso da MS, verificou-se que a dieta que continha FCO esterilizada não extrusada apresentou maior digestibilidade que as dietas contendo FCO convencional, extrusada ou não extrusada ($P<0,05$). Para a EM observou-se que a dieta que não sofreu nenhum dos processamentos (FCO convencional não extrusada) teve resultado menor que as demais ($P<0,05$).

A Tabela 7 mostra que as dietas que continham FCO esterilizada propiciaram maiores incrementos médios e máximos de uréia sérica pós-prandial que as dietas com FCO convencional ($P<0,05$). Além disso, houve efeito significativo do tempo sobre o

incremento de uréia, a partir de uma hora da ingestão das dietas houve aumento das concentrações deste metabólito no sangue, com o não retorno a níveis basais após 8 horas de observação ($P < 0,05$). As curvas com os incrementos de uréia séricos pós-prandiais observados nos cães, de acordo com os efeitos de extrusão e esterilização, estão ilustradas na Figura 3.

Tabela 6. Ingestão de nutrientes, parâmetros fecais, coeficientes de digestibilidade aparente e energia metabolizável observados das dietas com cães.

Item	Dietas ¹					Médias					Efeito		
	FCO convencional extrusada		FCO esterilizada extrusada		FCO convencional não extrusada		FCO esterilizada não extrusada		Não EST		Não EXT		(probabilidade de maior F)
	conv	est	conv	est	conv	est	conv	est	EST	EXT	EXT	CV	
Ingestão (g/dia)													
Matéria seca	26,5 ^a	26,4 ^a	26,6 ^a	23,7 ^b	25,1	26,6	26,5	25,2	0,37	5,6	0,04	0,02	0,03
Matéria orgânica	18,4	18,2	17,9	16,8	17,5	18,1	18,3	17,4	0,18	4,1	<0,01	ns	ns
Proteína bruta	7,3	6,9	7,4	6,7	6,8	7,3	7,1	7,1	0,08	4,1	ns	<0,01	ns
Extrato etéreo ácido	2,9	3,2	2,6	3,1	3,2	2,8	3,1	2,9	0,06	4,3	<0,01	<0,01	ns
Excreção (dia)													
g fezes/g alimento	0,7	0,8	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,01	8,1	<0,01	ns	ns
g fezes MS/g alimento MS	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,01	6,8	ns	ns	ns
MS fecal (%)	61,3	54,6	63,2	61,3	58,0	62,3	58,0	62,3	1,02	6,7	0,02	0,02	ns
Coeficientes de Digestibilidade Aparente (%)													
Matéria seca	55,6 ^b	56,5 ^{ab}	54,6 ^b	59,5 ^a	58,0	55,2	56,1	57,3	0,55	3,7	ns	<0,01	0,04
Matéria orgânica	78,9	78,5	79,1	80,1	79,3	79,0	78,7	79,6	0,33	2,0	ns	ns	ns
Proteína bruta	70,8	65,9	67,8	71,6	68,7	69,3	68,4	69,7	1,34	9,6	ns	ns	ns
Extrato etéreo ácido	84,6	85,5	84,4	84,0	84,7	84,5	85,1	84,2	0,61	3,7	ns	ns	ns
Energia bruta	82,0	82,0	80,9	82,3	82,2	81,5	82,0	81,6	0,29	1,8	ns	ns	ns
EM (kcal/kg)	2893 ^a	2948 ^a	2753 ^b	2917 ^a	2933	2823	2920	2836	18,2	1,7	<0,01	<0,01	0,01

¹ n = 6 animais por dieta;

^{a, b} Médias na mesma linha sem uma letra em comum são diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05).

ns - não significativo (P > 0,05); FCO – farinha de carne e ossos; EST – esterilização; EXT- extrusão; EP – erro padrão da média; CV- coeficiente de variação

Tabela 7. Incremento de uréia sérica pós-prandial em cães alimentados com as dietas experimentais.

Item	Dietas ¹						Efeito			
							(Probabilidade de maior F)			
	FCO convencional extrusada	FCO esterilizada extrusada	FCO convencional não extrusada	FCO esterilizada não extrusada	EP	Ext	Esteril	Tempo	Esteril*Ext	Esteril*Ext**tempo
Incremento de uréia plasmática (mg/dL)										
Tempo 0 (jejum)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	-	-	-	-	-
1 hora	6,0	6,7	6,8	5,1	0,42	-	-	<0,01*	-	-
2 horas	12,1	16,3	15,5	14,8	0,69	-	-	<0,01*	-	-
3 horas	17,5	21,5	21,1	22,3	0,82	-	-	<0,01*	-	-
4 horas	22,9	25,7	21,5	24,8	0,79	-	-	<0,01*	-	-
5 horas	24,8	29,9	25,6	28,2	1,00	-	-	<0,01*	-	-
5 horas 30 minutos	26,8	28,5	24,2	29,7	1,03	-	-	<0,01*	-	-
6 horas	26,2	29,0	23,4	25,6	0,93	-	-	<0,01*	-	-
7 horas	26,0	26,1	23,3	27,3	0,87	-	-	<0,01*	-	-
8 horas	23,9	24,1	20,4	24,5	0,85	-	-	<0,01*	-	-
Incremento médio	18,9	20,5	18,0	20,2	0,95	ns	<0,01	<0,01	ns	ns
Incremento máximo	26,8	29,9	25,6	29,7	1,03	ns	<0,01	-	ns	-
AAC (mg/dL/h)	147,4	167,2	147,6	160,3	4,55	ns	ns	-	ns	-

¹ n = 6 animais por dieta

* diferença significativa em relação ao valor no tempo 0 (jejum);

ns – não significativo (P>0,05); EP – erro padrão da média; AAC – área abaixo da curva; Ext - extrusão; Esteril – esterilização; Esteril*Ext – interação entre os efeitos da extrusão e esterilização; Esteril*Ext**tempo – interação entre os efeitos da extrusão, esterilização e tempo

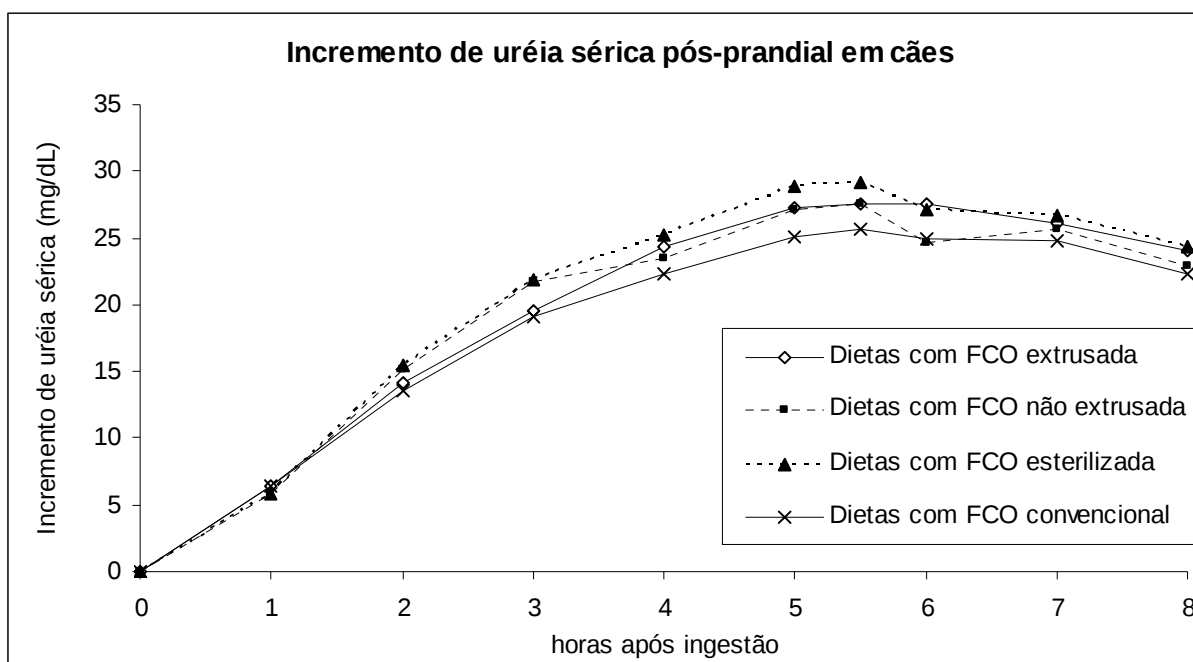


Figura 3. Incrementos de uréia sérica pós-prandial dos cães, segundo os efeitos de extrusão ou esterilização.

4.5 Digestibilidade ileal verdadeira em galos cecectomizados

Os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos das dietas, determinados em galos cecectomizados, encontram-se na Tabela 8. Foi observado efeito positivo do processo de esterilização sobre a digestibilidade verdadeira da lisina, treonina, arginina, leucina, valina, glicina, serina, alanina, aspartato, glutamato (Figura 4), média dos aminoácidos essenciais, média dos aminoácidos não essenciais e média dos aminoácidos totais ($P < 0,05$). Para os coeficientes de digestibilidade verdadeiro da metionina, cistina, isoleucina e histidina não se verificou influência de processamento ($P > 0,05$).

Tabela 8. Coeficientes de digestibilidade verdadeiro (CDV) dos aminoácidos das dietas com galos cecectomizados¹.

Aminoácidos	CDV das dietas pelos galos (%)							Efeito			
	FCO convencional extrusada			FCO esterilizada extrusada		FCO convencional não extrusada		(Probabilidade > F)			
	FCO convencional extrusada	FCO esterilizada extrusada	FCO esterilizada não extrusada	FCO esterilizada extrusada	FCO convencional não extrusada	FCO esterilizada não extrusada	FCO esterilizada extrusada	CV	Ext	Esteril	Interação
Essenciais											
Metionina	87	87	86,6	88,2	88,2	88,2	88,2	2,0	ns	ns	ns
Lisina	65,5	71	67,2	70,7	70,7	70,7	70,7	2,6	ns	<0,01	ns
Treonina	58,2	65,8	59,1	66	66	66	66	8,9	ns	0,02	ns
Arginina	68,5	74	69,9	72,4	72,4	72,4	72,4	2,8	ns	<0,01	ns
Isoleucina	66,6	68,3	70,4	71,5	71,5	71,5	71,5	9,7	ns	ns	ns
Leucina	72,7	76,7	74,2	75,8	75,8	75,8	75,8	2,1	ns	<0,01	ns
Valina	68,7	73,4	69,6	73,6	73,6	73,6	73,6	3,1	ns	<0,01	ns
Histidina	65,2	62,2	66,2	72,8	72,8	72,8	72,8	11,9	ns	ns	ns
Fenilalanina	71,7	81,1	66,7	68,8	68,8	68,8	68,8	13,0	ns	ns	ns
Média dos AA essenciais	69,4	73,3	70	73,3	73,3	73,3	73,3	3,6	ns	0,01	ns
Não essenciais											
Cistina	62,8	60	56,7	65,8	65,8	65,8	65,8	11,3	ns	ns	ns
Glicina	49,8	56,1	54,5	59,4	59,4	59,4	59,4	8,4	ns	0,03	ns
Serina	61,7	69,6	62,9	67,6	67,6	67,6	67,6	5,1	ns	<0,01	ns
Alanina	62,9	69,4	65,9	68,6	68,6	68,6	68,6	3,5	ns	<0,01	ns
Aspartato	48,5	57,5	50,6	56	56	56	56	6,9	ns	<0,01	ns
Glutamato	66,2	72,1	68,2	70,7	70,7	70,7	70,7	3,1	ns	<0,01	ns
Média dos AA não essenciais	58,7	64,1	59,8	64,7	64,7	64,7	64,7	5,1	ns	<0,01	ns
Média dos AA	65,1	69,6	65,9	69,8	69,8	69,8	69,8	4,1	ns	<0,01	ns

¹ n = 4 repetições por dieta (1 repetição = 2 galos)

ns - não significativo (P >0,05); EP – erro padrão da média; CV – coeficiente de variação; Esteril – esterilização; Ext – extrusão;

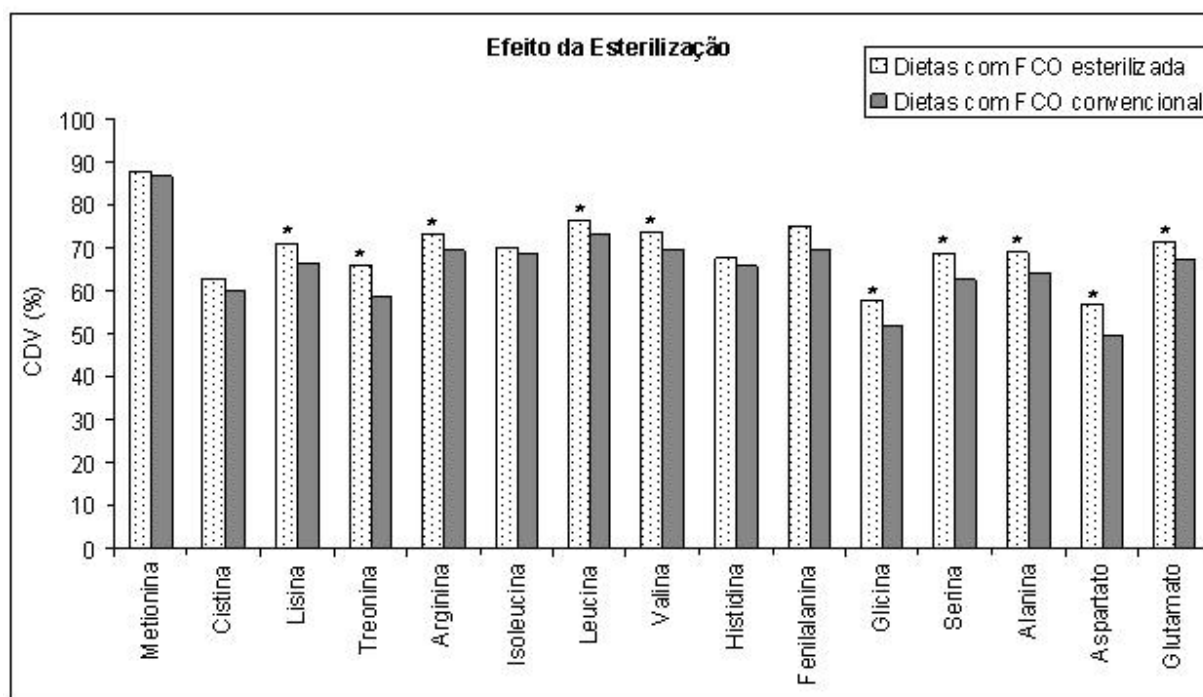


Figura 4. Coeficientes de digestibilidade verdadeiro (CDV) dos aminoácidos das dietas por galos cecectomizados considerando os efeitos da esterilização (* efeito de esterilização, $P < 0,05$).

