



**VALORES NUTRICIONAIS DE ALIMENTOS
COMPLETOS E EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DE
ENERGIA METABOLIZÁVEL PARA GATOS
ADULTOS**

LILIAN NAOMI NUMAJIRI

2006

**VALORES NUTRICIONAIS DE ALIMENTOS
COMPLETOS E EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DE
ENERGIA METABOLIZÁVEL PARA GATOS
ADULTOS**

LILIAN NAOMI NUMAJIRI

2006

LILIAN NAOMI NUMAJIRI

**VALORES NUTRICIONAIS DE ALIMENTOS COMPLETOS E
EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DE ENERGIA METABOLIZÁVEL PARA
GATOS ADULTOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Profa. Dra Flávia Maria de Oliveira Borges Saad

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Numajiri, Lilian Naomi

Valores nutricionais de alimentos completos e equações de
predição de energia metabolizável para gatos adultos / Lilian
Naomi Numajiri. – Lavras: UFLA, 2006

85 p.: il.

Orientador: Flávia Maria de Oliveira Borges Saad
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Gato. 2. Alimento completo. 3. Digestibilidade. 4. Equação
de predição. 5. Energia metabolizável. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

CDD-636.80855

LILIAN NAOMI NUMAJIRI

**VALORES NUTRICIONAIS DE ALIMENTOS COMPLETOS E
EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DE ENERGIA METABOLIZÁVEL PARA
GATOS ADULTOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 24 de março de 2006

Prof. Raimundo Vicente de Sousa	DMV/UFLA-MG
Prof. Antônio Gilberto Bertechini	DZO/UFLA-MG
Profa. Renata Apocalypse Nogueira Pereira	DZO/UFLA-MG
Prof. Elias Tadeu Fialho	DZO/UFLA-MG

Profa.Dra. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

Ao meu pai, Tatuyochi Numajiri, pela força e incentivo.

À minha mãe, Cecília Takako Kohama Numajiri pelo amor e compreensão.

Ao meu irmão, Daniel Akira Numajiri, pela amizade e carinho.

Juntos fomos responsáveis por este trabalho ser concluído com
sucesso, juntos tivemos ganhos intelectuais e espirituais.

Aos meus cães, que sempre me proporcionaram muita paz e alegria.

OFEREÇO

À minha família, amigos e professores, cada um com o seu valor, que me
ajudaram a conquistar mais uma etapa.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela proteção e a vida, por iluminar meus caminhos, tornando possível essa vitória.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização do curso.

À professora Flávia Maria de Oliveira Borges Saad, pela orientação, credibilidade, liberdade e confiança durante o mestrado.

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

A todos os professores do Departamento de Zootecnia, pela formação acadêmica, apoio e credibilidade.

À minha amiga Taciana que teve uma participação importante na realização deste trabalho.

Aos amigos Janine, Adriana, Ana Flávia, Micaela, Renata Pereira, Igor e Priscila, pelo grande auxílio e dedicação durante a condução do experimento e análises laboratoriais, e pela valiosa amizade que contribuiu para a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFLA, Márcio e José Virgílio, pelo companheirismo e colaboração nas análises químicas.

A todos os colegas de pós-graduação, pelos bons momentos vividos durante este período, em especial Rodrigo Vieira, Érika Rocha, Belami, Cleube e Léo.

A minha família, por todo amor, carinho, incentivo e compreensão.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Lilian Naomi Numajiri, filha de Tatuyochi Numajiri e Cecília Takako Kohama Numajiri, nasceu em São Paulo, SP.

Em dezembro de 1998, ingressou na Universidade Federal de Lavras, onde, em janeiro de 2003, obteve o título de Zootecnista.

Em março de 2004, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Lavras, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em 24 de março de 2006 submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção do título de “Mestre”.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Alguns aspectos na legislação e recomendação de nutrientes para gatos.....	3
2.1.1 Fatores importantes em alimentos secos para gatos adultos.....	5
2.1.2 Processamento dos alimentos comerciais secos.....	8
2.1.3 Classificação dos alimentos secos quanto à qualidade.....	10
2.1.3.1 Alimentos genéricos.....	11
2.1.3.2 Alimentos populares.....	11
2.1.3.3 Alimentos premium.....	12
2.2 Mercado de alimentos industrializados para cães e gatos.....	12
2.3 Avaliação de alimentos comerciais para cães e gatos.....	14
2.3.1 Ensaio de digestibilidade dos nutrientes nos alimentos secos.....	16
2.3.2 Metodologia de obtenção de valores energéticos dos alimentos.....	23
2.3.3 Estimativa dos valores de energia metabolizável por meio de equações de predição.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 Local e instalações.....	27
3.2 Animais e tratamentos.....	28
3.3 Fases pré-experimental e experimental.....	33
3.4 Análises químicas.....	34
3.5 Medidas avaliadas.....	36
3.6 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	36
3.6.1 Modelo estatístico.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1 Comparação das análises químicas dos nutrientes dos alimentos comerciais com os níveis de garantia dos rótulos.....	38
4.2 Escore fecal dos gatos alimentados com os alimentos comerciais testados.....	40
4.3 Digestibilidade.....	42
4.3.1 Matéria seca (MS).....	42
4.3.2 Matéria orgânica (MO).....	45

4.3.3 Gordura em hidrólise ácida (GHA)	46
4.3.4 Fibra em detergente neutro (FDN).....	48
4.3.5 Extrativo não nitrogenado (ENN)	50
4.3.6 Matéria mineral (MM).....	52
4.3.7 Proteína bruta (PB).....	53
4.3.8 Nitrogênio (N).....	55
4.3.9 Energia bruta (EB).....	57
4.3.10 Energia digestível e metabolizável (ED e EM)	69
4.4 Equações de predição	60
4.5 Valores de energia metabolizável aparente: NRC(1985) x Atwater (1910) x ensaios de metabolismo x equação de predição.....	67
5 CONCLUSÕES	70
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
7 ANEXOS.....	78

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Níveis de nutrientes e ingredientes, em alimentos secos para gatos adultos.	8
TABELA 2	Níveis de garantia conforme os fabricantes dos 12 alimentos comerciais avaliados no experimento.....	29
TABELA 3	Composição básica do produto conforme os fabricantes dos 12 alimentos comerciais, identificados de A a L, avaliadas no experimento	30
TABELA 4	Enriquecimento por quilograma de produto conforme os fabricantes dos 12 alimentos comerciais avaliadas no experimento..	32
TABELA 5	Características observadas nas fezes dos animais, quanto à consistência e ao volume na rotina diária da fase de coleta.....	33
TABELA 6	Composição química (%) e valores de energia bruta (kcal/kg) dos 12 alimentos comerciais avaliados.....	38
TABELA 7	Valores médios do escore fecal ¹ (consistência e volume) dos gatos alimentados com os 12 alimentos comerciais testados.....	41
TABELA 8	Valores médios do consumo diário de matéria natural (CMN) e matéria seca (CMS), excreção fecal de matéria seca (EFMS), matéria seca digerida (MSDig), em gramas por dia e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), em porcentagem (%), e seus respectivos erros padrões dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos	43
TABELA 9	Valores médios do consumo de matéria orgânica (CMO), matéria orgânica nas fezes (MOF) e matéria orgânica digerida (MODig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica (DAMO), em porcentagem, com base na matéria seca, e seus respectivos erros padrões dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos	45
TABELA 10	Valores médios do consumo de extrato etéreo em hidrólise ácida (CGHA), extrato etéreo em hidrólise ácida nas fezes (GHAF) e extrato etéreo em hidrólise ácida digerido (GHADig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo em hidrólise ácida (CDAGHA), em porcentagem, com base na matéria seca, e seus respectivos erros padrões dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	47
TABELA 11	Valores médios do consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente neutro nas fezes (FDNF) e fibra em detergente neutro digerido (FDNDig), em gramas por dia, e	

	coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (CDAFDN), em porcentagem, com base na matéria seca, e seus respectivos erros padrões dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	48
TABELA 12	Valores médios do consumo de extrato não nitrogenado (CENN), extrato não nitrogenado nas fezes(ENNF) e extrato não nitrogenado digerido (ENNDig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente do extrato não nitrogenado (CDAENN), em porcentagem, com base na matéria seca, e seus respectivos erros padrões dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	50
TABELA 13	Valores médios do consumo de matéria mineral (CMM), matéria mineral nas fezes (MMF) e matéria mineral digerida (MMDig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria mineral (CDAMM), em porcentagem, com base na matéria seca, e seus respectivos erros padrões dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	52
TABELA 14	Valores médios do consumo de proteína bruta (CPB), proteína bruta nas fezes (PBF), proteína bruta digerida (PBDig), proteína bruta excretada na urina (PBU), proteína retida (PR), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB), coeficiente de metabolização aparente da proteína (CMAP), em porcentagem, com base na matéria seca, e seus respectivos erros padrões dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	55
TABELA 15	Valores médios do nitrogênio ingerido (NIng), nitrogênio excretado nas fezes (NF), nitrogênio excretado na urina (NU), nitrogênio absorvido (NAbs), balanço de N aparente – N retido (BNA), em gramas por dia, e seus respectivos erros padrões dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	56
TABELA 16	Valores médios do consumo energia bruta (CEB), energia bruta nas fezes (EBF), energia bruta absorvida – energia digestível (EBA), energia bruta na urina (EBU), energia bruta retida (EBR), em kcal/dia, e coeficiente de digestibilidade aparente da energia consumida (CDAEC), coeficiente de metabolização aparente da energia (CMAE), em porcentagem, com base na matéria seca, e seus respectivos erros padrões dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	58
TABELA 17	Valores médios da digestibilidade aparente da energia na matéria natural (DAE MN), na matéria seca (DAE MS), energia metabolizável aparente na matéria natural (EMA MN) e na	

	matéria seca(EMA MS), em kcal/kg, e seus respectivos erros padrões dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos	60
TABELA 18	Análise de correlação entre a energia metabolizável aparente (EMA), em Kcal/kg (MN e MS), coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), em %, e análises laboratoriais de extrato etéreo em hidrólise ácida (GHA), fibra em detergente neutro (FDN), extrativo não nitrogenado (ENN), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), em %MS, e energia bruta (EB), em kcal/kg MS, e seus respectivos erros padrões dos 12 alimentos comerciais avaliados.	61
TABELA 19	Regressões para estimativa do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), em %, a partir de análises químicas (GHA, FDN, ENN, MM e PB) ¹ das 12 alimentos comerciais avaliados.....	62
TABELA 20	Regressões para estimativa do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), em %, a partir de análises químicas (MO e EB) ¹ das 12 alimentos comerciais avaliados.....	63
TABELA 21	Regressões para estimativa de energia metabolizável aparente (EMA), em kcal/kg MN, a partir de análises químicas (GHA, FDN, ENN, MM e PB) ¹ das 12 alimentos comerciais avaliados ...	64
TABELA 22	Regressões para estimativa de energia metabolizável aparente (EMA), em kcal/kg MN, a partir de análises químicas (MO e EB) ¹ das 12 alimentos comerciais avaliados.....	65
TABELA 23	Regressões para estimativa de energia metabolizável aparente(EMA), em kcal/kg MS, a partir de análises químicas (GHA, FDN, ENN, MM e PB) ¹ das 12 alimentos comerciais	65
TABELA 24	Regressões para estimativa de energia metabolizável aparente(EMA), em kcal/kg MS, a partir de análises químicas (MO e EB) ¹ das 12 alimentos comerciais avaliados.....	67
TABELA 25	Valores de energia metabolizável aparente, em kcal/kg na matéria seca (MS), calculados por equação recomendada pelo NRC (1985) e por Atwater (1910), pela equação de predição e pelo ensaio de metabolismo, dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	68

RESUMO

NUMAJIRI, Lilian Naomi. **Valores nutricionais de alimentos completos e equações de predição de energia metabolizável para gatos adultos**. 2006. 85p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.*

Foram analisadas as composições químicas, a digestibilidade aparente dos nutrientes, a energia digestível e a energia metabolizável a fim de avaliar a qualidade de 12 alimentos secos comerciais para gatos adultos, classificadas pela indústria como superpremium e premium. O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), utilizando 12 gatos, sem raça definida, com peso médio de $4,0 \pm 0,77$ kg, distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com 12 tratamentos, seis blocos e um animal por unidade experimental. O período de adaptação aos tratamentos foi de cinco dias imediatamente anteriores à coleta de fezes e urina, que foi realizada durante quatro dias. As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott, concluindo-se que as classificações superpremium e premium deveriam ser estabelecidas com base em vários critérios, primariamente na digestibilidade dos nutrientes. Entretanto, ainda são necessários mais estudos. Os valores de fibra detergente neutro (FDN) e de matéria mineral (MM) deste experimento influenciaram na digestibilidade da MS e MO dos alimentos testados. A partir dos valores das análises químicas e dos resultados de EM encontrados nos alimentos, foram estimadas equações para a predição da energia metabolizável aparente (EMA) na matéria seca (MS) e na matéria natural (MN) e do coeficiente de digestibilidade de matéria seca (CDAMS) em alimentos para gatos. As equações foram estimadas por meio de regressões lineares simples e múltiplas, utilizando-se o método *stepwise* do pacote estatístico SAS. Concluiu-se que a gordura em hidrólise ácida (GHA) foi a variável que melhor se correlacionou positivamente nas estimativas da EMAMS, EMAMN e CDAMS. A MM e o FDN foram as variáveis que resultaram em correlação negativa para estimar as equações de CDAMS, EMAMN e EMAMS; e CDAMS e EMAMN, respectivamente, em alimentos comerciais para gatos adultos. A energia bruta (EB) apresentou alta correlação positiva nas estimativas de EMAMN e EMAMS, sendo uma alternativa de inclusão em equações de predição energética, quando houver possibilidade de avaliar esse nutriente em bomba calorimétrica. A equação de predição que obteve melhor coeficiente de determinação ($R^2 = 0,92$) utilizada para calcular a EMA foi: $EMA \text{ (kcal/kg na MS)} = 1810,3224 + 117,1907GHA + 27,4917ENN - 87,7803MM$.

*Comitê de Orientação: Flávia Maria de Oliveira Borges Saad – UFLA/DZO (Orientadora); Antônio Gilberto Bertechini – UFLA/DZO; Raimundo Vicente de Sousa – UFLA/DMV.