V. DISCUSSÃO

As farinhas de carne e ossos utilizadas nesse estudo podem ser classificadas como “farinha de ossos e carne” segundo BUTOLO (2002), pois apresentavam cerca de 35% de proteína bruta e cerca de 50% de matéria mineral. Seu perfil aminoacídico foi próximo ao relatado por SHIRLEY & PARSONS (2001) em amostras de FCO com cerca de 60% de matéria mineral, onde foi verificado aumento das concentrações de glicina e redução de todos os aminoácidos essenciais e diversos não essenciais.

As pequenas diferenças de composição química observadas entre as duas FCO são normais no processo produtivo e, possivelmente, decorreram de diferenças nos tratamentos industriais aplicados às mesmas, especialmente quanto à prensagem para remoção da gordura do ingrediente. Como a fórmula das dietas foi a mesma, estas diferenças de composição das FCO se refletiram nos teores nutricionais das mesmas. DUST et al. (2004) relataram que, dependendo do ingrediente, um tratamento industrial mais severo (maior temperatura, pressão e tempo de retenção) pode reduzir sua concentração de proteína bruta, por volatilizar compostos nitrogenados ou por modificar nos aminoácidos a fração de nitrogênio, tornando-o não detectável pela análise de Kjeldahl. Fato este que não foi observado no presente estudo.

O aumento da densidade e a redução do índice de gelatinização do amido da dieta com FCO esterilizada e extrusada possivelmente decorreu da maior hidrólise do colágeno da FCO pelo processo de esterilização. O colágeno hidrolisado adquire aspecto de gelatina (BUTOLO, 2002) e tornou a FCO mais aglutinada, dificultando o processo de extrusão e propiciando valores menos favoráveis para estes parâmetros mensurados.

A maior ingestão de alguns princípios nutricionais (MS, MO e EEA), tanto pelos gatos quanto pelos cães que consumiram as dietas com FCO extrusada, devem-se basicamente à sua forma, textura e palatabilidade (EGANA et al., 1991). Assim, mesmo recebendo as mesmas quantidades das dietas, os animais alimentados com as dietas com FCO não extrusada, oferecidas na forma de farinha umedecida, deixaram mais

sobras e apresentaram menor consumo. Já as maiores ingestões de EEA e PB pelos cães alimentados com as dietas à base de FCO esterilizada refletem as maiores concentrações destes princípios nutricionais nestas dietas, associado a um consumo maior de MS que o verificado para as dietas com FCO não esterilizada. Para os gatos, a maior ingestão de EEA nas dietas com FCO esterilizada decorreu das diferenças nas concentrações deste princípio nutricional entre as dietas.

Cães e gatos alimentados com as dietas contendo FCO extrusada apresentaram aumento do teor de umidade das fezes. Isto pode ser explicado pela dificuldade de extrusão da dieta com FCO esterilizada, o que resultou em menor gelatinização do amido, justificando esta maior hidratação do bolo fecal. Além disso, para gatos a esterilização propiciou redução da quantidade de fezes produzidas por grama de alimento consumido na MS, o que reflete o maior aproveitamento das dietas compostas por este ingrediente.

Os resultados de digestibilidade aparente em cães e gatos e digestibilidade verdadeira de aminoácidos em galos cecectomizados obtidos no presente estudo indicam que o tratamento de esterilização da FCO se mostrou eficiente em aumentar a digestibilidade de dietas à base deste ingrediente para as três espécies, não tendo sido verificado efeito negativo da extrusão para nenhum parâmetro avaliado. Para gatos, o processo de extrusão foi ainda capaz de elevar a digestibilidade da proteína.

Em relação ao processo de esterilização, que ocorreu a 135°C na amostra empregada neste estudo, estes achados corroboram as observações feitas por KONDOS & McCLYMONT (1972), que não observaram redução da disponibilidade de aminoácidos de FCO processadas entre 121° C e 138° C, apesar disto ocorrer em temperaturas superiores a 138° C. Em relação ao processo de extrusão, JOHNSON et al (1998), ao empregarem cães e galos cecectomizados na avaliação de dietas para cães produzidas com FCO de diferentes qualidades, não demonstraram alterações da digestibilidade de aminoácidos da ração completa extrusada para cães em relação à digestibilidade do ingrediente puro, quando fornecido por ingestão forçada para galos. Apesar destes dados não terem sido submetidos à análise estatística pelos autores, sugerem que não houve perdas de biodisponibilidade pela extrusão. Da mesma forma, SHIRLEY & PARSONS (2000), embora tenham observado redução dos coeficientes de

digestibilidade verdadeiro dos aminoácidos com o aumento do tempo e pressão de processo da FCO, verificaram que essas reduções não foram significativas em amostras que já haviam passado pelo processo convencional de produção e submetidas a uma pressão de 3 bar durante 20 minutos, assim como no presente estudo.

Variações na composição química das farinhas de subprodutos animais estão bem relatadas (PARSONS et al., 1997; HENDRIKS et al., 2002; RAVINDRAN et al., 2002), bem como as variações em concentrações, disponibilidade e digestibilidade dos aminoácidos contidos nestes produtos (WANG & PARSONS, 1998; JOHNSON et al. 1998; RAVINDRAN et al., 2002). Embora diversos estudos tenham demonstrado que aumentos em tempo, temperatura e pressão em tratamentos industriais causem redução do seu valor nutricional, não está totalmente claro a partir de quais valores destes parâmetros pode ocorrer piora no aproveitamento destes ingredientes (KONDOS & McCLYMONT, 1972; BATTERHAM & DARNELL, 1986; WANG & PARSONS, 1998; JOHNSON et al. 1998; SHIRLEY & PARSONS, 2000). Além disso, outros fatores também devem ser considerados, como a concentração de proteína, gordura, aminoácidos e minerais, que também podem influenciar o aproveitamento destes ingredientes pelos animais (PARTANEN, 1994; PARSONS et al., 1997; RAVINDRAN et al., 2002).

A FCO utilizada no presente estudo era composta principalmente por ossos e, portanto, sua proteína oriunda basicamente do colágeno. O colágeno é deficiente na maioria dos aminoácidos essenciais, principalmente os aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), triptofano e isoleucina (WANG et al., 1997), sendo ainda pobremente digerido (RAVINDRAN et al., 2002).

Já os efeitos das quantidades de minerais sobre o aproveitamento protéico ainda não estão totalmente claros (SHIRLEY & PARSONS, 2001). Espera-se que o aumento dos minerais na FCO diminua a qualidade, digestibilidade e o valor biológico da sua proteína, devido à mudança do perfil aminoacídico do ingrediente, assim como relatado por RAVINDRAN et al. (2002). Entretanto, alguns autores (PARTANEN, 1994; JOHNSON & PARSONS, 1997; WANG & PARSONS, 1998), embora tenham verificado que a razão de eficiência protéica de FCO foi negativamente correlacionada com o seu

conteúdo de minerais, não observaram correlação entre a quantidade de minerais de FCO e a digestibilidade da PB ou de aminoácidos. Em estudo com cães, JOHNSON et al. (1998) verificaram, inclusive, maior digestibilidade de FCO com alta matéria mineral em relação à amostra com baixo teor destes nutrientes. De qualquer forma a elevação do teor de minerais dificulta a formulação de dietas equilibradas, elevando seu conteúdo em cálcio, fósforo e magnésio, reduzindo a digestibilidade da matéria seca do alimento e podendo levar ao ressecamento das fezes (CARCIOFI et al., 2006).

A maior parte dos coeficientes de digestibilidade verdadeiro dos aminoácidos verificados nos galos cecectomizados no presente estudo foram inferiores aos valores relatados em outros estudos com FCO (WANG & PARSONS, 1998; JOHNSON et al. 1998), com exceção da metionina e da cistina, cujos valores observados estão de acordo com os publicados por PARSONS et al. (1997). Entretanto, a qualidade nutricional, representada pela proporção proteína/matéria mineral, de todas as FCOs avaliadas nos estudos supracitados era melhor que a empregada no presente estudo. Desta forma, assim como discutido por RAVINDRAN et al. (2002), os baixos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos verificados para a FCO no presente estudo podem ser decorrentes dos altos teores de matéria mineral dos ingredientes utilizados.

No presente estudo os gatos se mostraram mais sensíveis às diferenças de tratamentos industriais aplicados à FCO que os cães. Isto pode dever-se pela menor capacidade digestiva dos gatos, como verificado no presente estudo e já demonstrado anteriormente por outros autores (KENDALL et al., 1982). Estes achados sugerem que tanto a qualidade dos ingredientes como do processo industrial empregado na produção de alimentos para felinos devem ser cuidadosamente considerados.

O maior incremento sérico de uréia nos cães propiciado pelas dietas contendo FCO esterilizada sugere que parte de seus aminoácidos podem ter sido indisponibilizados para a síntese protéica. Assim, esses aminoácidos depois de absorvidos podem ter sido deaminados e transformados em uréia para serem eliminados via urina (FORD & SHORROCK, 1971). Isto pode ter ocorrido por diferenças de digestibilidade de alguns aminoácidos, ou por maior indisponibilidade destes. A indisponibilidade dos aminoácidos decorre de danos a sua estrutura (isomerização,

formação de novas ligações peptídicas e reação de Maillard), causados por temperatura, tempo e pressão durante os tratamentos industriais (FORD & SHORROCK, 1971; SHIRLEY & PARSONS, 2000). No entanto, os dados isolados de incremento de uréia, não acompanhados por balanço de nitrogênio ou outros métodos mais específicos, não permitem conclusões sobre os efeitos de indisponibilidade ou redução da digestibilidade de aminoácidos específicos.

VI. CONCLUSÕES

O processamento da farinha de carne e ossos a 135°C e 3 bar por 20 minutos aumenta a digestibilidade aparente de diversos nutrientes de dietas baseadas neste ingrediente para cães e gatos e a digestibilidade verdadeira de aminoácidos para galos cecectomizados. O processo de extrusão não altera a digestibilidade dos nutrientes das dietas para cães e a digestibilidade dos aminoácidos para galos, mas eleva a digestibilidade da proteína da dieta para gatos. Os gatos se mostram mais sensíveis às diferenças de tratamento industriais aplicados à FCO que os cães.

VII. REFERÊNCIAS

- AOAC. Association of the Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16. Ed. Arlington, 1995.
- AAFCO. Association of American Feed Control Officials. **Dog and cat food substantiation methods**. Canada, 2004. 444 p.
- BATTERHAM, E. S.; DARNELL, R. E. Effect of pressure and temperature on the availability of lysine in meat and bone meal as determined by slope-ratio assays with growing pigs, rats and chicks and by chemical techniques. **Br. J. Nutr.**, v. 55, p. 441-453, 1986.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 1. Campinas: CBNA, 2002. 430 p.
- CARCIOFI, A. C. et al. Avaliação de fontes protéicas para a alimentação de cães. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 35. n. 3, p.754-760, 2006.
- DUST, J. M. et al. Extrusion conditions affect chemical composition and in vitro digestion of select food ingredients. **J. Agric. Food Chem.**, v. 52, p. 2989-2996, 2004.

EGANA, J. I.; LOPEZ, A.; QUEZADA, Q. The effect of extrusion on the acceptability and digestibility of diets for growing dogs. **Arch. Latinoam. Nutr.**, v. 41, n. 1, p. 111-120, 1991.

FORD, J. E.; SHORROCK, C. Metabolism of heat damaged proteins in rat. **Br. J. Nutr.**, v. 26, p. 311-322, 1971.

HENDRIKS, W. H. et al. Heat processing changes the protein quality of canned cat foods as measured with a rat bioassay. **J. Anim. Sci.**, v. 77, p. 669-676, 1999.

HENDRIKS, W. H. et al. Nutritional quality and variation of meat and bone meal.

Asian Australasian J. Anim. Sci., v.15, n.10, p. 1507-1516, 2002.

JONHSON, M. L.; PARSONS, C.M. Effects of raw material source, ash content, and assay length on protein efficiency ratio and net protein ratio values for animal protein meals. **Poult. Sci.**, v.76, p. 1722-1727, 1997.

JOHNSON, M. L. et al. Effects of species raw material source, ash content, and processing temperature on amino acid digestibility of animal by-products meals by cecectomized roosters and ileally cannulated dogs. **J. Anim. Sci.**, v.76, p. 1112-1122, 1998.

KENDALL, P. T.; HOLME, D. W.; SMITH, P. M. Comparative evaluation of net digestive and absorptive efficiency in dogs and cats fed a variety of contrasting diet types. **J. Small Anim. Prac.**, v. 23, p. 577-587, 1982.

KONDOS, A. C.; McCLYMONT, G. L. Nutritional evaluation of meat meals for poultry. **Aust. J. Agric. Res.**, v. 23, p. 913-922, 1972.

MOSTACHIO, G. Q. et al. The effects of anesthesia with a combination of intramuscular xylazine–diazepam–ketamine on heart rate, respiratory rate and cloacal temperature in roosters. **Vet. Anaest. Analg.**, v. 35, p. 232-236, 2008a.

MOSTACHIO, G. Q. et al. Typhlectomy in adult roosters: surgical and anesthetic consideration. **Ciênc. Anim. Bras.**, 2008b, no prelo.

MURRAY, S. M. et al. Raw and rendered animal by-products as ingredients in dog diets. **J. Anim. Sci.**, v. 75, p. 2497-2505, 1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient requirements of dogs**, Washington: National Academy Press, 1985, 95 p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient requirements of cats**, Washington: National Academy Press, 1986, 78 p.
- PARSONS, C. M.; CASTANON, F.; HAN, Y. Protein and amino acid quality of meal and bone meal. **Poult. Sci.**, v. 76, p. 361-368, 1997.
- PARTANEN, K. The effect of ash content on the nutritive value of meat and bone meal for growing pigs. **Acta Agric. Scand.**, v. 44, p. 152-159, 1994.
- POND, W. G.; CHURCH, D. C.; POND, K. R. **Basic animal nutrition and feeding**, 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 1995, 615 p.
- RAVINDRAN, V. et al. Amino acid digestibility of meat and bone meals for broiler chickens. **Aust. J. Agric. Res.**, v. 53, p. 1257-1264, 2002.
- RIAZ, M. N. Extrusion basics. In: KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. (eds). **Petfood Technology**. Illinois: Mt Morris, 2003. p. 347-360.
- SHIRLEY, R. B.; PARSONS, C. M. Effect of pressure processing on amino acids digestibility of meat and bone meal for poultry. **Poult. Sci.**, v. 79, p. 1775-1781, 2000.
- SHIRLEY, R. B.; PARSONS, C. M. Effect of ash content on protein quality of meat and bone meal. **Poult. Sci.**, v. 80, p. 626-632, 2001.
- SIBBALD, I. R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poult. Sci.**, v. 55, n.1, p. 303-308, 1976.
- TAYLOR, D. M. et al. Effect of rendering procedures on scrapie agent. **Vet. Rec.**, v. 141, p. 643-649, 1997.
- WANG, X.; PARSONS, C. M. Effect of raw material source, processing systems, and processing temperatures on amino acids digestibility of meat and bone meals. **Poult. Sci.**, v. 77, p. 834-841, 1998.
- WANG, X.; CASTANON, F.; PARSONS, C. M. Order of amino acid limitation in meat and bone meal. **Poult. Sci.**, v. 76, p. 54-58, 1997.
- WATSON, A. D. J.; CHURCH D. B.; FAIRBURN A. J. Postprandial changes in soro urea and creatinine in dogs. **Am. J. Vet. Res.**, v. 42, p. 1878-1880, 1981.
- WISEMAN, J. et al. The digestion and utilization of amino acids of heat-treated fish meal by growing/finishing pigs. **Anim. Prod.**, v. 53, p. 215-225, 1991.

CAPITULO 3- DIGESTIBILIDADE E ENERGIA METABOLIZÁVEL DE FONTES PROTÉICAS DE ORIGEM VEGETAL E ANIMAL PARA GATOS

RESUMO: Foi determinado para gatos, pelo método da substituição, a energia metabolizável e os nutrientes digestíveis da soja micronizada (SM), farelo de soja (FS), farelo de glúten de milho 60% (GM), farinha de carne e ossos (FCO) e farinha de vísceras de frango (FVF). Uma dieta referência foi formulada de acordo com as necessidades nutricionais de gatos adultos. Nas dietas teste, os ingredientes em estudo substituíram em 30% a dieta referência, com exceção da SM, para a qual se empregou 15% de substituição. Todas as dietas foram extrusadas. O estudo foi conduzido pelo método de coleta total de fezes e urina, empregando-se entre 7 e 12 gatos por dieta, totalizando 55 animais, em um delineamento em blocos casualizados. Verificou-se que a matéria seca digestível, matéria orgânica digestível, proteína digestível, extrato etéreo ácido digestível e a energia metabolizável foram, respectivamente de 48,7%, 43,1%, 30,8%, 9,3% e 2244 kcal/kg para a FCO, 64,7%, 63,0%, 41,5%, 2,7% e 2823 kcal/kg para o FS, 75,2%, 69,5%, 52,5%, 11,5% e 3629 kcal/kg para a FVF, 87,6%, 88,0%, 67,3%, 4,2% e 4549 kcal/kg para o GM e 84,0%, 82,2%, 35,8%, 18,4% e 3764 kcal/kg para a SM. O GM, FVF e SM foram os ingredientes com maior digestibilidade pelos gatos, sendo seu uso recomendado em alimentos para essa espécie. A FCO e FS devem ser incluídos em pequenas porcentagens em alimentos para felinos, já que podem reduzir a digestibilidade da MS da dieta e aumentar o volume fecal produzido.

Palavras-chave: farelo de soja, farinha de carne e ossos, farinha de vísceras de frango, farelo de glúten de milho, soja micronizada

I. INTRODUÇÃO

Carnívoros são exigentes quanto a quantidade e qualidade das proteínas utilizada em sua dieta, principalmente carnívoros estritos como os gatos (MORRIS, 2001). A eficiência de utilização protéica do alimento é determinada por fatores como teor de proteína, digestibilidade e composição ou perfil em aminoácidos essenciais biodisponíveis (CASE et al., 2000). Os principais pontos na avaliação da qualidade de um ingrediente protéico incluem digestibilidade e composição de aminoácidos, que definem seu valor biológico (POND et al., 1995); relação proteína/cinzas, que é estreita em ingredientes de origem animal e mais favorável nos ingredientes de origem vegetal (COWELL et al., 2000) e palatabilidade (CARCIOFI et al., 2006).

Para gatos são escassas as informações sobre ingredientes; os poucos experimentos conduzidos com a espécie compararam parâmetros urinários e de digestibilidade de dietas produzidas a partir de diferentes fontes de proteína (ZENTEK & SCHULZ, 2004; FUNABA et al., 2001; 2002; 2005), não havendo na literatura dados sobre aproveitamento de ingredientes. Informações sobre ingredientes geradas em cães são também muito escassas e têm aplicação restrita para gatos, pois felinos têm menor capacidade digestiva que cães, além de diversas diferenças metabólicas (KENDALL et al., 1982; MORRIS, 2001).

Dentre os poucos estudos realizados para essa espécie, farelo de glúten de milho 60%, farinha de carne, farinha de peixe e farinha de frango foram avaliados como ingredientes protéicos em dietas extrusadas (FUNABA et al., 2001; 2002; 2005). Apesar dos derivados da soja serem comumente incluídos em alimentos para gatos nos EUA (COURT & FREEMAN, 2002) e no Brasil, não foram encontrados estudos com estes ingredientes para felinos. Dessa forma, é importante se avaliar a

digestibilidade e qualidade nutricional de fontes protéicas empregadas nas formulações para gatos, a fim de que dados mais precisos sejam gerados e os alimentos possam ser mais bem formulados.

II. OBJETIVO

Determinar a energia metabolizável e os nutrientes digestíveis da soja micronizada, farelo de soja, farelo de glúten de milho 60%, farinha de carne e ossos e farinha de vísceras de frango para gatos, bem como o efeito desses ingredientes sobre a qualidade das fezes dessa espécie.

III. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Animais

Foram utilizados 72 gatos sem raça definida, com idade média de $1,5 \pm 0,86$ anos, castrados, machos e fêmeas, com peso corporal médio de $3,75 \pm 0,76$ kg. Os animais, procedentes do gatil do Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada” do Departamento de Clínica e Cirurgia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal, se apresentavam em boas condições corporais e clinicamente sadios. Todos os procedimentos com os animais foram aprovados pela Comissão de Ética e Bem Estar Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal (Anexo 3).

3.2 Ingredientes e Dietas

Uma Dieta Referência (DR) foi formulada de forma a atender as recomendações nutricionais de gatos adultos (AAFCO, 2004). Sua fórmula está apresentada na Tabela 1. Quatro dietas teste (DT) foram obtidas pela substituição de 30% da DR (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007), com base na matéria natural, por um dos seguintes ingredientes: farelo de soja 45%, farinha de vísceras de frango, farelo de glúten de milho 60%; farinha de carne e ossos. A quinta dieta teste foi obtida pela substituição de 15% da DR, com base na matéria natural, por soja micronizada. Esta menor inclusão de SM foi necessária em função da dificuldade de se extrusar a DR com 30% deste ingrediente.

As dietas experimentais foram moídas em moinho de martelo com peneira de 0,8 mm e extrusadas em condições idênticas de produção (Mab 400S, Extruder, Monte Alto, Brazil) na Fábrica de Rações da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Câmpus de Jaboticabal. O processo de extrusão das dietas foi controlado a cada 20 minutos pela aferição da densidade na saída da extrusora e, posteriormente, pelo índice de gelatinização das mesmas.

Tabela 1. Fórmula da dieta referência (DR).

INGREDIENTE	% (na MN)
Milho grão	33,77
Farinha de Visceras de Frango	21,80
Quirera de arroz	20,47
Farelo de glúten de milho 60%	12,51
Gordura de Aves	5,10
Casca de soja	2,79
Levedura de Cervejaria 40%	2,00
Cloreto de Potássio	0,46
Sal comum	0,35
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,20
Taurina	0,20
Cloreto de colina 60%	0,20
Antifúngico ²	0,10
Antioxidante ³	0,05

¹ Fornecimento dos seguintes nutrientes por kg de dieta: 18.000UI vitamina A; 1.000UI vitamina D₃; 200mg vitamina E; 120mg ferro; 15mg cobre; 10mg magnésio; 150mg zinco; 2mg iodo; 0,2mg selênio; 8mg tiamina; 10mg riboflavina; 50mg ácido pantotênico; 75mg niacina; 6mg vitamina B₆; 0,30mg ácido fólico; 0,1mg vitamina B₁₂.

² Moldzap. Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda, Curitiba-PR, Brasil. Composição: propionato de amônio, propanodiol, ácido propiônico, ácido acético, ácido láctico, ácido ascórbico, ácido sórbico, ácido fórmico, sorbato de potássio, veículo q.s.p.

³ Banox. Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda, Curitiba-PR, Brasil. Composição: galato de propila, BHA, BHT, etoxiquim.

3.3 Protocolo experimental

O ensaio de digestibilidade foi conduzido pelo método de colheita total de fezes e urina, considerando-se as recomendações da AAFCO (2004). A dieta foi oferecida por um período de adaptação de 5 dias, seguidos de 7 dias de colheita. Durante todo o experimento os gatos permaneceram em gaiolas de metabolismo individuais, medindo 70cm x 80cm x 70cm, equipadas com aparatos para coleta separada de fezes e urina. Os gatos foram escovados diariamente durante todo o ensaio.

O alimento foi oferecido às 8h, em quantidade suficiente para atender a demanda energética de manutenção do animal, preconizada pelo NRC (1986). A estimativa da EM das dietas foi feito segundo os fatores de Atwater modificado para cálculo da quantidade de alimento a ser oferecida por dia. Antes da refeição subsequente as sobras de alimento eram recolhidas e pesadas, sendo calculado o consumo. A água foi fornecida *ad libitum*. As fezes foram colhidas duas vezes ao dia, pesadas e acondicionadas em recipientes apropriados em freezer (-15°C). A urina também foi recolhida duas vezes ao dia, em recipientes plásticos colocados sob o funil coletor da gaiola, contendo 1 mL de ácido sulfúrico 1mEq/L. Logo após cada coleta foi mensurado o volume de urina produzido sendo estas então armazenadas em garrafas plásticas identificadas e mantidas em freezer (-15°C) até a realização das análises laboratoriais.

Também foi realizada análise quantitativa e qualitativa das fezes produzidas. A análise quantitativa foi feita pela mensuração da produção fecal em relação à quantidade de ração ingerida pelo animal. Já a análise qualitativa foi baseada em escore fecal, no qual foram atribuídas notas de 0 a 5 às fezes sendo: 0 = fezes líquidas; 1 = fezes pastosas e sem forma; 2 = fezes macias, mal formadas e que assumem o formato do recipiente de colheita; 3 = fezes macias, formadas e úmidas, que marcam o piso; 4 = fezes bem formadas e consistentes e que não aderem ao piso; 5 = fezes bem formadas, duras e secas.

3.4 Análises laboratoriais

Ao final do experimento as fezes dos gatos foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas de maneira a compor uma única amostra por animal e secas em estufa de ventilação forçada à 55°C por 72 horas, a fim de promover sua pré-secagem. As amostras de fezes pré-secas, ingredientes e dietas foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 1 mm e encaminhadas ao Laboratório de Análises de Alimentos do Departamento de Zootecnia (LANA).

As amostras de urina após serem descongeladas e homogeneizadas, foram colocadas em placas de petri num total de 90 mL por amostra e mantidas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, para sua pré-secagem. O resíduo obtido foi pesado e mantido em potes hermeticamente fechados até as análises. Para a análise de energia bruta das amostras de urina pré-secas, foram utilizadas cápsulas de gelatina.

As análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo em hidrólise ácida (EEA), fibra bruta, minerais (cálcio, fósforo, sódio, enxofre, potássio, zinco, cobre, manganês, ferro, magnésio e cloro) e índice de gelatinização do amido foram conduzidas segundo procedimentos da AOAC (1995). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica (modelo 1261, Parr Instrument Company, Moline, IL, USA). A análise de aminoácidos foi realizada por cromatografia por troca iônica com derivação pós-coluna de ninidrina (HITACH L8500 A), de acordo com a metodologia recomendada pela Commission Directive 98/64/EC, na Degussa Alemanha. Todas as análises foram conduzidas em duplicata, sendo repetidas quando variaram mais de 5%.

3.5 Cálculos e análises estatísticas

Com base nos resultados laboratoriais obtidos foram calculados, para as dietas, os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e energia metabolizável (POND et al., 1995). O cálculo da digestibilidade aparente e da energia metabolizável de cada ingrediente protéico foi realizado utilizando o método da substituição, ou método da diferença, cuja equação proposta por MATTERSON et al. (1965) e SAKOMURA & ROSTAGNO (2007) está abaixo descrita. Para o cálculo, a porcentagem de inclusão do ingrediente foi corrigida para a matéria seca.

$$\text{CDap} = \text{CD(RR)} + \frac{\text{CD(DT)} - \text{CD(DR)}}{\% \text{Subst}/100}$$

Onde:

CDap = Coeficiente de digestibilidade aparente ou energia metabolizável do ingrediente;

CD (DR) = Coeficiente de digestibilidade aparente ou energia metabolizável da dieta referência;

CD (DT) = Coeficiente de digestibilidade aparente ou energia metabolizável da dieta teste;

% Subst. = Percentual de substituição da RR pelo ingrediente teste, sobre a matéria seca.