ABSTRACT

NUMAJIRI, Lilian Naomi. **Nutritional values of complete foods and equations of prediction of metabolizable energy for adult cats.** 2006. 85p. Dissertation (Master in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras.*

The chemical compositions, the apparent digestibility of the nutrients, the digestible energy and the metabolizable were analyzed in order to evaluate the quality of 12 commercial dry foods, classified for the industry as superpremium and premium. The experiment was lead in the Department of Animal Science of the Federal University of Lavras (FULA), using 12 cats, without defined race, with average weight of $4,0 \pm 0,77$ kg, allotted in randomized blocks design, with 12 treatments, six blocks and an animal for experimental unit. The period of adaptation to the treatments was immediately of five days previous to faeces and urinate collection, which it was carried through during four days. The averages were compared by the Scott-Knott test concluding that the classifications superpremium and premium would have to be established based in some criteria, firstly, in the digestibility of the nutrients, however, still more studies are necessary; the values of fiber neutral detergent (FND) and of mineral matter (MM) in this experiment influenced in the digestibilidade of the dry matter (DM) and organic matter (OM) of tested foods. From the values of the chemical analyses and the found results of ME in foods, were estimated equations for the prediction of the apparent metabolizable energy (AME) in the (DM) and in the natural matter (NM) and of the coefficient of apparent digestibility of dry matter (CADDM) in foods for cats. The equations were estimated through simple and multiple linear regressions, using the method stepwise of the SAS statistical package. One concluded that the fat acid hydrolyze (FAH) was the variable that better was correlated positively in the estimates of the AMEDM, AMEMN and CADDM. The MM and the FND were the variable that had resulted in negative correlation to estimate equations of CADDM, AMENM and AMEDM; e CADDM and AMENM, respectively, in commercial foods for adult cats. The crude energy (CE) presented high positive correlation in the estimates of AMENM and AMEDM, being an alternative of inclusion in equations of energy prediction, when it will have availability to evaluate this nutrient in calorimetric bomb. The prediction equation that better got coefficient of determination ($R^2 = 0,92$) used to calculate the AME is described to follow: $AME \text{ (kcal/kg in the DM)} = 1810,3224 + 117,1907FAH + 27,4917NFE$ (Nitrogen Free Extract) - $87,7803MM$.

*Guidance Committee: Flávia Maria de Oliveira Borges Saad – UFLA/DZO (Adviser); Antônio Gilberto Bertechini – UFLA/DZO; Raimundo Vicente de Sousa – UFLA/DMV.

1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos para gatos pode apresentar um grande incremento em um futuro próximo, uma vez que somente cerca de 20% dos gatos de estimação alimentam-se de rações comerciais.

No mercado nacional, a procura por alimentos industrializados, bem como o mercado de rações em alta, fez com que diversos alimentos premium e superpremium sejam comercializados sem uma regulamentação oficial para isso.

De acordo com o objetivo e o destino destes alimentos, além de parâmetros químicos e físicos determinados pelo Ministério da Agricultura (Brasil, 2003), existem algumas classificações propostas para agrupá-los, de modo a facilitar o entendimento por parte do nutricionista e do proprietário. Dentre estas classificações, popularizou-se aquela estabelecida pela indústria, que atribui as denominações de “linha econômica”, “standard”, “premium” e “superpremium” de acordo com a crescente qualidade do produto. Entretanto, os critérios adotados para esta classificação são subjetivos e não existem normas por parte do Ministério da Agricultura (Brasil, 2003), por meio da Instrução Normativa nº 9. Ao avaliar um alimento para animais de estimação, é importante obter conhecimento dos valores da composição nutricional e de digestibilidade.

Apesar de existirem informações nutricionais científicas em publicações no National Research Council (NRC 1986) e na Association of American Feed Control Official (AAFCO, 1994), ainda são escassas as pesquisas de digestibilidade e de valores energéticos nos alimentos comerciais para gatos.

A determinação dos valores energéticos depende do calorímetro e de metodologias que envolvem ensaios com animais, nem sempre possíveis de realização (Borges, 2003). Assim, a disponibilidade de equações de predição, um método indireto de determinação de EM mediante o uso de parâmetros

químicos e físicos, pode ser uma importante ferramenta para estimar a digestibilidade e a energia metabolizável de alimentos comerciais para gatos.

Nesse contexto, foi conduzido um trabalho com diferentes alimentos comerciais denominados pela indústria como superpremium e premium, a fim de: avaliar a sua composição bromatológica e compará-la com a descrição constante nos rótulos; determinar a digestibilidade aparente dos nutrientes (matéria seca, proteína, fibra em detergente neutro, gordura em hidrólise ácida, extrativo não nitrogenado e cinzas totais) e a partir dos valores das análises químicas e dos resultados de energia metabolizável encontrados nos alimentos, calcular equações para a predição da energia metabolizável em alimentos para gatos adultos.

Com os dados deste experimento, esperam-se estabelecer medidas de digestibilidade para os alimentos comerciais secos e equações de predição de digestibilidade e energia metabolizável aparente, possibilitando aos órgãos fiscalizadores a possibilidade de fixar normas e padrões baseados na qualidade da ração ou até mesmo orientar consumidores finais na escolha do melhor alimento para seus animais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Alguns aspectos da legislação e recomendações de nutrientes para gatos

Embora, nos países industrializados, vários trabalhos com alimentos para animais de companhia tenham sido realizados, no Brasil, os dados, além de escassos, são bem mais recentes. Os principais temas abordam a palatabilidade ou a digestibilidade dos alimentos ou, então, a redução de custos do produto final.

As tabelas do NRC (1985 e 1986) referem-se às concentrações mínimas de nutrientes biodisponíveis. Uma alternativa para melhorar essas tabelas, mas de difícil implementação prática, seria adotar estes mesmos níveis nutricionais mínimos com nutrientes digestíveis e não de nutrientes brutos. Segundo Morris & Rogers (1994), os pontos básicos de orientação para o balanceamento de alimentos comerciais completos poderiam ser: necessidades de nutrientes biodisponíveis, composição dos ingredientes em uso, e biodisponibilidade dos nutrientes nos ingredientes da dieta. O perfil nutricional tenta representar a concentração dietética mínima de cada nutriente essencial que os fabricantes de alimentos comerciais empregam para poderem, com certa tranquilidade, formular dietas que sejam realmente completas e suficientes, do ponto de vista nutricional.

Carciofi (2003) cita que a classificação digestiva dos alimentos não deixa de ter um contra-senso nutricional implícito. Quanto maior a biodisponibilidade de um nutriente, menor quantidade deste é necessária na dieta para o atendimento das exigências dos animais. Assim, alimentos econômicos que apresentam menor quantidade de proteínas e gorduras deveriam ter estes nutrientes mais biodisponíveis, ou seja, com maior coeficiente de digestibilidade.

Para a nutrição animal, todos os nutrientes são importantes, mesmo que sejam exigidos em pequenas quantidades. No entanto, há grande enfoque no valor energético e no conteúdo de proteínas, principalmente o equilíbrio em relação aos aminoácidos essenciais, pois são importantes em termos quantitativos na dieta e na representação de custos (Mejia e Ferreira, 1996). Além disso, é essencial melhorar o valor biológico das proteínas dietéticas, controlar a inclusão de minerais, como cálcio e fósforo, atentar para a inclusão de minerais e vitaminas nos premixes, melhorar a digestibilidade do alimento e, principalmente, basear-se em experimentos com cães e gatos, desenvolvidos com metodologia cientificamente coerente, que comprovem a exigência nutricional e os atributos apregoados para o alimento.