A partir dos valores de composição química na matéria seca e dos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes, foram calculados os valores de nutrientes digestíveis pela seguinte fórmula:

$$\text{ND (\%)} = (\text{N}/100) \times \text{CDnutri}$$

Onde:

ND – Nutriente digestível (%)

N – Nutriente na matéria seca (%)

CDnutri – Coeficiente de digestibilidade do nutriente (%)

Foi utilizado um delineamento em blocos casualizados, com dados desbalanceados. O experimento foi conduzido em três etapas, com 24 animais cada (4 animais por dieta; 6 dietas), sendo cada etapa um bloco. Foram utilizadas 12 repetições (gatos) por dieta, totalizando 72 gatos. No entanto, por motivos variados, apenas 55 animais completaram o estudo tendo cada dieta entre 7 e 12 repetições. Os dados foram analisados usando os procedimentos do General Linear Model do SAS (Version 8, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). A unidade experimental foi um gato, no modelo da soma dos quadrados os efeitos foram separados em dieta, período e animal. Quando diferenças significativas ($P < 0,05$) foram detectadas pelo teste F da ANOVA, comparações múltiplas foram realizadas pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$), sendo todos os resíduos testados quanto à sua normalidade.

IV. RESULTADOS

A composição química dos ingredientes protéicos avaliados encontra-se na Tabela 2 e a das dietas experimentais na Tabela 3. Observa-se pela Tabela 2 que os ingredientes avaliados possuíram composição química distinta entre eles, principalmente no seu conteúdo de proteína, gordura, fibras e matéria mineral. Dessa forma, a substituição de 30% ou 15% da DR por um dos ingredientes teste produziu dietas com composições químicas também diferentes entre si (Tabela 3). Apesar de terem ocorrido diferenças entre dietas, verificou-se que todas apresentaram adequada gelatinização do amido e densidade, indicando adequado processamento das mesmas. Inicialmente foram distribuídos 12 animais por dieta. Entretanto, vários animais tiveram que ser retirados do experimento por motivos variados, como não ingerir o alimento, apresentar episódios de diarreia ou vômito, de maneira que somente 55 animais completaram o ensaio.

O consumo de matéria seca e os coeficientes de digestibilidade das dietas encontram-se na Tabela 4. Não houve diferenças em relação ao peso dos animais entre os tratamentos ($P>0,05$) e nem quanto à ingestão de matéria seca ($P>0,05$). Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes e a EM das dietas não foram analisados estatisticamente devido as diferença na composição química das rações e por este não ser o objetivo do experimento.

As dietas com FVF e FCO propiciaram maiores escores fecais que as dietas com FS e a DR ($P<0,05$). A produção de fezes na matéria úmida foi maior mediante consumo da dieta com FS e menor para a dieta com FVF ($P<0,05$). Já na base seca, a quantidade de fezes produzidas foi maior para a dieta com FCO, seguida pela dieta com FS ($P<0,05$), tendo a dieta com GM propiciado a menor produção fecal ($P<0,05$) (Tabela 4).

Os coeficientes de digestibilidade aparente, nutrientes digestíveis e energia metabolizável dos ingredientes encontram-se na Tabela 5.

Tabela 2. Composição química analisada dos ingredientes protéicos avaliados¹.

Nutriente	Ingredientes				
	FCO	FS	FVF	GM	SM
Matéria seca (%)	93,51	88,71	94,33	90,45	95,88
	Valores sobre a matéria seca				
Matéria mineral (%)	49,15	6,19	25,06	1,44	4,77
Proteína bruta (%)	37,98	51,67	57,39	70,44	41,50
Extrato etéreo ácido (%)	13,16	3,65	13,96	6,11	24,95
Fibra bruta (%)	1,51	7,03	1,44	1,61	2,45
Extrativos não nitrogenados (%)	0,00	31,46	2,16	20,40	26,34
Energia bruta (kcal/kg)	2980	4748	4426	5909	5532
Cálcio (%)	31,69	0,34	5,13	0,01	0,13
Fósforo (%)	8,24	0,70	2,70	0,52	0,55
Potássio (%)	0,16	2,42	0,65	0,14	1,79
Magnésio (%)	0,33	0,34	0,40	0,06	0,25
Sódio (%)	1,22	0,0034	1,90	0,017	0,0083
Enxofre (%)	0,18	0,33	0,18	0,17	0,35
Cobre (mg/kg)	2,12	15,78	21,20	11,06	10,43
Ferro (mg/kg)	104,03	231,09	1802,18	151,46	45,89
Manganês (mg/kg)	2,12	36,07	34,98	4,42	21,90
Zinco (mg/kg)	76,43	51,85	99,65	36,48	41,72
Cloro (%)	0,28	0,04	0,51	0,001	0,025
Aminoácido (%)					
Aspartato	2,96	5,47	5,36	3,84	4,4
Alanina	2,68	2,03	4,69	5,35	1,64
Arginina	2,18	3,42	2,63	1,61	2,83
Cistina	0,13	0,65	0,89	1,01	0,51
Fenilalanina	0,98	2,38	1,96	3,38	1,95
Glicina	6,65	1,99	6,41	1,43	1,58
Glutamato	3,71	8,42	8,95	15,29	6,97
Histidina	0,46	1,29	0,99	1,07	1,04
Isoleucina	0,65	2,02	2,19	2,28	1,59
Leucina	1,5	3,49	3,93	9,91	2,86
Lisina	1,43	2,9	3,17	0,99	2,29
Metionina	0,33	0,55	0,88	0,94	0,46
Prolina	-	2,64	4,1	5,14	2,14
Treonina	0,73	1,81	2,64	2,16	1,47
Valina	1,03	2,07	2,8	2,45	1,7

¹ n = 2; CV < 5%

FCO- farinha de carne e ossos; FS- farelo de soja; FVF- farinha de vísceras de frango; GM- farelo de glúten de milho 60%; SM- soja micronizada;

Tabela 3. Composição química analisada das dietas experimentais¹.

Item	Dietas					
	DR	FS	SM	GM	FVF	FCO
Matéria seca (%)	93,8	93,0	93,1	93,9	93,2	94,8
	Valores sobre a matéria seca					
Matéria mineral (%)	8,5	7,6	8,2	6,3	13,1	20,7
Matéria orgânica (%)	91,5	92,4	91,7	93,7	86,9	79,3
Proteína bruta (%)	28,8	35,6	32,0	40,9	38,1	31,5
Extrato etéreo ácido (%)	11,8	9,8	10,3	9,2	10,7	11,0
Fibra bruta (%)	2,4	3,6	2,6	2,4	2,4	4,3
Extrativos não nitrogenados (%)	48,5	43,3	47,6	41,2	35,7	32,5
Energia bruta (kcal/kg)	4764	4713	4792	5050	4638	4172
Parâmetros de processo						
Gelatinização do amido(%)	80,0	87,8	91,3	80,6	79,1	77,9
Densidade (g/L)	441	373	453	380	390	350

¹ n=4; CV<5%

DR- dieta referência; FS- farelo de soja; SM- soja micronizada; GM- farelo de glúten de milho 60%; FVF- farinha de vísceras de frango; FCO- farinha de carne e ossos

Tabela 4. Peso corporal, ingestão de matéria seca (MS), coeficientes de digestibilidade dos princípios nutricionais e características fecais dos gatos mediante consumo das dietas experimentais.

Item	Dietas						EP	CV
	DR	FCO	FS	FVF	GM	SM		
Número de animais	12	7	10	9	9	8	-	-
Peso (kg)	3,7 ^a	3,7 ^a	3,6 ^a	4,1 ^a	3,5 ^a	3,8 ^a	0,11	22,7
Ingestão MS (g/dia)	45,4 ^a	46,5 ^a	41,1 ^a	47,4 ^a	39,7 ^a	44,1 ^a	1,42	24,2
Coeficientes de Digestibilidade Aparente ¹ (%)								
Matéria seca	74,7	66,4	71,4	74,9	79,0	76,3	0,55	2,4
Matéria orgânica	79,0	80,9	75,0	83,4	82,4	80,2	0,43	2,1
Proteína bruta	76,9	78,3	78,1	81,6	83,1	78,4	0,40	2,5
Extrato etéreo ácido	85,9	81,1	82,2	84,7	80,1	84,0	0,48	3,7
Energia bruta	80,1	82,0	76,2	84,0	83,2	81,0	0,41	2,0
ENN	81,7	88,1	77,3	88,7	85,8	83,9	0,64	3,3
EM (kcal/kg MS)	3595	3162	3334	3606	3912	3622	34,7	3,6
Características Fecais								
Escore	2,7 ^c	4,1 ^a	2,8 ^c	3,5 ^{ab}	3,2 ^{bc}	2,9 ^{bc}	0,09	15,8
MS fecal (%)	33,3 ^b	47,1 ^a	30,3 ^b	43,6 ^a	33,6 ^b	32,0 ^b	1,00	12,9
g fezes/ g alimento	0,72 ^b	0,68 ^{bc}	0,90 ^a	0,54 ^c	0,59 ^{bc}	0,69 ^b	0,02	15,5
g fezes MS/g alimento MS	0,25 ^c	0,33 ^a	0,28 ^b	0,25 ^c	0,20 ^d	0,23 ^c	0,01	7,0

¹ Dados não analisados estatisticamente

^{a, b, c, d} Médias na mesma linha sem uma letra em comum são diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05).

ENN- extrativos não nitrogenados; DR- dieta referência; FCO- farinha de carne e ossos; FS- farelo de soja; FVF- farinha de vísceras de frango; GM- farelo de glúten de milho 60%; SM- soja micronizada; EP - erro padrão da média

Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade aparente dos princípios nutricionais, nutrientes digestíveis e energia metabolizável de ingredientes protéicos extrusados para gatos.

Item ¹	Ingrediente					EP	CV
	FCO	FS	FVF	GM	SM		
n	7	10	9	9	8	-	-
Coeficientes de Digestibilidade Aparente (%)							
Matéria seca	48,7 ^d	64,7 ^c	75,2 ^b	87,6 ^a	84,0 ^a	2,23	8,1
Matéria orgânica	84,8 ^a	67,2 ^b	92,8 ^a	89,3 ^a	86,3 ^a	1,71	7,5
Proteína bruta	81,1 ^c	80,3 ^c	91,5 ^{ab}	95,5 ^a	86,2 ^{bc}	1,28	7,08
Extrato etéreo ácido	70,9 ^{ab}	75,1 ^{ab}	82,4 ^a	68,6 ^b	73,8 ^{ab}	1,44	11,6
Energia bruta	86,1 ^a	68,4 ^b	92,5 ^a	89,3 ^a	85,6 ^a	1,60	6,9
Extrativos não nitrogenados	101,6 ^a	68,9 ^b	103,6 ^a	94,3 ^a	96,0 ^a	2,66	13,0
Nutrientes digestíveis ¹ (% sobre a MS)							
Matéria seca digestível	48,7	64,7	75,2	87,6	84,0	2,10	9,0
Matéria orgânica digestível	43,1	63,0	69,5	88,0	82,2	1,82	7,3
Proteína digestível	30,8	41,5	52,5	67,3	35,8	1,38	7,1
Extrato etéreo ácido digestível	9,3	2,7	11,5	4,2	18,4	1,34	11,8
ENN digestíveis	0,0	21,7	2,2	19,2	25,3	2,70	12,9
EM (kcal/kg MS)	2244	2823	3629	4549	3764	141,2	14,3

¹ Dados não analisados estatisticamente

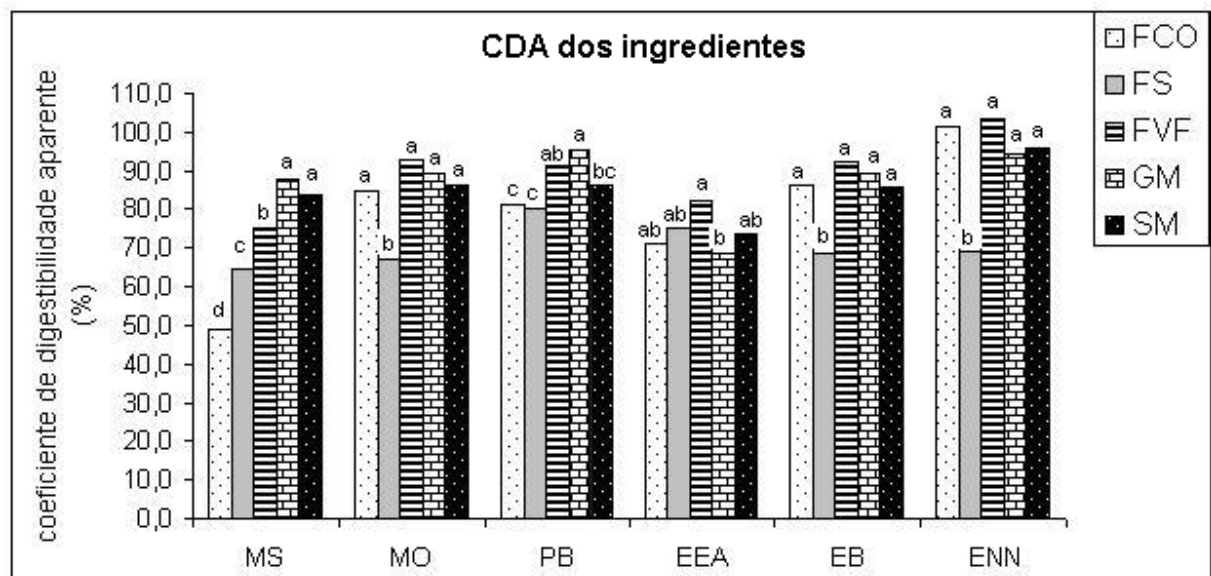
a, b, c, d Médias mesma linha sem uma letra em comum são diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05).

ENN – extrativos não nitrogenados; EM – energia metabolizável; FCO- farinha de carne e ossos; FS- farelo de soja; FVF- farinha de vísceras de frango; GM- farelo de glúten de milho; SM- soja micronizada; EP – erro padrão da média; CV- coeficiente de variação;

O GM e a SM foram os ingredientes protéicos com maior CDA da MS pelos gatos (P>0,05), enquanto a FCO e o FS foram os menores (P<0,05). Os CDA da MO, EB e ENN foram menores para o FS (P<0,05). Em relação ao CDA da PB, a FVF e o GM apresentaram maiores resultados que FCO e FS (P<0,05), sendo o CDA da PB do GM também maior que o da SM. Para o EEA, FVF apresentou maior CDA que o GM (P<0,05). Estes dados estão ilustrados na Figura 1.

Ainda pela Tabela 5 verifica-se que o GM e a SM foram os ingredientes com maiores teores de matéria seca e matéria orgânica digestíveis pelos gatos, enquanto a FCO e o FS apresentaram as menores quantidades. Para a proteína digestível, GM

seguido de FVF apresentaram maiores quantidades que os demais ingredientes. A FCO e a FVF apresentaram valores insignificantes de extrativos não nitrogenados digestíveis. Quanto ao extrato etéreo ácido digestível, SM seguido de FVF foram os que forneceram maiores quantidades dentre os ingredientes avaliados. A EM do GM foi a maior dentre as fontes protéicas, seguido por SM e FVF, enquanto FCO e FS foram os ingredientes com menores valores de EM.



a, b, c, d Médias sem uma letra em comum são diferentes pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

FCO- farinha de carne e ossos; FS- farelo de soja; FVF- farinha de vísceras de frango; GM- farelo de glúten de milho 60%; SM- soja micronizada; MS – matéria seca; MO – matéria orgânica; PB – proteína bruta; EEA – extrato etéreo ácido; EB- energia bruta; ENN – extrativos não nitrogenados.

Figura 1. Coeficientes de digestibilidade aparente dos princípios nutricionais de ingredientes protéicos extrusados para gatos.

V. DISCUSSÃO

Verificaram-se diferenças no aproveitamento das fontes de proteína em estudo. De maneira geral os CDA dos nutrientes foram maiores para GM, FVF e SM e menores para FCO e FS. Estudos sobre o valor nutricional de ingredientes são comuns em animais de produção, mas escassos para animais de companhia. O método da diferença ou da substituição proposto por MATTERSON et al. (1965) e SAKOMURA & ROSTAGNO (2007) é amplamente utilizado para aves e suínos, entretanto, poucos experimentos o empregaram para ingredientes extrusados para cães (MOORE et al., 1980; SÁ-FORTES, 2005; CAVALARI et al., 2006), apesar deste método ter sido validado para a espécie (KENDALL & HOLME, 1982). Para gatos não foram localizados dados publicados na literatura científica.

Estudos sobre o valor nutricional da soja e seus subprodutos para gatos não foram encontrados na literatura, mesmo sendo constatado que este ingrediente faz parte da composição de grande parte dos alimentos para felinos disponíveis no mercado mundial (COURT & FREEMAN, 2002; FAHEY, 2007). O FS contém fibras e oligossacarídeos indigestíveis, principalmente a stachyose e a rafinose, que não podem ser digeridas no trato digestório de aves, cães e, provavelmente, outros carnívoros como os felinos, em decorrência dessas espécies não produzirem a enzima α -1,6-galactosidase pela mucosa intestinal (ZUO et al., 1996; BUTOLO, 2002). A adsorção de aminoácidos e peptídeos pelas fibras alimentares também dificulta a atividade enzimática e os oligossacarídeos podem aumentar a viscosidade da digesta no intestino delgado, dificultando a digestão e a absorção dos nutrientes, inclusive aumentando a taxa de passagem intestinal (COON et al., 1990; GRIESHOP & FAHEY, 1990; ZUO et al., 1996; SILVIO et al., 2000; BUTOLO, 2002; YAMKA et al., 2003). Além disso, como esses oligossacarídeos chegam intactos ao intestino grosso, são fermentados pela microbiota intestinal formando compostos como CO₂, H₂, CH₄, ácidos graxos de cadeia curta e nitrogênio bacteriano, aumentando com isso a incidência de flatulência e a umidade das fezes (GRIESHOP & FAHEY, 1990; SILVIO et al., 2000; YAMKA et al.,

2003). No presente estudo observou-se que a dieta com FS propiciou a produção de fezes mais úmidas e em maiores quantidades que as demais dietas avaliadas, além de menores coeficientes de digestibilidade dos princípios nutricionais e EM, sugerindo que para gatos os efeitos causados pelas fibras e oligossacarídeos do FS sejam semelhantes aos observados para aves e cães.

Entretanto, outro derivado da soja, a SM, foi bem digerida pelos gatos, com CDA dos princípios nutricionais e EM próximos aos observados para FVF e GM. Este ingrediente apresenta em sua composição química menores quantidades de fibras, decorrente da remoção da casca da soja durante sua produção. Além disso, a redução de suas partículas durante a micronização aumenta sua solubilidade e reduz fatores anti-nutricionais (MATEOS et al., 2005). Por fim, esta apresenta elevado teor de gordura, aumentando seu valor energético. O CDA da PB (86%) deste ingrediente, no entanto, não foi tão elevado quanto os observados para GM e FVF (>91%).

O GM foi um ingrediente com elevados CDA dos nutrientes pelos gatos. Apenas o CDA do EEA foi mais baixo, o que provavelmente se deve à sua reduzida quantidade no ingrediente, levando à diminuição da quantidade de gordura da dieta experimental. Comparações entre GM e farinha de peixe (FUNABA et al., 2001), GM e farinha de carne bovina (FUNABA et al., 2002) e GM e farinha de carne frango e farinha de carne bovina (FUNABA et al., 2005) foram realizadas. Em todos estes estudos o CDA da MS das dietas que continham cerca de 35% de GM variou entre 72% a 78%, próximo ao observado no presente estudo (79%). Estes pesquisadores verificaram que o GM apresentou valor nutricional e efeito acidificante urinário comparável à farinha de peixe. Ainda de acordo com estes estudos, as dietas baseadas em GM apresentaram menores CDA que a dieta com farinha de carne bovina e resultados semelhantes à dieta com carne de frango, embora o GM tenha propiciado melhores resultados em relação às características urinárias dos gatos (pH ácido, menor quantidade de cristais de estruvita).

Reduzidos CDA da PB e MS foram verificados para a FCO no presente estudo, concordando com RAVIDRAN et al. (2002) para frangos. A dieta com FCO resultou, também, na produção de fezes mais secas e em maior quantidade que as demais. Desta forma, os dados aqui obtidos indicam que mesmo se tratando de um alimento de

origem animal, não é um ingrediente de alto aproveitamento para gatos. A FCO empregada no presente estudo apresentou elevado teor de matéria mineral, indicando grande quantidade de ossos em sua composição e parte importante de proteína proveniente do colágeno ósseo. Variações na composição química das farinhas de subprodutos animais, bem como na disponibilidade e digestibilidade de seus aminoácidos são freqüentemente relatadas (WANG & PARSONS, 1998; JOHNSON et al., 1998; RAVINDRAN et al., 2002). Os efeitos das quantidades de minerais sobre o aproveitamento da dieta como um todo e da proteína, por outro lado, ainda não estão totalmente claros (SHIRLEY & PARSONS, 2001), principalmente para gatos, para os quais estudos sobre ingredientes são escassos. Acredita-se que o aumento dos minerais na FCO diminua a qualidade, digestibilidade e o valor biológico da sua proteína, devido à mudança do perfil aminoacídico do ingrediente (RAVINDRAN et al., 2002). Entretanto, alguns autores (JOHNSON & PARSONS, 1997; JOHNSON et al., 1998; WANG & PARSONS, 1998) não observaram correlação entre a quantidade de minerais de FCO e a digestibilidade da PB ou de aminoácidos para cães ou aves.

Por fim, a FVF apresentou elevados CDA dos nutrientes, mesmo considerando-se que a FVF utilizada no presente estudo tenha apresentado menores concentrações de proteína e aminoácidos e maior concentração de matéria mineral que as farinhas de subprodutos de frango classificadas como “high ash” por outros autores (JOHNSON & PARSONS, 1997; MURRAY et al., 1997; JOHNSON et al., 1998).

Na interpretação dos resultados da presente pesquisa deve-se considerar, também, o efeito da extrusão sobre a digestibilidade dos ingredientes. Sabe-se que, dependendo da composição química do alimento, o processo de extrusão pode alterar não somente as concentrações de proteína bruta, aminoácidos, fibras e amido dos alimentos, como também produzir novas ligações entre os nutrientes, decorrentes da reação de Maillard, da formação de novas ligações peptídicas e da redução de açúcares, entre outras (SERRANO, 1997; DUST et al., 2004). Essas interações entre ingredientes e nutrientes podem gerar resultados menos fidedignos, dificultando interpretações decorrentes do uso do método da substituição (KIENZLE et al., 2002). Entretanto, estes efeitos ainda não foram adequadamente estudados.

VI. CONCLUSÕES

Os dados obtidos indicam que GM, FVF e SM são ingredientes bem aproveitados pelos gatos, sendo seu uso recomendado em alimentos para essa espécie. Em contrapartida, FCO e FS devem ser incluídos em pequenas porcentagens em alimentos para felinos, já que podem reduzir a digestibilidade da MS da dieta e aumentar o volume fecal produzido.

VII. REFERÊNCIAS

- AOAC. Association of the Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16. Ed. Arlington, 1995.
- AAFCO. Association of American Feed Control Officials. **Dog and cat food substantiation methods**. Canada, 2004. 444 p.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 1. Campinas: CBNA, 2002. 430 p.
- CARCIOFI, A. C. et al. Avaliação de fontes protéicas para a alimentação de cães. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 35. n. 3, p.754-760, 2006.
- CASE, L. P. et al. **Canine and feline nutrition**: a resource for companion animal professionals. 2. ed. St. Louis: Mosby, 2000. p. 71-73, 105-107, 174-178.
- CAVALARI, A. P. M. et al. Determinação do valor nutritivo de alimentos energéticos e protéicos utilizados em rações para cães adultos. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 35. n. 5, p.1985-1991, 2006.
- COON, C. N. et al. Effect of oligosaccharide-free soyabean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters. **Poult. Sci.**, v. 69, p. 787-793, 1990.
- COURT, M. H.; FREEMAN, L. M. Identification and concentration of soy isoflavones in commercial cat foods. **Am. J. Vet. Res.**, v. 63, n. 2, p. 181-185, 2002.

- COWELL, C. S. et al. Making commercial pet foods. In: HAND, M. S. et al. (Eds). **Small animal clinical nutrition**. 4. ed. Kansas: Mark Morris Institute, 2000. p. 127-146.
- DUST, J. M. et al. Extrusion conditions affect chemical composition and in vitro digestion of select food ingredients. **J. Agric. Food Chem.**, v. 52, p. 2989-2996, 2004.
- FAHEY Jr., G. C. **Soybean use – companion animals. Fact sheet**. Disponível em: www.soymeal.org/pdf/domesticpets.pdf. Acesso em: 11 nov. 2007.
- FUNABA, M. et al. Fish meal vs. corn gluten meal as a protein source for dry cat food. **J. Vet. Med. Sci.**, v. 63, n. 12, p. 1355-1357, 2001.
- FUNABA, M. et al. Comparison of corn gluten meal and meat meal as a protein source in dry foods formulated for cats. **Am. J. Vet. Res.**, v. 63, n. 9, p. 1247-1251, 2002.
- FUNABA, M. et al. Evaluation of meat meal, chicken meal, and corn gluten meal as dietary sources of protein in dry cat food. **Can. J. Vet. Res.**, v. 69, p. 299-304, 2005.
- GRIESHOP, C. M.; FAHEY Jr, G. C. The role of soy in companion animal nutrition. In: **Soy in Animal Nutrition**. Savoy. 1990. Federation of Animal Sciences. p. 171-181.
- JONHSON, M. L.; PARSONS, C. M. Effects of raw material source, ash content, and assay length on protein efficiency ratio and net protein ratio values for animal protein meals. **Poult. Sci.**, v.76, p. 1722-1727, 1997.
- JOHNSON, M. L. et al. Effects of species raw material source, ash content, and processing temperature on amino acid digestibility of animal by-products meals by cecectomized roosters and ileally cannulated dogs. **J. Anim. Sci**, v.76, p. 1112-1122, 1998.
- KENDALL, P. T.; HOLME, D. W. Studies on the digestibility of soya bean products, cereals, cereal and plant by-products in diets of dogs. **J. Sci. Food Agric.**, v. 33, p. 813-822, 1982.
- KENDALL, P. T.; HOLME, D. W.; SMITH, P. M. Comparative evaluation of net digestive and absorptive efficiency in dogs and cats fed a variety of contrasting diet types. **J. Small Anim. Prac.**, v. 23, p. 577-587, 1982.
- KIENZLE, E.; FEHRLE, S.; OPITZ, B. Interactions between the apparent energy and nutrient digestibilities of a concentrate mixture and roughages in horses. **J. Nutr.**, v. 132, p. 1778S-1780S, 2002.