Segundo o Ministério da Agricultura (Brasil, 2003), alimentos completos são aqueles que garantam todos os níveis nutricionais necessários à correta alimentação diária de cães e gatos saudáveis. O *Nutrient Requirements of Dogs* (NRC, 1985) e o *Nutrient Requirements of Cats* (NRC, 1986), apesar de antigos, definem 35 e 41 nutrientes essenciais, respectivamente. A *Association of American Feed Control Officials* (AAFCO, 1994) lista, em suas recomendações, 37 nutrientes para cães e 43 para gatos.

Nos Estados Unidos, a maioria dos proprietários alimenta os seus animais de companhia com produtos comerciais, em vez de utilizar alimentos caseiros, ao contrário do que ocorre no Brasil, que ainda possui um grande mercado de alimentos industrializados para conquistar.

Os alimentos comerciais estão disponíveis em várias formas e são classificados quanto à quantidade de nutrientes, o objetivo pelo qual estão formulados e a qualidade dos ingredientes que contêm. Uma das classificações mais gerais está relacionada ao método de fabricação, aos métodos de conservação e a quantidade de umidade. Estas categorias compreendem os alimentos secos, os enlatados e os semi-úmidos. Os alimentos comerciais

também podem classificar-se segundo a sua qualidade ou segundo os métodos de comercialização utilizados (Saad et al., 2005).

O mercado se encontra segmentado em produtos econômicos, populares, premium e superpremium. Esta classificação de mercado vem sendo aceita por consumidores como um critério qualitativo que norteia decisões de compra.

2.1.1 Fatores importantes em alimentos secos para gatos adultos

Os gatos possuem trato digestivo muito curto, o que diminui o tempo de passagem dos alimentos. Além disso, estes animais têm uma menor tolerância a carboidratos na dieta, pois não possuem amilase salivar e sintetizam pouca amilase pancreática (Morri et al., 1987). Ao contrário dos cães, os gatos são carnívoros restritos, pois carecem de certos sistemas enzimáticos e não podem sintetizar alguns nutrientes, devendo obtê-los diretamente do alimento (Borges, 2002):

- os gatos não podem sintetizar ornitina, utilizando a arginina em seu lugar no ciclo da uréia. Por este motivo, as necessidades de arginina são elevadas e uma deficiência pode provocar intoxicações amoniacais fatais, devido à impossibilidade de transformar o amoníaco em uréia;
- os animais obtêm a taurina a partir da metionina e da cisteína. Entretanto, o gato não possui o sistema enzimático capaz de realizar esta transformação sendo dependente da taurina no alimento seco. Além disso, os animais formam os sais biliares a partir de taurina e glicina, no entanto, os gatos não utilizam glicina e, por isso, a dependência de taurina provoca a degeneração da retina, cegueira e doença cardíaca;
- felinos não convertem ácido graxo essencial linoléico em araquidônico (necessário para a síntese de prostaglandinas), devendo ser administrado na dieta. Somente os produtos animais contêm ácido araquidônico, particularmente a farinha de pescado e a gordura de aves e suínos. Sua

deficiência leva a problemas reprodutivos, dermatite, pele hiperplásica, paraqueratose e hemorragia subcutânea;

- felinos também são inaptos na conversão do aminoácido triptofano a niacina (vitamina do complexo B). Suas necessidades de niacina são quatro vezes maiores que a dos cães;
- os gatos não convertem o β -caroteno (presente nas plantas) em vitamina A, por isso necessitam ingerir essa vitamina já formada na dieta.

As altas necessidades protéicas para a manutenção dos gatos resultam da incapacidade das suas enzimas hepáticas, responsáveis pelo catabolismo do nitrogênio, em se adaptar às mudanças da ingestão de proteínas da dieta. Os gatos, assim como outros animais, são incapazes de armazenar nitrogênio. Na maioria dos mamíferos, que são alimentados com dietas ricas em proteínas, as enzimas que intervêm no catabolismo dos aminoácidos, na distribuição do nitrogênio e na gliconeogênese, aumentam a sua atividade para utilizar a quantidade adicional de aminoácidos e transformar o nitrogênio excessivo em uréia. Inversamente, quando se administram dietas com baixo conteúdo protéico, registra-se uma redução da atividade dessas enzimas, conservando o nitrogênio. Este mecanismo adaptativo é muito conveniente, já que permite que os animais conservem os aminoácidos enquanto consomem dietas com reduzido conteúdo protéico; também cataboliza o excesso de aminoácidos quando se consomem dietas com alto conteúdo protéico. Além disso, as enzimas que intervêm no catabolismo do nitrogênio funcionam com índices relativamente elevados de atividade, estado metabólico que faz com que os gatos catabolizem uma quantidade substancial de proteínas depois de cada refeição, independentemente do seu conteúdo protéico. A única alternativa que assegura conservação adequada de aminoácidos nessa espécie depende do consumo constante de uma dieta com níveis elevados de proteína (Case, 1998).

Os ingredientes habitualmente utilizados nos alimentos secos incluem cereais em alta proporção, subprodutos e produtos animais, gordura, alguns produtos lácteos e suplementos vitamínicos e minerais. Normalmente, esses alimentos são extrusados, incluído um determinado nível de amido, para facilitar o correto processamento do produto. Segundo o Ministério da Agricultura (Brasil, 2003), os alimentos secos devem conter no máximo 12% de umidade, 5% de matéria fibrosa, 12% de matéria mineral e 2,4% de cálcio, e no mínimo 24% de proteína bruta, 8% de extrato etéreo e 0,6% de fósforo.

A concentração energética dos alimentos secos varia entre 3500 a 4000 kcal EM/kg, 10% a 15% de gordura, 25% a 35% de proteína e menos de 50% de carboidratos não fibrosos nos alimentos secos. Contêm cerca de 3% de fibra para facilitar a motilidade intestinal. Entretanto, o alto teor de fibra provoca perda de água nas fezes já que a fibra absorve água intestinal, o que leva à fezes úmidas e pastosas. Além disso, a água disponível para ser excretada na urina é menor, o que aumenta o risco de precipitação de ureólitos.

Os alimentos secos de gatos adultos devem conter uma relação cálcio/fósforo disponível de 1,5-2.0:1,0 (Tabela 1). As necessidades de cloreto de sódio são relativamente baixas, já que os gatos não apresentam glândulas sudoríparas e, por isso, as perdas de sódio são mínimas. Além disso, os alimentos com alto conteúdo de ácidos graxos polinsaturados (peixe na composição de ingredientes) devem conter suficiente quantidade de vitamina E para evitar oxidação. Do contrário, podem aparecer depósitos subcutâneos de gordura amarela oxidada, com necrose e inflamação dos adipócitos (esteatite) e descamação da pele. Nos alimentos comerciais de felinos utilizam-se aditivos, como antioxidantes e conservantes (Borges, 2002).

TABELA 1 Nível de nutriente e porcentagem de ingrediente, em alimentos secos para gatos adultos.

Nutriente	Nível
Energia metabolizável (kcal/kg)	>4000
Proteína bruta (%)	16-25
Gordura (%)	>10
Fibra bruta (%)	<3
Lisina (%)	>0,85
Metionina+cistina (%)	>1,10
Treonina (%)	>0,75
Triptofano (%)	>0,15
Arginina (%)	>1,00
Taurina (%)	>0,10
Cálcio (%)	>0,60
Fósforo disponível (%)	0,20-0,30
Sódio (%)	>0,15
Linoléico (%)	>0,50
Araquidônico (%)	>0,02
Limites de inclusão de ingredientes	
Ingrediente	Limite (%)
Cereais	35-50
Torta de soja	0-15
Farelo de trigo	0-10
Farinha de carne	20-40
Farinha de peixe	5-15
Gordura bovina	5-15
Óleos vegetais	0-10
Exemplo de ração seca	
Matérias-primas	(%)
Fubá de milho	44
Farelo de trigo	10
Farinha de carne	20
Farinha de peixe	10
Gordura bovina	10
Óleo de soja	5
Premix mineral e vitamínico	1

Fonte: Borges (2002)

2.1.2 Processamento dos alimentos comerciais secos

Na alimentação dos animais, podem ser fornecidas alimentos comerciais ou alimento caseiro. Entretanto, a utilização de dietas caseira é bastante questionada, considerando-se a dificuldade em se atingir um equilíbrio nutricional adequado. O tempo, o trabalho e os ingredientes gastos na

preparação de uma dieta caseira devidamente padronizada, a tornam pouco recomendável e mais dispendiosa. Por outro lado, existe uma infinidade de produtos disponíveis no mercado, incluindo alimentos úmidos, semi-úmidos e secos, que diferem quanto ao teor de umidade e ao processamento tecnológico (Borges & Nunes, 1998).

Inicialmente, no passado, os alimentos utilizados eram peletizados e pouco palatáveis, diferentes das extrusadas que, atualmente, são produzidas e apresentam melhor digestibilidade, palatabilidade e metabolização dos nutrientes (Prada, 2002).

O processamento de alimentos extrusados exige a adição de uma certa quantidade de cereais, ricos em amido, que permitirá que a máquina promova uma extrusão adequada do produto. Os carboidratos, ao favorecerem uma maior expansão, conseqüentemente, acarretam em uma diminuição na densidade aparente do produto, deixando-o mais leve e crocante e, por outro lado, causa uma redução proporcional nos níveis de proteína e gordura, refletindo também na redução do custo de produção da dieta. No entanto, o animal acaba recebendo uma dieta, muitas vezes, não adequada às suas exigências nutricionais, consumindo o alimento por falta de opção e pela presença de flavorizantes (Tardin, 2002).

As recomendações do NRC (1985) indicam que uma proporção variável das proteínas incluídas nos alimentos comerciais para gatos é indigerível e que os métodos de processamento podem ocasionar mudanças na biodisponibilidade de certos aminoácidos (Silva, 2003).

O processamento dos ingredientes e dos alimentos secos, tais como secagem, tratamentos por pressão, aumento de temperatura, moagem, peletização, extrusão, tratamentos enzimáticos e misturas, entre outros, pode alterar drasticamente uma formulação, exigindo adaptações. O conhecimento do

impacto dessas manipulações sobre a formulação deverá ser uma preocupação constante do formulador (Ribeiro, 2002).

As atuais exigências na área de alimentos estão cada vez mais restritivas em relação às normas de qualidade e à segurança alimentar, estando as indústrias de alimentos secos inseridas nesse contexto. A prevenção da contaminação, tanto dos ingredientes quanto dos produtos finais, deve ser feita por meio de um adequado plano estratégico, seguindo a Análise dos Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e as Boas Práticas de Fabricação (BPF) (Araújo, 2002).

Diante de tantas interferências do homem sobre a nutrição dos animais de estimação, no tocante à oferta de alimentos, tem-se buscado corrigir algumas das falhas com o desenvolvimento de dietas ricas em proteínas de alto valor biológico, energeticamente densas, com elevado teor de gorduras e com redução da utilização de cereais na composição, características dietéticas que estão mais próximas daquilo que os animais ingeriam no ambiente natural. A tendência atual é buscar maneiras cada vez mais saudáveis de alimentar os animais de estimação, aliando-se os conhecimentos modernos sobre nutrição às avançadas tecnologias de processamentos industrial (Tardin, 2002).

2.1.3 Classificação dos alimentos secos quanto à qualidade

Nos Estados Unidos, são recomendados alguns produtos cujos rótulos são verificados, por meio dos ensaios de alimentação, pela *Association of American Feed Control Official* (AAFCO, 1994); os pequenos fabricantes produzem e vendem os seus produtos regionalmente e algumas firmas chegam a utilizar produtos de várias fabricações colocando apenas o seu rótulo. No Brasil, a situação é semelhante, exceto que os alimentos comerciais atendem às recomendações do Ministério da Agricultura (Brasil, 2003), por meio da Instrução Normativa nº 9, de 09 de julho de 2003, que fixa padrões de identidade

e qualidade de alimentos completos, mas não disponibiliza dados referentes à digestibilidade.

Os alimentos comerciais poderão apresentar os mesmos valores dos nutrientes expressos nos rótulos e possuir variáveis coeficientes de digestibilidade (Huber et al., 1986), mas, aqueles que apresentarem maior digestibilidade, terão mais qualidade.

As marcas comerciais de alimentos para cães e gatos podem classificar-se em três tipos: populares, de qualidade e genéricas.

2.1.3.1 Alimentos genéricos

Os alimentos genéricos são também denominados de combate ou *price*. São alimentos de baixo custo, com ingredientes baratos, de baixa qualidade e realizam poucos testes, baseando-se em métodos de cálculos, desconsiderando as recomendações da AAFCO para justificar o rótulo. Não possuem uma etiqueta de marca e são geralmente produzidas em certas regiões ou locais delimitados. Ensaio experimentais têm demonstrado que os nutrientes e digestibilidade são inferiores aos alimentos populares ou *premium* (Case et al., 1998). Além disso, apresentam baixa palatabilidade e fezes volumosas, o teor de proteína de origem vegetal é maior do que o de proteína de origem animal, os níveis de gordura são baixos, enquanto os teores de fibra bruta e matéria mineral estão acima dos limites preconizados. Não é recomendado para animais em crescimento ou gestação. Sua fórmula é variável, havendo eventuais substitutos, devido ao custo da matéria-prima e disponibilidade dos nutrientes (Prada, 2002).

2.1.3.2 Alimentos populares

Os alimentos populares podem ser denominados de econômicos ou comerciais. Há investimento em marketing, tendo uma maior importância em relação à palatabilidade e à digestibilidade. Os níveis nutricionais são mais altos,

normalmente confiáveis e possuem digestibilidade intermediária, com adequação nutricional e análise química detalhada. A formulação ainda é variável e os ingredientes dependem de preço e disponibilidade do mercado. São mais baratos que as marcas de qualidade (Case et al., 1998).

2.1.3.3 Alimentos premium

A ênfase nos alimentos premium é a qualidade dos nutrientes, com custo alto, assim como o produto final. Possuem alta digestibilidade e disponibilidade dos nutrientes e alta densidade nutricional. As companhias divulgam as informações e os materiais educativos para os proprietários. A formulação é fixa. Não há eventuais substitutos de alimentos. Existe garantia por meio de testes com animais e seguindo protocolos reconhecidos (AAFCO, 1994). Enfim, são alimentos que garantem saúde a longo prazo para os animais que os consomem (Case et al., 1998).

Dúvidas sobre o custo de produção e o preço final da venda para o consumidor, em que cada um dos produtos nestas categorias tem um lugar no mercado, com dimensões subjetivas entre o custo e o benefício, sugeriam uma publicação em revista especializada sobre o assunto, distribuindo as diferentes categorias e dando preço médio para cada segmento. A análise das marcas baseou-se na qualidade e custos dos ingredientes, bem como no seu valor nutritivo (digestão e absorção). Assim, segundo Prada (2002), classificou-se os alimentos foram classificados em: price, econômicos, standard ou comercial, premium, superpremium e performance.