- MATEOS, G. C.; LATORRE, M. A.; LÁZARO, R. **Procesamiento del haba de soja**. Madrid: American Soybean Association (ASA). Departamento de Producción Animal, 45 p. Disponível em: <www.asa-europe.org/pdf/processsb_s.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2005.
- MATTERSON, L. D. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Res. Report**, v. 7, n. 1, p. 3-11, 1965.
- MOORE, M. L. et al. Utilization of corn-soybean meal-substituted diets by dogs. **J. Anim. Sci.**, v. 50, n. 5, p. 892-896, 1980.
- MORRIS, J. G. Unique nutrient requirements of cats appear to be diet-induced evolutionary adaptations. **Recent Adv. Anim. Nutr.**, v. 13, p. 187-194, 2001.
- MURRAY, S. M. et al. Raw and rendered animal by-products as ingredients in dog diets. **J. Anim. Sci**, v. 75, p. 2497-2505, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient requirements of cats**, Washington: National Academy Press, 1986, 78 p.
- POND, W. G.; CHURCH, D. C.; POND, K. R. **Basic animal nutrition and feeding**, 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 1995, 615 p.
- RAVINDRAN, V. et al. Amino acid digestibility of meat and bone meals for broiler chickens. **Aust. J. Agric. Res.**, v. 53, p. 1257-1264, 2002.
- SÁ-FORTES, C. M. L. **Valor nutricional de ingredientes energéticos e protéicos para cães**. 2005. P. 44-71. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.
- SERRANO, X. The extrusion-cooking process in animal feeding. Nutricional implications. In: MORAND-FEHR, P. (Ed.) **Feed manufacturing in Southern Europe: New challenges**. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 1997. p. 107-114. Disponível em: <essources.ciheam.org/om/pdf/c26/97605976.pdf>. Acessado em: 15 maio 2006.
- SHIRLEY, R. B.; PARSONS, C. M. Effect of ash content on protein quality of meat and bone meal. **Poult. Sci.**, v. 80, p. 626-632, 2001.
- SILVIO, J. et al. Influence of fiber fermentability on nutrient digestion in the dog. **J. Nutr.**, v. 16, p. 289-295, 2000.

WANG, X.; PARSONS, C. M. Effect of raw material source, processing systems, and processing temperatures on amino acids digestibility of meat and bone meals. **Poult. Sci.**, v. 77, p. 834-841, 1998.

YAMKA, R. M. et al. Evaluation of soybean meal as a protein source in canine foods. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.109, p.121-132, 2003.

ZENTEK, J.; SCHULZ, A. Urinary composition of cats is affected by the source of dietary protein. **J. Nutr.**, v. 134, p. 2162S-2165S, 2004

ZUO, Y. et al. Digestion responses to low oligosaccharide soybean meal by ileally-cannulated dogs. **J. Anim. Sci.**, v.7, p.2441-2449, 1996.

CAPITULO 4- DIGESTIBILIDADE E ENERGIA METABOLIZÁVEL DE FONTES PROTÉICAS DE ORIGEM VEGETAL E ANIMAL PARA CÃES

RESUMO: Foi determinado para cães, pelo método da substituição, a energia metabolizável e os nutrientes digestíveis da soja micronizada (SM), farelo de soja (FS), farelo de glúten de milho 60% (GM) e farinha de vísceras de frango (FVF). Uma dieta referência foi formulada de acordo com as necessidades nutricionais de cães adultos. Nas dietas teste, os ingredientes em estudo substituíram em 30% a dieta referência, com exceção da SM, para a qual se empregou 15% de substituição. Todas as dietas foram extrusadas. O estudo foi conduzido pelo método de coleta total de fezes e urina, empregando-se sete cães por dieta e cinco dietas, totalizando 35 animais. Verificou-se que a matéria seca digestível, a matéria orgânica digestível, a proteína digestível, o extrato etéreo ácido digestível e a energia metabolizável foram, respectivamente, de: 69,8%, 67,9%, 44,0%, 3,0% e 3176 kcal/kg para o FS; 57,1%, 56,9%, 41,5%, 10,4% e 3223 kcal/kg para a FVF; 87,5%, 87,3%, 69,9%, 4,4% e 4478 kcal/kg para o GM; 75,7%, 75,5%, 34,5%, 18,1% e 4488 kcal/kg para a SM. Os dados obtidos indicam que GM e SM são ingredientes bem aproveitados pelos cães, sendo seu uso interessante em alimentos para essa espécie. Já o FS e FVF apresentaram aproveitamento intermediário, entretanto comparáveis entre si, podendo sua inclusão ocasionar aumento da produção de fezes pelos cães.

Palavras-chave: farelo de soja, farinha de vísceras de frango, farelo de glúten de milho, soja micronizada

I. INTRODUÇÃO

Entre 25% e 40% da matéria seca de alimentos para cães são provenientes de subprodutos de origem animal. Estes ingredientes são os maiores contribuintes para o crescimento e expansão da indústria mundial de *pet food*, apresentando-se como importantes fontes de proteínas, gorduras e minerais (MURRAY et al., 1997).

Alguns ingredientes protéicos de origem animal possuem excesso de matéria mineral, o que pode levar à diminuição da digestibilidade, interferir na motilidade intestinal levando ao ressecamento das fezes e elevar o conteúdo de cálcio, fósforo e magnésio do alimento, dificultando a formulação de dietas equilibradas (COWELL et al., 2000). O excesso de cálcio e fósforo predispõe as desordens ósseas classificadas genericamente como osteomegalias, que decorrem não somente de fatores nutricionais, mas de uma relação entre a genética, o meio-ambiente e a nutrição (HAZEWINKE & MOTT, 2006). Além disso, variações de digestibilidade e composição química são comuns nos sub-produtos de origem animal, tornando necessário adequado acompanhamento destes ingredientes (PARSONS et al., 1997).

Devido a estes fatores, bem como ao custo e disponibilidade de matérias prima, o uso de proteínas de origem vegetal tem aumentado nos últimos anos (DERSJANT-LI & HILL, 2005), sendo o farelo de glúten de milho 60%, o farelo de soja desengordurado, a farinha de soja, o grão integral e a soja texturizada os ingredientes mais empregados em nível mundial (CASE et al., 2000). No Brasil, boas formulações têm incluído alguns desses ingredientes, compondo-se uma mescla de proteína animal e vegetal que possibilita adequado equilíbrio de aminoácidos e redução dos teores de cálcio, fósforo e magnésio do produto. Entretanto, muito poucas informações sobre a digestibilidade e valor energético de ingredientes protéicos de origem animal e vegetal estão disponíveis na literatura internacional

(KENDAL & HOLME, 1982; CARCIOFI et al., 2006; CAVALARI et al., 2006), tornando assim importante se avaliar a qualidade nutricional destas fontes protéicas, a fim de que dados mais precisos sejam gerados e as dietas possam ser melhor formuladas.

II. OBJETIVO

Determinar a energia metabolizável e os nutrientes digestíveis da soja micronizada, farelo de soja, farelo de glúten de milho 60% e farinha de vísceras de frango para cães, bem como o efeito desses ingredientes sobre a qualidade das fezes dessa espécie.

III. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Animais

Foram utilizados 35 cães Beagle, com idade média de $3,5 \pm 1,7$ anos, machos ou fêmeas, com peso corporal médio de $11,0 \pm 1,24$ kg. Os animais, procedentes do canil do Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada” do Departamento de Clínica e Cirurgia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal, se apresentavam em boas condições corporais e clinicamente sadios. Todos os procedimentos com os animais foram aprovados pela Comissão de Ética e Bem Estar Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal (Anexo 3).

3.2 Ingredientes e Dietas

Uma Dieta Referência (DR) foi formulada de forma a atender as recomendações nutricionais de cães adultos (AAFCO, 2004). Sua fórmula está apresentada na Tabela 1. Três dietas teste (DT) foram obtidas pela substituição de 30% da DR (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007), na matéria natural, por um dos seguintes ingredientes: farelo de soja 45%, farinha de vísceras de frango ou farelo de glúten de milho 60%. A quarta dieta teste foi obtida pela substituição de 15% da DR, com base na matéria natural, por soja micronizada. Esta menor inclusão de SM foi necessária em função da dificuldade de se extrusar a DR com 30% deste ingrediente.

As dietas experimentais foram moídas em moinho de martelo com peneira de 0,8 mm e extrusadas em condições idênticas de produção (Mab 400S, Extrucenter, Monte Alto, Brazil) na Fábrica de Rações da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Câmpus de Jaboticabal. O processo de extrusão das dietas foi controlado a cada 20 minutos pela aferição da densidade na saída da extrusora e, posteriormente, pelo índice de gelatinização das mesmas.

Tabela 1. Fórmula da dieta referência (DR).

INGREDIENTE	% (na MN)
Milho grão	33,77
Farinha de vísceras de frango	21,80
Quirera de arroz	20,47
Farelo de glúten de milho 60%	12,51
Gordura de aves	5,10
Casca de soja	2,79
Levedura de cervejaria 40%	2,00
Cloreto de potássio	0,46
Sal comum	0,35
Suplemento vitamínico e mineral ¹	0,20
Taurina	0,20
Cloreto de colina 60%	0,20
Antifúngico ²	0,10
Antioxidante ³	0,05

¹ Fornecimento dos seguintes nutrientes por kg de dieta: 18.000UI vitamina A; 1.000UI vitamina D₃; 200mg vitamina E; 120mg ferro; 15mg cobre; 10mg magnésio; 150mg zinco; 2mg iodo; 0,2mg selênio; 8mg tiamina; 10mg riboflavina; 50mg ácido pantotênico; 75mg niacina; 6mg vitamina B₆; 0,30mg ácido fólico; 0,1mg vitamina B₁₂.

² Moldzap. Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda, Curitiba-PR, Brasil. Composição: propionato de amônio, propanodiol, ácido propiônico, ácido acético, ácido láctico, ácido ascórbico, ácido sórbico, ácido fórmico, sorbato de potássio, veículo q.s.p.

³ Banox. Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda, Curitiba-PR, Brasil. Composição: galato de propila, BHA, BHT, etoxiquim.

3.3 Protocolo experimental

O ensaio de digestibilidade foi conduzido pelo método de colheita total de fezes e urina, considerando-se as recomendações da AAFCO (2004). A dieta foi oferecida por um período de adaptação de 5 dias, seguidos de 5 dias de colheita. Durante todo o experimento os cães permaneceram em gaiolas de metabolismo individuais, medindo 90cm x 80cm x 90cm, equipadas com aparatos para coleta separada de fezes e urina.

O alimento foi oferecido às 8h, em quantidade suficiente para atender a demanda energética de manutenção do animal, preconizada pelo NRC (1985). A estimativa da EM das dietas foi feito segundo os fatores de Atwater modificado para cálculo da quantidade de alimento a ser oferecida por dia. Antes da refeição subsequente as sobras de alimento eram recolhidas e pesadas, sendo calculado o consumo. A água foi fornecida *ad libitum*. As fezes foram colhidas duas vezes ao dia, pesadas e acondicionadas em recipientes apropriados em freezer (-15°C). A urina também foi recolhida duas vezes por dia, em recipientes plásticos colocados sob o funil coletor da gaiola, contendo 1 mL de ácido sulfúrico 1mEq/L. Logo após cada coleta foi mensurado o volume de urina produzido, sendo estas então armazenadas em garrafas plásticas identificadas e mantidas em freezer (-15°C) até a realização das análises laboratoriais.

Também foi realizada análise quantitativa das fezes coletadas, através da mensuração da produção fecal em relação com a quantidade de ração ingerida pelo animal.

3.4 Análises laboratoriais

Ao final do experimento as fezes dos cães foram descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas de maneira a se compor uma única amostra por animal e secas em estufa de ventilação forçada à 55°C por 72 horas, a fim de promover sua pré-secagem. As amostras de fezes pré-secas, ingredientes e dietas foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 1 mm e encaminhadas ao Laboratório de Análises de Alimentos do Departamento de Zootecnia (LANA).

As amostras de urina após serem descongeladas e homogeneizadas, foram colocadas em placas de petri num total de 90 mL por amostra e mantidas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para sua pré-secagem. O resíduo obtido foi pesado e mantido em potes hermeticamente fechados até as análises. Para a análise de energia bruta das amostras de urina pré-secas utilizou-se cápsulas de gelatina.

As análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo em hidrólise ácida (EEA), fibra bruta, minerais (cálcio, fósforo, sódio, enxofre, potássio, zinco, cobre, manganês, ferro, magnésio e cloro) e índice de gelatinização do amido foram conduzidas segundo procedimentos da AOAC (1995). A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica (modelo 1261, Parr Instrument Company, Moline, IL, USA). A análise de aminoácidos foi realizada por cromatografia por troca iônica com derivação pós-coluna de ninidrina (HITACH L8500 A), de acordo com a metodologia recomendada pela Commission Directive 98/64/EC, na Degussa Alemanha. Todas as análises foram conduzidas em duplicata, sendo repetidas quando variaram mais de 5%.

3.5 Cálculos e análises estatísticas

Com base nos resultados laboratoriais obtidos foram calculados, para as dietas, os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e energia metabolizável (POND et al., 1995). O cálculo da digestibilidade aparente e da energia metabolizável de cada ingrediente protéico foi realizado utilizando o método da substituição, ou método da diferença, cuja equação proposta por MATTERSON et al. (1965) e SAKOMURA & ROSTAGNO (2007) está abaixo descrita. Para o cálculo, a porcentagem de inclusão do ingrediente foi corrigida para a matéria seca.

$$\text{CDap} = \text{CD(RR)} + \frac{\text{CD(DT)} - \text{CD(DR)}}{\% \text{Subst}/100}$$

Onde:

CDap = Coeficiente de digestibilidade aparente ou energia metabolizável do ingrediente;

CD (DR) = Coeficiente de digestibilidade aparente ou energia metabolizável da dieta referência;

CD (DT) = Coeficiente de digestibilidade aparente ou energia metabolizável da dieta teste;

% Subst. = Percentual de substituição da RR pelo ingrediente teste, sobre a matéria seca.

A partir dos valores de composição química na matéria seca e dos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes, foram calculados os valores de nutrientes digestíveis pela seguinte fórmula:

$$ND (\%) = (N/100) \times CD_{nutri}$$

Onde:

ND – Nutriente digestível (%)

N – Nutriente na matéria seca (%)

CD_{nutri} – Coeficiente de digestibilidade do nutriente (%)

Adotou-se delineamento inteiramente casualizado com sete repetições (cães) por dieta e cinco dietas, totalizando 35 cães. Os dados foram analisados usando os procedimentos do General Linear Model do SAS (Version 8, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). A unidade experimental foi um cão, no modelo da soma dos quadrados os efeitos foram separados em dieta e animal. Quando diferenças significativas ($P < 0,05$) foram detectadas pelo teste F da ANOVA, comparações múltiplas foram avaliadas pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$), sendo todos os resíduos testados quanto à sua normalidade.