2.2 Mercado de alimentos industrializados para cães e gatos

A atual população de cães e gatos brasileiros apresenta um consumo potencial de alimentos industrializados de 3,45 milhões de toneladas por ano e faturamento de US\$ 2,932 bilhões. Esses dados tornam o Brasil o segundo maior

mercado do mundo. Entretanto, 40% dos animais de companhia recebem alimentos industrializados, sendo os outros 60% alimentados com sobras de mesa. Em torno de 100 fabricantes dividem este total, com aproximadamente 500 marcas no mercado. Segundo ANFAL PET, são 2,05 milhões de toneladas de arroz, carnes, leite e outros alimentos utilizados para alimentar nossos animais de companhia (PetBr, 2006).

A rentabilidade no setor de alimentos industrializados para cães e gatos é excelente e são produtos de alto valor agregado. Por esses motivos, multinacionais européias e norte-americanas também aumentam gradualmente as vendas para o Brasil. Estimativas indicam que as importações de rações para animais domésticos situam-se entre 3% e 5% da demanda brasileira. Em geral, são produtos superpremium que contribuem para complementar as vendas do Brasil. Aproximadamente 40% da produção brasileira referem-se a produtos econômicos, estando o restante dividido entre produtos top, premium e superpremium (Herbário, 2006).

Case (1995), citada por Prada (2002), descreveu que, na América do Norte, cerca de seis órgãos oficiais estão envolvidos na regulamentação, fiscalização e pesquisa de alimentos e produtos para cães e gatos. As duas maiores e conceituadas instituições, a *Association of American Feed Control* (AAFCO) e a *National Research Council* (NRC), reconhecidas em todos os países, estabelecem padrões e normas para fabricação, nomenclatura de matérias-primas, padronizam regras para testes, consultam e avaliam trabalhos científicos realizados no mundo inteiro e recomendam os níveis mínimos para cada espécie, raça e estado fisiológico. Além dessas importantes instituições, existem outras com conceituada participação. São elas: a *Food and Drug Administration* (FDA), que especifica ingredientes permitidos no processo de fabricação; a *United States Department of Agriculture* (USDA) – que se assemelha, em parte, ao Ministério da Agricultura e a *Canadian Veterinary*

Medical Association (CVMA), que atua voluntariamente na administração de certificados dos produtos pet (Prada, 2002).

2.3 Avaliação de alimentos comerciais para cães e gatos

A ampla variedade de alimentos comerciais para cães e gatos que são fabricados e vendidos transforma a seleção de uma dieta adequada em um processo complexo e confuso (Case et al., 1998).

As informações de rótulo dos alimentos comerciais quanto à composição nutricional é insuficiente para assegurar ao proprietário e ao nutricionista a adequação deste alimento para a alimentação de um cão ou gato. Isto porque se sabe que o processamento do alimento pode interferir na biodisponibilidade dos nutrientes, assim como existe uma interação dos nutrientes presentes nos diferentes ingredientes que compõem uma ração (Farey Jr, 2003). Ferreira et al. (2005) ressalta que o valor nutricional da dieta é melhor determinado pelo seu conteúdo em nutrientes digestíveis, ou mesmo disponíveis, não se resumindo, simplesmente, na sua composição química. Além disso, os teores nutricionais declarados no rótulo dos alimentos não asseguram, de modo geral, que os nutrientes essenciais estejam em quantidade suficiente neste alimento.

A metodologia de *Weende* permite a avaliação da maioria dos alimentos, objetivando a formulação de alimentos comerciais. Essa metodologia, embora muito usual, incorre em uma série de problemas que induzem a equívocos na interpretação dos resultados, ou os mesmos não se prestam totalmente para caracterizar o valor de determinado alimento. Um outro problema se refere à utilização de análises químicas inadequadas para calcular-se a digestibilidade ou a metabolizabilidade dos alimentos que conterà, em consequência, uma sub ou superestimação dos valores reais. Os erros nas análises químicas são mais significativos que aqueles cometidos nos protocolos experimentais. Assim mesmo, é preciso estabelecer com cuidado as análises químicas mais

convenientes para cada caso e desenvolver os procedimentos analíticos dentro dos padrões de recomendação (Ferreira et al., 2005).

Outra forma para determinação dos níveis de nutrientes de um produto baseia-se no cálculo de seu conteúdo médio, a partir dos valores descritos nas tabelas de referência. As tabelas de referência representam valores médios e não refletem as diferenças de qualidade dos ingredientes. A forma de processar industrialmente um alimento afeta também o conteúdo e a disponibilidade de nutrientes. O cálculo do conteúdo de nutrientes a partir de uma formulação escrita não inclui as perdas que podem ocorrer durante o processamento ou o armazenamento do produto. Hoje em dia, ainda não existe informação que permita prever de forma fiável estas perdas. Por isso, a análise laboratorial do alimento processado é o método mais preciso para determinar o conteúdo em nutrientes dos alimentos para animais (Case et al., 1998).

Segundo Silva et al. (1999), a maioria das empresas produtoras de alimentos secos para pequenos animais no Brasil ainda não mantém como rotina a realização de avaliações práticas de digestibilidade, conforme recomendam os protocolos científicos da AFFCO (1994), que regula o desenvolvimento e a comercialização de alimentos industrializados nos Estados Unidos. Isso porque o Ministério da Agricultura não exige que sejam feitos estudos para correlacionar a digestibilidade à qualidade do produto em questão e, por conseguinte, seu registro e ingresso no mercado consumidor brasileiro.

Por este motivo, torna-se fundamental a avaliação da adequação de uma ração completa para cães e gatos por meio de ensaios biológicos.

Existem descritos métodos químicos e biológicos para a avaliação dos ingredientes e do alimento processado, possibilitando o desenvolvimento e a padronização de procedimentos analíticos (Fahey Jr., 2003).

Embora a determinação da digestibilidade de uma ração seja uma boa medida de avaliação qualitativa de um alimento, este método de quantificação é

insuficiente para determinar o impacto do alimento em questão na saúde dos animais. Nem sempre o alimento mais digestível é o que apresenta maior valor biológico. Por esse motivo, além da análise química e a determinação da digestibilidade de nutrientes específicos, estudos de saúde a longo prazo e de metabolismo são importantes para uma avaliação mais precisa do alimento para cães e gatos.

2.3.1 Ensaios de digestibilidade dos nutrientes nos alimentos secos

A avaliação dos níveis de garantia de um alimento seco não é uma maneira segura de se verificar e assegurar a qualidade de um produto, pois não informam acerca dos níveis de nutriente digestíveis, ou seja, que realmente serão utilizados pelos animais. Ao se determinar a digestibilidade dos nutrientes de um alimento, pode-se ter maior segurança em relação ao que realmente estará sendo aproveitado pelo animal, pois, mesmo que um alimento seco apresente elevado teor de proteína, não significa que esse nutriente estará sendo disponibilizado ao animal. Isso irá depender de sua digestibilidade (Case et al., 1998).

Algumas empresas até fazem a classificação dos próprios alimentos secos baseada primariamente na digestibilidade dos nutrientes, entretanto, não existe uma padronização das metodologias empregadas pelas empresas para a obtenção destes resultados. Sabe-se que a digestibilidade dos nutrientes sofrem influência do próprio alimento, do animal experimental e dos níveis de consumo, entre outros fatores (Borges & Gonçalves, 1997), tais como a integridade do trato digestório, as influências do consumo calórico, as características individuais e as particularidades de cada raça (Borges & Nunes, 1998).