IV. RESULTADOS

A composição química dos ingredientes protéicos avaliados encontra-se na Tabela 2 e a das dietas experimentais na Tabela 3. Observa-se pela Tabela 2 que os ingredientes avaliados possuíram composição química distinta entre si, principalmente quanto ao conteúdo de proteína, gordura, fibras e matéria mineral. Dessa forma, a substituição de 30% ou 15% da DR por um dos ingredientes teste produziu dietas com composições químicas diferentes (Tabela 3). Apesar de terem ocorrido diferenças entre dietas, verificou-se que todas apresentaram adequada gelatinização do amido e densidade, indicando adequado processamento.

O consumo de matéria seca e os coeficientes de digestibilidade das dietas encontram-se na Tabela 4. Não houve diferenças em relação ao peso dos animais entre os tratamentos ($P>0,05$) e nem quanto à ingestão de matéria seca ($P>0,05$). Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes e os valores de EM das dietas não foram analisados estatisticamente devido as diferença na composição química das rações e por este não ser o objetivo do experimento.

A produção de fezes na matéria úmida foi maior mediante consumo da dieta com FS e menor para a dieta com GM ($P<0,05$). Já na base seca, a quantidade de fezes produzidas foi maior para a dieta com FVF, tendo a dieta com GM propiciado a menor produção fecal ($P<0,05$). O teor de MS fecal foi maior mediante consumo da dieta com FVF e menor na dieta com FS ($P<0,05$) (Tabela 4).

Os coeficientes de digestibilidade aparente, nutrientes digestíveis e energia metabolizável dos ingredientes encontram-se na Tabela 5.

Tabela 2. Composição química analisada dos ingredientes protéicos avaliados¹.

Nutriente	Ingredientes			
	FS	FVF	GM	SM
Matéria seca (%)	88,71	94,33	90,45	95,88
Valores sobre a matéria seca				
Matéria mineral (%)	6,19	25,06	1,44	4,77
Proteína bruta (%)	51,67	57,39	70,44	41,50
Extrato etéreo ácido (%)	3,65	13,96	6,11	24,95
Fibra bruta (%)	7,03	1,44	1,61	2,45
Extrativos não nitrogenados (%)	31,46	2,16	20,40	26,34
Energia bruta (kcal/kg)	4748	4426	5909	5532
Cálcio (%)	0,34	5,13	0,01	0,13
Fósforo (%)	0,70	2,70	0,52	0,55
Potássio (%)	2,42	0,65	0,14	1,79
Magnésio (%)	0,34	0,40	0,06	0,25
Sódio (%)	0,0034	1,90	0,017	0,0083
Enxofre (%)	0,33	0,18	0,17	0,35
Cobre (mg/kg)	15,78	21,20	11,06	10,43
Ferro (mg/kg)	231,09	1802,18	151,46	45,89
Manganês (mg/kg)	36,07	34,98	4,42	21,90
Zinco (mg/kg)	51,85	99,65	36,48	41,72
Cloro (%)	0,04	0,51	0,001	0,025
Aminoácido (%)				
Aspartato	5,47	5,36	3,84	4,4
Alanina	2,03	4,69	5,35	1,64
Arginina	3,42	2,63	1,61	2,83
Cistina	0,65	0,89	1,01	0,51
Fenilalanina	2,38	1,96	3,38	1,95
Glicina	1,99	6,41	1,43	1,58
Glutamato	8,42	8,95	15,29	6,97
Histidina	1,29	0,99	1,07	1,04
Isoleucina	2,02	2,19	2,28	1,59
Leucina	3,49	3,93	9,91	2,86
Lisina	2,9	3,17	0,99	2,29
Metionina	0,55	0,88	0,94	0,46
Prolina	2,64	4,1	5,14	2,14
Treonina	1,81	2,64	2,16	1,47
Valina	2,07	2,8	2,45	1,7

¹ n = 2; CV < 5%

FS- farelo de soja; FVF- farinha de vísceras de frango; GM- farelo de glúten de milho 60%; SM- soja micronizada;

Tabela 3. Composição química analisada das dietas experimentais¹.

Item	Dietas				
	DR	FS	SM	GM	FVF
Matéria seca (%)	93,8	93,0	93,1	93,9	93,2
Valores sobre a matéria seca					
Matéria mineral (%)	8,5	7,6	8,2	6,3	13,1
Matéria orgânica (%)	91,5	92,4	91,7	93,7	86,9
Proteína bruta (%)	28,8	35,6	32,0	40,9	38,1
Extrato etéreo ácido (%)	11,8	9,8	10,3	9,2	10,7
Fibra bruta (%)	2,4	3,6	2,6	2,4	2,4
Extrativos não nitrogenados (%)	48,5	43,3	47,6	41,2	35,7
Energia bruta (kcal/kg)	4764	4713	4792	5050	4638
Parâmetros de processo					
Gelatinização do amido(%)	80,0	87,8	91,3	80,6	79,1
Densidade (g/L)	441	373	453	380	390

¹ n=4; CV<5%

DR- dieta referência; FS- farelo de soja; SM- soja micronizada; GM- farelo de glúten de milho 60%; FVF- farinha de vísceras de frango;

Tabela 4. Peso corporal, ingestão de matéria seca (MS), coeficientes de digestibilidade dos princípios nutricionais e características fecais dos cães mediante consumo das dietas experimentais.

Item	Dietas					EP	CV
	DR	FS	FVF	GM	SM		
Número de animais	7	7	7	7	7	-	
Peso (kg)	11,2 ^a	11,1 ^a	11,3 ^a	11,3 ^a	10,3 ^a	0,20	10,9
Ingestão MS (g/dia)	155,8 ^a	158,5 ^a	161,3 ^a	154,0 ^a	149,3 ^a	2,37	9,2
Coeficientes de Digestibilidade Aparente ¹ (%)							
Matéria seca	81,4	77,5	73,7	83,4	80,5	0,62	1,9
Matéria orgânica	86,4	81,8	83,1	87,1	85,3	0,39	1,4
Proteína bruta	82,9	83,7	79,6	88,3	82,9	0,54	2,0
Extrato etéreo ácido	90,8	88,0	85,6	84,8	87,9	0,41	1,4
Energia bruta	86,9	82,7	84,1	87,5	86,3	0,37	1,5
Extrativos não nitrogenados	91,0	85,6	90,8	90,7	90,2	0,38	1,2
EM (kcal/kg MS)	3927	3673	3703	4110	4015	35,60	1,8
Características Fecais							
g fezes/ g alimento	0,41 ^{cd}	0,64 ^a	0,53 ^b	0,39 ^d	0,47 ^c	0,01	10,1
g fezes/g alimento (MS)	0,18 ^{cd}	0,22 ^b	0,26 ^a	0,16 ^d	0,19 ^c	0,01	6,9
MS fecal (%)	41,9 ^b	32,8 ^c	46,5 ^a	39,7 ^b	38,9 ^b	0,86	6,3

¹ Dados não analisados estatisticamente

a, b, c, d Médias na mesma linha sem uma letra em comum são diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05).

DR- referência; FS- farelo de soja; FVF- farinha de vísceras de frango; GM- farelo de glúten de milho; SM- soja micronizada; EP – erro padrão da média; CV – coeficiente de variação

Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade aparente dos princípios nutricionais, nutrientes digestíveis e energia metabolizável de ingredientes protéicos extrusados para cães.

Item ¹	Ingrediente				EP	CV
	FS	FVF	GM	SM		
n	7	7	7	7	-	-
Coeficientes de Digestibilidade Aparente (%)						
Matéria seca	69,8 ^c	57,1 ^d	87,5 ^a	75,7 ^b	2,24	5,8
Matéria orgânica	72,4 ^c	75,9 ^{bc}	88,6 ^a	79,3 ^b	1,34	4,8
Proteína bruta	85,2 ^b	72,3 ^c	99,2 ^a	83,1 ^b	2,06	6,1
Extrato etéreo ácido	82,6 ^a	74,3 ^b	72,7 ^b	72,5 ^b	1,16	6,3
Energia bruta	74,4 ^c	78,0 ^{bc}	88,6 ^a	82,8 ^{ab}	1,25	5,0
Extrativos não nitrogenados	75,0 ^b	90,2 ^a	90,1 ^a	85,9 ^a	1,49	5,9
Nutrientes digestíveis ¹ (% sobre a MS)						
Matéria seca digestível	69,8	57,1	87,5	75,7	3,10	5,9
Matéria orgânica digestível	67,9	56,9	87,3	75,5	1,56	5,1
Proteína digestível	44,0	41,5	69,9	34,5	1,86	5,9
Extrato etéreo ácido digestível	3,0	10,4	4,4	18,1	1,26	6,5
ENN digestíveis	23,6	1,9	18,4	22,6	1,87	5,2
EM (kcal/kg)	3176	3223	4478	4488	163,23	4,1

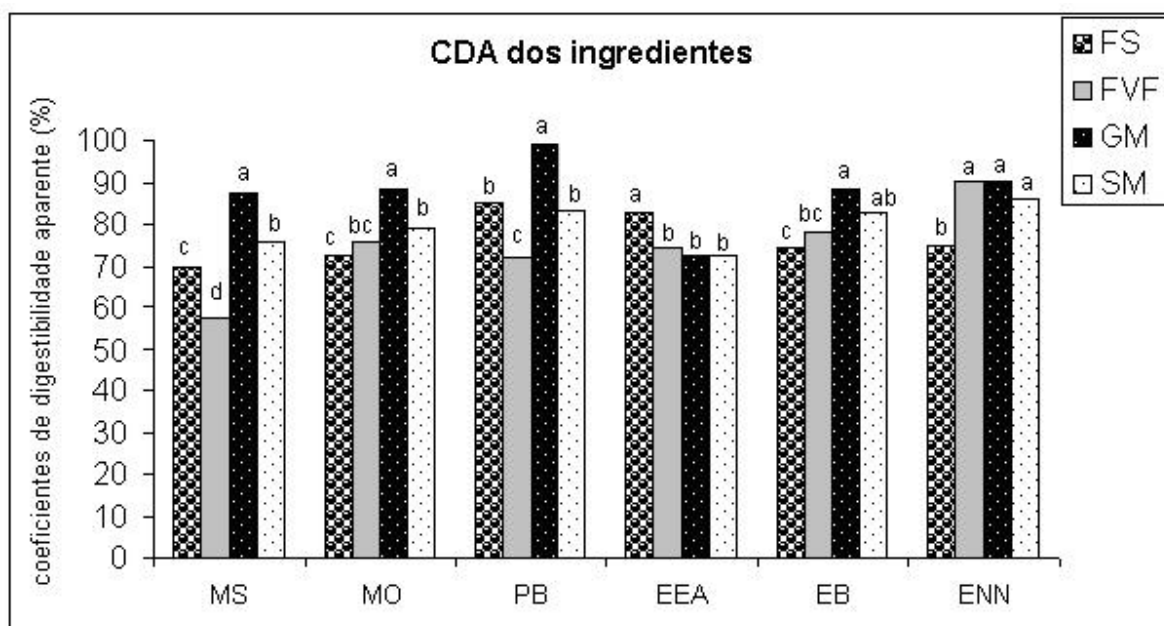
¹ Dados não analisados estatisticamente

a, b, c, d Médias mesma linha sem uma letra em comum são diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05).

ENN – extrativos não nitrogenados; EM – energia metabolizável; FS- farelo de soja; FVF- farinha de vísceras de frango; GM- farelo de glúten de milho; SM- soja micronizada; EP – erro padrão da média; CV- coeficiente de variação;

Os CDA da MS e PB foram maiores para o GM, seguido pela SM, sendo a FVF o ingrediente de menor digestibilidade destes princípios nutricionais pelos cães (P<0,05). O CDA da EB foi maior para o GM, enquanto o FS apresentou pior aproveitamento da energia (P<0,05). Já o CDA DO EEA foi maior para o FS (P<0,05). Estes resultados encontram-se ilustrados na Figura 1.

O GM e a SM foram os ingredientes com maiores quantidades de matéria seca digestível e matéria orgânica digestível para cães. Quanto à proteína digestível, esta foi mais elevada no GM. A SM e a FVF apresentaram os maiores teores de extrato etéreo ácido digestível (EEAD). A EM da SM e do GM foram as mais elevadas.



^{a, b, c} Médias sem uma letra em comum são diferentes pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

FS- farelo de soja; FVF- farinha de vísceras de frango; GM- farelo de glúten de milho; SM- soja micronizada; MS – matéria seca; MO – matéria orgânica; PB – proteína bruta; EEA – extrato etéreo ácido; EB- energia bruta; ENN – extrativos não nitrogenados.

Figura 1. Coeficientes de digestibilidade aparente dos princípios nutricionais de ingredientes protéicos extrusados para cães.

V. DISCUSSÃO

Verificaram-se diferenças no aproveitamento das fontes de proteína em estudo. De maneira geral os CDA dos nutrientes foram maiores para GM e SM e menores para FVF e FS. Estudos sobre o valor nutricional de ingredientes são comuns em animais de produção, mas escassos para animais de companhia. O método da diferença ou da substituição proposto por MATTERSON et al. (1965) e SAKOMURA & ROSTAGNO (2007) é amplamente utilizado para aves e suínos, entretanto, poucos experimentos o empregaram para ingredientes extrusados para cães (MOORE et al., 1980; KENDALL & HOLME, 1982; SÁ-FORTES, 2005; CAVALARI et al., 2006).

No presente estudo, observou-se que a dieta com FS propiciou a produção de fezes mais úmidas e em maiores quantidades que as demais dietas avaliadas. Sabe-se que o FS contém fibras e oligossacarídeos indigestíveis, dentre os quais a stachyose e a rafinose, que não podem ser digeridas no trato digestório de cães em decorrência dessa espécie não produzir a enzima α -1,6-galactosidase pela mucosa intestinal (ZUO et al., 1996; BUTOLO, 2002). A adsorção de aminoácidos e peptídeos pelas fibras alimentares também dificulta a atividade enzimática e os oligossacarídeos podem aumentar a viscosidade da digesta no intestino delgado, dificultando a digestão e a absorção dos nutrientes, inclusive aumentando a taxa de passagem intestinal (COON et al., 1990; GRIESHOP & FAHEY, 1990; ZUO et al., 1996; SILVIO et al., 2000; BUTOLO, 2002; YAMKA et al. 2003). Além disso, como esses oligossacarídeos chegam intactos ao intestino grosso, são fermentados pela microbiota intestinal formando compostos como CO₂, H₂, CH₄, ácidos graxos de cadeia curta e nitrogênio bacteriano, podendo aumentar a flatulência e a umidade das fezes (GRIESHOP & FAHEY, 1990; SILVIO et al., 2000; YAMKA et al. 2003). Estes podem explicar os menores CDA da MO e EB verificados para o FS, em relação aos demais ingredientes. YAMKA et al. (2003) observaram, ainda, que a elevação da inclusão de FS de 15% para 46% da dieta reduziu o CDA da MS de 83% para 57%, mas pouco alterou o CDA da PB (68% e 65%, respectivamente), demonstrando que o CDA da MS, mas não o da PB da dieta, foram

reduzidos pelo aumento da inclusão deste ingrediente. Este dado está de acordo com o verificado na presente pesquisa, pois o FS apresentou reduzido CDA da MS, mas adequado CDA da PB.

Estudos que compararam dietas à base de FVF com dietas à base de FS demonstraram digestibilidades próximas, alguns com maiores CDA da PB nos alimentos com FS (ZUO et al., 1996; BEDNAR et al., 2000; CLAPPER et al., 2001). Em estudo conduzido por CARCIOFI et al. (2006), o CDA da MO foram maiores para a dieta a base de FS, enquanto o CDA da PB foi maior para a dieta com FVF, o que também concorda com a digestibilidade dos ingredientes verificada no presente estudo.

A SM, por outro lado, apresentou elevados CDA dos nutrientes e EM, demonstrando que nem todos os subprodutos da soja têm valor nutricional semelhante. A remoção das cascas na produção de SM reduz seus teores de fibras, a redução de suas partículas durante a micronização aumenta sua solubilidade e o fato desta apresentar elevado teor de gordura (25% da MS) resulta em elevado valor energético (Tabela 2). O processo de micronização, no entanto, pode ser diferente entre unidades fabris, pois em trabalho anterior KENDALL & HOLME (1982) verificaram para uma amostra de SM, também pelo método da diferença, menores CDA da MS, MO, PB, e EB que os verificados na presente pesquisa. A soja integral extrusada foi avaliada por CAVALARI et al. (2006) pelo método da substituição em alimentos para cães, resultando em CDA da MS, PB e EB de 80%, 83,7% e 80%, também demonstrando boa digestibilidade.

O GM foi um ingrediente com elevados CDA dos nutrientes pelos cães. Seu CDA da PB, no entanto, foi muito elevado (99%) e, apesar de estar de acordo com o observado por KENDALL & HOLME (1982), de 98% também pelo método da diferença para cães, sugere a possibilidade da ocorrência de interação entre o ingrediente e a dieta basal. Avaliando inclusões crescentes de GM em dietas para cães (0,4% a 32% da dieta), YAMKA et al. (2004) verificaram que o CDA da MS praticamente não se alterou (92% a 89%), enquanto o CDA da PB aumentou de 84% para 91%. Comparando dietas isonutrientes à base de GM, FS e FVF, CARCIOFI et al. (2006) verificaram maiores CDA da PB para a dieta com GM, o que está de acordo com o CDA da PB do ingrediente verificado no presente estudo.

A FVF empregada na presente pesquisa não apresentou elevados CDA dos nutrientes para cães. Deve-se considerar na interpretação destes resultados que o ingrediente empregado tinha menores concentrações de proteína e aminoácidos e maior concentração de matéria mineral que as farinhas de subprodutos de frango classificadas como “high ash” por outros autores (JOHNSON & PARSONS, 1997; MURRAY et al., 1997; JOHNSON et al., 1998). No estudo de JOHNSON et al. (1998), os CDA observados em cães para dieta à base de FVF com 16,2% de matéria mineral foram superiores a 82%. De forma semelhante, nos estudos conduzidos por CARCIOFI et al. (2006) e CAVALARI et al. (2006) os CDA dos nutrientes de dietas com FVF foram superiores a 83% e 88%, respectivamente, de modo que os baixos CDA da FVF utilizada no presente sejam, possivelmente, resultantes de seu elevado teor de minerais (25%) e baixa PB (57%).

Variações na composição química das farinhas de subprodutos animais, bem como na disponibilidade e digestibilidade de seus aminoácidos são freqüentemente relatadas (WANG & PARSONS, 1998; JOHNSON et al., 1998; RAVINDRAN et al., 2002). Os efeitos das quantidades de minerais sobre o aproveitamento da proteína e da dieta como um todo, por outro lado, ainda não estão totalmente claros (SHIRLEY & PARSONS, 2001). Acredita-se que o aumento dos minerais diminua a qualidade, digestibilidade e o valor biológico da sua proteína, devido à mudança do perfil aminoacídico do ingrediente (RAVINDRAN et al., 2002). Entretanto, JOHNSON et al. (1998) observaram maior digestibilidade de aminoácidos para cães em dietas com FVF com alta cinza (16,3%) em relação à dieta com FVF de baixa cinza (7,2%).

Na interpretação dos resultados da presente pesquisa deve-se considerar, também, o efeito da extrusão sobre a digestibilidade dos ingredientes. Sabe-se que, dependendo da composição química do alimento e das características do processo de extrusão, esta pode alterar as concentrações de proteína bruta, aminoácidos, fibras e amido, produzir novas ligações entre os nutrientes, decorrentes da reação de Maillard, da formação de novas ligações peptídicas, da redução de açúcares, entre outras alterando significativamente sua digestibilidade (SERRANO, 1997; RIAZ, 2003; DUST et al., 2004). Essas interações entre ingredientes e nutrientes podem gerar resultados menos fidedignos, dificultando interpretações decorrentes do uso do método da

substituição (KIENZLE et al., 2002). Entretanto, estes efeitos ainda não foram adequadamente estudados.

VI. CONCLUSÕES

Os dados obtidos indicam que GM e SM são ingredientes bem aproveitados pelos cães, sendo seu uso recomendado em alimentos para essa espécie. Já o FS e FVF apresentaram aproveitamento intermediário, entretanto comparáveis entre si, podendo sua inclusão ocasionar aumento da produção de fezes pelos cães.

VII. REFERÊNCIAS

- AOAC. Association of the Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 16. Ed. Arlington, 1995.
- AAFCO. Association of American Feed Control Officials. **Dog and cat food substantiation methods**. Canada, 2004. 444 p.
- BEDNAR, G. E. et al. Select animal and plant protein sources affect nutrient digestibility and fecal characteristics of ileally-cannulated dogs. **Arch. Anim. Nutr.**, v. 53, p. 127-140, 2000.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 1. Campinas: CBNA, 2002. 430 p.
- CARCIOFI, A. C. et al. Avaliação de fontes protéicas para a alimentação de cães. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 35. n. 3, p.754-760, 2006.
- CASE, L. P. et al. **Canine and feline nutrition**: a resource for companion animal professionals. 2. ed. St. Louis: Mosby, 2000. p. 71-73, 105-107, 174-178.
- CAVALARI, A. P. M. et al. Determinação do valor nutritivo de alimentos energéticos e protéicos utilizados em rações para cães adultos. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 35. n. 5, p.1985-1991, 2006.
- CLAPPER, G. M. et al. Ileal and total tract nutrient digestibilities and fecal characteristics of dogs as affect by soybean protein inclusion in dry, extruded diets. **J. Anim. Sci.**, v.79, p. 1523-1532, 2001.

- COON, C. N. et al. Effect of oligosaccharide-free soyabean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters. **Poult. Sci.**, v. 69, p. 787-793, 1990.
- COWELL, C. S. et al. Making commercial pet foods. In: HAND, M. S. et al. (Eds). **Small animal clinical nutrition**. 4. ed. Kansas: Mark Morris Institute, 2000. p. 127-146.
- DERSJANT-LI Y.; HILL, D. A. Why soy? The use of soy protein concentrate in pet foods. **Petfood Ind.**, v. 47, n. 1, p.16-18, 2005.
- DUST, J. M. et al. Extrusion conditions affect chemical composition and in vitro digestion of select food ingredients. **J. Agric. Food Chem.**, v. 52, p. 2989-2996, 2004.
- GRIESHOP, C. M.; FAHEY Jr, G. C. The role of soy in companion animal nutrition. In: **Soy in Animal Nutrition**. 1990. Federation of Animal Sciences. p. 171-181.
- HAZEWINKEL, H.; MOTT, J. Main nutritional imbalances implicated in osteoarticular diseases. In: PIBOT, P.; BIOURGE, V.; ELLIOTT, D. (Eds), **Encyclopedia of canine clinical nutrition**. Aimargues: Aniwa SAS, 2006, p. 348-387.
- JONHSON, M. L.; PARSONS, C. M. Effects of raw material source, ash content, and assay length on protein efficiency ratio and net protein ratio values for animal protein meals. **Poult. Sci.**, v.76, p. 1722-1727, 1997.
- JOHNSON, M. L. et al. Effects of species raw material source, ash content, and processing temperature on amino acid digestibility of animal by-products meals by cecectomized roosters and ileally cannulated dogs. **J. Anim. Sci.**, v.76, p. 1112-1122, 1998.
- KENDALL, P. T.; HOLME, D. W. Studies on the digestibility of soya bean products, cereals, cereal and plant by-products in diets of dogs. **J. Sci. Food Agric.**, v. 33, p. 813-822, 1982.
- KIENZLE, E.; FEHRLE, S.; OPITZ, B. Interactions between the apparent energy and nutrient digestibilities of a concentrate mixture and roughages in horses. **J. Nutr.**, v. 132, p. 1778S-1780S, 2002.
- MATTERSON, L. D. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Res. Report**, v. 7, n. 1, p. 3-11, 1965.
- MOORE, M. L. et al. Utilization of corn-soybean meal-substituted diets by dogs. **J. Anim. Sci.**, v. 50, n. 5, p. 892-896, 1980.

- MURRAY, S. M. et al. Raw and rendered animal by-products as ingredients in dog diets. **J. Anim. Sci.**, v. 75, p. 2497-2505, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient requirements of dogs**, Washington: National Academy Press, 1985, 95 p.
- PARSONS, C. M.; CASTANON, F.; HAN, Y. Protein and amino acid quality of meal and bone meal. **Poult. Sci.**, v. 76, p. 361-368, 1997.
- POND, W. G.; CHURCH, D. C.; POND, K. R. **Basic animal nutrition and feeding**, 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 1995, 615 p.
- RAVINDRAN, V. et al. Amino acid digestibility of meat and bone meals for broiler chickens. **Aust. J. Agric. Res.**, v. 53, p. 1257-1264, 2002.
- RIAZ, M. N. Extrusion basics. In: KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. (Eds). **Petfood Technology**. Illinois: Mt Morris, 2003. p. 347-360.
- SÁ-FORTES, C. M. L. **Valor nutricional de ingredientes energéticos e protéicos para cães**. 2005. P. 44-71. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.
- SHIRLEY, R. B.; PARSONS, C. M. Effect of ash content on protein quality of meat and bone meal. **Poult. Sci.**, v. 80, p. 626-632, 2001.
- SERRANO, X. The extrusion-cooking process in animal feeding. Nutricional implications. In: MORAND-FEHR, P. (Ed.) **Feed manufacturing in Southern Europe: New challenges**. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 1997. p. 107-114. Disponível em: <essources.ciheam.org/om/pdf/c26/97605976.pdf>. Acessado em: 15 maio 2006.
- SILVIO, J. et al. Influence of fiber fermentability on nutrient digestion in the dog. **J. Nutr.**, v. 16, p. 289-295, 2000.
- WANG, X.; PARSONS, C. M. Effect of raw material source, processing systems, and processing temperatures on amino acids digestibility of meat and bone meals. **Poult. Sci.**, v. 77, p. 834-841, 1998.
- YAMKA, R. M. et al. Evaluation of soybean meal as a protein source in canine foods. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.109, p.121-132, 2003.

YAMKA, R. M. et al. Evaluation of maize gluten meal as a protein source in canine foods. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.116, p.239-248, 2004.

ZUO, Y. et al. Digestion responses to low oligosaccharide soybean meal by ileally-cannulated dogs. **J. Anim. Sci.**, v.7, p.2441-2449, 1996.

ANEXO I



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL

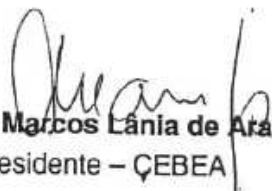


CEBEA – COMISSÃO DE ÉTICA E BEM ESTAR ANIMAL

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 018875-05 do trabalho de pesquisa intitulado “**Avaliação do efeito do tratamento de esterilização sobre a qualidade nutricional de farinhas animais**”, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA E BEM ESTAR ANIMAL (CEBEA), em reunião extraordinária de 05 de outubro de 2005.

Jaboticabal, 05 de outubro de 2005.


Prof. Dr. Marcos Lânia de Araújo
Presidente – CEBEA


Méd. Vet. Maria Alice de Campos
Secretária - CEBEA

ANEXO II



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL



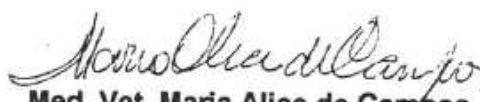
CEBEA – COMISSÃO DE ÉTICA E BEM ESTAR ANIMAL

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 025011-06 do trabalho de pesquisa intitulado "**Avaliação nutricional de fontes protéicas para cães e gatos**", sob a responsabilidade do Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi, está de acordo, com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA E BEM ESTAR ANIMAL (CEBEA), em reunião ordinária de 06 de fevereiro de 2007.

Jaboticabal, 22 de fevereiro de 2007.


Prof. Dr. Marcos Lania de Araújo
Presidente - CEBEA


Med. Vet. Maria Alice de Campos
Secretária - CEBEA