Digestibilidade é a fração do alimento consumido que não é recuperada nas fezes ou quanto do nutriente ingerido foi absorvido pela mucosa intestinal. A partir dessa suposição, pode-se estabelecer o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) que estima o percentual do nutriente absorvido. A

digestibilidade é considerada aparente, porque as fezes são importantes na eliminação de minerais, compostos nitrogenados (proteínas) e lipídeos, provenientes da descamação da mucosa, enzimas digestivas e bile (Church & Pond, 1988).

Para Case et al. (1998), a digestibilidade verdadeira pode ser determinada subtraindo-se a perda metabólica normal de nutrientes do conteúdo presente nas fezes, algo que pode ser feito a partir de ensaios de digestibilidade, comumente realizados com as proteínas. Administra-se aos animais uma dieta livre de proteínas ou de muito baixo teor protéico, por um curto período, determinando-se então o nível de excreção protéica basal. Este dado pode ser utilizado quando se realiza o ensaio de digestibilidade para justificar a perda metabólica endógena de origem protéica pelas fezes. De fato, a digestibilidade aparente é uma indicação mais precisa no que se refere à capacidade de fornecimento de nutrientes pela dieta. A digestibilidade aparente é mais empregada, principalmente em cães, devido à sua simples obtenção e ao fato de não proporcionar valores distorcidos, como freqüentemente ocorre quando se trabalha com a digestibilidade verdadeira, principalmente em relação aos níveis de proteína bruta e de extrato etéreo, uma vez que o trato gastrointestinal dos cães apresenta grande eficiência na digestão desses nutrientes (Lôbo Jr., 2000).

A digestibilidade influencia também o volume e a forma das fezes, assim como a freqüência das defecações. À medida que aumenta a capacidade de digestão da dieta, o volume fecal diminui de forma considerável. Além disso, um alimento altamente digerível produz fezes sólidas e bem formadas. Ainda que não seja obrigatório que os fabricantes realizem ensaios de digestibilidade nos seus produtos, os mais reputados e que produzem alimentos de qualidade procuram se assegurar de que os seus produtos contêm níveis de nutrientes que satisfaçam aos requisitos diários dos animais, uma vez absorvidos pelo organismo (Case et al., 1998).

A digestibilidade verdadeira e a aparente só podem ser determinadas por meio de ensaios de alimentação controlados. Estudos realizados por Karr-Lilienthal et al. (2004) para determinar a digestibilidade verdadeira demonstraram que cerca de 50% do nitrogênio (N) fecal em cães da raça *Beagle*, alimentados com diferentes dietas, é de origem bacteriana. Hendriks & Kugappiyai. (2002) estimaram uma perda ileal endógena de nitrogênio em cães de 2,27g/kg de matéria seca ingerida, quando estes animais foram alimentados com dieta livre de aminoácidos. Mesmo assim, poucos trabalhos utilizam a digestibilidade verdadeira em animais de companhia por ser um método mais dispendioso que a determinação da digestão aparente.

Segundo Vasconcellos (2004), pode-se determinar a digestibilidade total ou ileal do material não digerido da porção do trato gastrointestinal. A digestibilidade total resulta da coleta das fezes excretadas pelo animal e a digestibilidade ileal é determinada pela coleta da digesta diretamente da porção terminal do intestino delgado (ileal). A utilização de um destes métodos vai depender do objetivo do estudo, sendo a principal vantagem da coleta ileal, prevenir a biotransformação de nutrientes, pela flora intestinal, durante a passagem pelo intestino grosso. A digestão total, tanto da matéria seca quanto da matéria orgânica e da proteína bruta, em cães, é significativamente maior que a ileal. Apesar dessas diferenças, o local mais preciso para o estudo da absorção de um ou mais nutrientes vai depender do comportamento biológico do nutriente em estudo (Hendriks et al., 2002).

Embora a técnica de canulação seja utilizada em cães e represente um bom método para estudos envolvendo digestibilidade de aminoácidos, amido e alguns tipos de fibra, complicações, como infecção da ferida cirúrgica, rotação da cânula, peritonite e enterite, podem ocorrer nesta espécie (Hill et al., 1996). Mawby et al. (1999) concluíram que a canulação ileal em gatos não é recomendada, uma vez que quatro dos seis gatos canulados em seu estudo

morreram por complicações no pós-cirúrgico, apresentando alguns dos problemas citados acima.

Segundo Andreasi (1956), citado por Vasconcellos (2004), existem dois métodos básicos para a realização de ensaios de digestibilidade *in vivo*, o método convencional ou de coleta total e o método dos indicadores ou substâncias índices. Pelo primeiro método, colhem-se totalmente as fezes e quantifica-se todo o consumo alimentar durante o período experimental, sendo os coeficientes de digestibilidade obtidos pela razão entre o que não apareceu nas fezes e o alimento ou nutriente ingerido. Para a realização destes ensaios, há a necessidade de manterem-se os animais em gaiolas metabólicas individuais e ser rigoroso com a quantificação do consumo alimentar e excreção fecal.

Vasconcellos (2004) cita que o método dos indicadores é uma opção quando se torna difícil ou inconveniente mensurar-se a ingestão ou coletar-se totalmente as fezes. O método depende do uso de uma substância referência, denominada indicador e representa uma alternativa, pela não necessidade dos animais serem mantidos em gaiolas específicas para os ensaios de metabolismo e os dados referentes ao consumo alimentar e quantificação das fezes serem dispensáveis, tornando o procedimento menos dispendioso em certas condições. Os indicadores podem ser internos, tais como a lignina, a sílica, a fibra bruta, a fibra em detergente ácido, entre outros; ou externos, citando-se, por exemplo, o óxido crômico, o itérbio, o diatomito, as terras raras, que atuam como substâncias de referência (Lôbo Jr., 2000).

Estes ensaios biológicos incluem um período de tempo para adaptar o animal à alteração da dieta e remover do trato gastrointestinal a alimentação anterior. Períodos de um dia têm sido propostos como suficientes para aves, exceto para alimento mais fibrosos, para os quais períodos maiores têm sido preconizados. Já outros autores indicam períodos maiores, de até cinco dias (Sibbald & Morse, 1982). Case et al. (1998) descreve, que a dieta teste deve ser

administrada aos animais durante um período de adaptação de cinco a sete dias, seguidos de três a cinco dias para o período de coleta de fezes.

Os alimentos de qualidade para animais, geralmente, têm coeficientes de digestibilidade superiores e os produtos genéricos apresentam uma digestibilidade inferior (Huber et al, 1986). Quanto aos alimentos secos de qualidade, pode-se encontrar digestibilidade de 89%, 95% e 88% proteína, lipídios totais e carboidratos, respectivamente. Em geral, os ingredientes para animais têm uma digestibilidade inferior comparativamente à maioria dos alimentos destinados ao consumo humano. À medida que aumenta a qualidade dos ingredientes utilizados, verifica-se, paralelamente, um aumento da digestibilidade dos nutrientes do alimento (Case et al., 1998). Kendall et al., (1982a), em estudo comparativo entre cães e gatos sobre os coeficientes de digestibilidade dos principais nutrientes em alimentos comerciais, observaram que os gatos apresentaram menores coeficientes de digestibilidade de todos os nutrientes avaliados quando comparados aos cães. As diferenças encontradas foram devido às diferenças metabólicas e digestivas entre as espécies e à possibilidade de erros laboratoriais nas análises das fezes dos gatos, pela alta contaminação com pêlos.

Um alimento com baixo coeficiente de digestibilidade contém uma proporção elevada de ingredientes que as enzimas do conduto gastrintestinal não podem digerir. Estes componentes passam para o intestino grosso, onde são parcial ou totalmente fermentados pelas bactérias do cólon. Uma fermentação bacteriana excessiva produz gases, fezes moles e, ocasionalmente, diarreia. Além destes efeitos secundários, um alimento que seja pouco digerível deve ser administrado em maior quantidade, dado que o animal absorve uma menor proporção de nutrientes do alimento em questão. À medida que é consumida uma maior quantidade, também aumenta a velocidade de passagem pelo conduto gastrintestinal. A passagem rápida do alimento através do intestino reduz a

digestibilidade da dieta e contribui para o aumento de volume das fezes. A digestibilidade de um alimento para animais diminui com a presença de níveis elevados de fibra dietética, cinzas, fitatos e proteínas de baixa qualidade. Um processamento inadequado ou sujeito a níveis de temperatura excessivamente altos afeta negativamente a digestibilidade do produto. Inversamente, a digestibilidade dos alimentos aumenta com a inclusão de ingredientes de alta qualidade, níveis elevados de gordura e processamento adequado (Case et al., 1998).

Segundo esses autores, é importante que os proprietários e profissionais saibam que os produtos animais de baixa qualidade e que contêm uma proporção elevada de pele, pêlo, plumas e tecido conjuntivo não são bem digeridos pelos cães e gatos. Mesmo que um alimento que contém produtos de origem animal de alta qualidade proporcione uma digestibilidade superior, comparado ao alimento de origem vegetal, aqueles alimentos que contêm ingredientes de baixa qualidade podem apresentar uma digestibilidade inferior em relação aos produtos vegetais com um perfil similar de nutrientes.

Estudos realizados por Kendall et al. (1982a) demonstraram que, apesar dos cães e gatos pertencerem à mesma ordem dos carnívoros, o cão possui uma natureza mais onívora, enquanto os gatos são estritamente carnívoros. Esta diferença reflete na capacidade de digerir determinados nutrientes da dieta alimentar, como a superioridade de digestão de fibras dietéticas dos cães, em comparação com o gato.

Os alimentos comerciais para cães e gatos podem apresentar variações significativas na sua digestibilidade e disponibilidade de nutrientes. As embalagens dos produtos podem indicar a mesma lista de ingredientes e o mesmo conjunto de análises garantido, no entanto, sua digestibilidade pode ser diferente. Esta variabilidade tem efeitos diretos na capacidade que cada dieta tem para proporcionar níveis suficientes de nutrientes ao animal. Deve ser

administrada uma quantidade maior de determinado alimento pouco digerível, com a finalidade de satisfazer às necessidades nutritivas do animal.

Os ensaios de digestibilidade de quatro alimentos comercializados para animais com um conjunto garantido de análises idêntico mostraram que o produto de uma marca nacional possuía um nível de digestibilidade significativamente superior em relação às outras três marcas estudadas, em termos de preço de custo (Huber et al, 1986). É importante observar que, neste estudo relatado, os valores analíticos, obtidos por meio de análises químicas, não forneceram informação que indicasse diferenças no nível de digestibilidade dos alimentos.

A legislação da AAFCO não obriga que os fabricantes de alimentos para animais incluam declarações de digestibilidade de caráter quantitativo ou comparativo, em suas embalagens. Esta informação só pode ser obtida por meio da administração concreta do alimento. Alguns fabricantes incluem dados sobre a digestibilidade na literatura a respeito dos seus produtos, e outros fabricantes de marcas de qualidade, incluem este tipo de informação no material educativo que fornecem aos varejistas, às lojas de animais e aos veterinários que vendem seus produtos. No entanto, a maioria das marcas mais populares comercializadas nas cadeias de lojas de alimentação não fornecem informação sobre digestibilidade. Os proprietários de animais devem selecionar alimentos que tenham digestibilidade igual ou superior a 80% da matéria seca e devem rejeitar qualquer alimento cuja digestibilidade seja inferior a 75%.

Case et al. (1998) descrevem que a embalagem de um alimento para cães e gatos e a sua administração também podem fornecer informação valiosa sobre a digestibilidade do alimento. Um produto muito digerível produz fezes de pequeno volume, bem formadas e sólidas. Além disso, as fezes não devem conter muco, sangue ou qualquer outro componente reconhecível do alimento. A frequência da defecação deve ser relativamente baixa e os movimentos

intestinais devem ser regulares e comparáveis. O alimento deve facilmente manter a velocidade de crescimento e o peso corporal normais no animal, sem que seja necessário uma administração em quantidades excessivas e, a longo prazo, esta alimentação deverá proporcionar uma pele e pelagem saudáveis. Apesar destas observações não fornecerem informações quantitativas sobre a digestibilidade do produto, são medições razoáveis em relação à capacidade do alimento fornecer nutrientes que possam ser bem absorvidos pelo animal doméstico.

2.3.2 Metodologia de obtenção dos valores energéticos dos alimentos

O valor energético dos alimentos para muitas espécies é expresso em conteúdos de energia digestível (ED) ou metabolizável (EM), que podem ser obtidos por ensaios *in vivo* ou por meio de equações de predição que considerem a composição química e ou os coeficientes de digestibilidade ou metabolizabilidade, respectivamente, dos princípios nutritivos (Ferreira et al., 2005).

A densidade energética determina a quantidade diária de alimento consumido e, portanto, influencia diretamente a quantidade dos demais nutrientes essenciais que o animal consome. Assim, é importante equilibrar as dietas de forma correta, de maneira que satisfaçam às demandas de todos os nutrientes, ao mesmo tempo em que satisfazem às demandas energéticas. Por essa razão, se expressam os níveis dos nutrientes energéticos em concentração de EM em vez de porcentagem de peso do alimento. A densidade energética muito baixa restringe a ingestão de alimento pelas limitações físicas do trato gastrointestinal, ocasionando um déficit de energia. Entretanto, a ingestão de um alimento mais palatável pode anular a tendência que o animal tem de regular a sua ingestão de forma adequada. A manutenção do peso corporal e da taxa de

crescimento normais é o critério mais utilizado para determinar a quantidade apropriada de alimento (Case et al., 1998).

A AAFCO e o Ministério da Agricultura exigem que o valor energético de um alimento seja expresso em quilocalorias de EM. A EM pode ser estimada por meio de análises químicas dos alimentos ou, de forma menos precisa, a partir dos valores padrões de energia para proteínas, extrativo não nitrogenado e gorduras. Também pode se obter uma estimativa aproximada da EM de um alimento utilizando os valores de análises presentes no rótulo da embalagem. Os fatores modificados de *Atwater* (1910) são utilizados para calcular a quantidade de energia fornecida pelo extrativo não nitrogenado, proteínas e lipídeos. O conteúdo de extrativo não nitrogenado pode ser obtido nos níveis de garantia impressos no rótulo por meio de uma subtração:

$$\text{ENN} = 100\% - \% \text{ de umidade} - \% \text{ de proteína} - \% \text{ de gordura} - \% \text{ de matéria mineral} - \% \text{ de fibra bruta}$$

A seguir, calculam-se as calorias fornecidas por nutriente, em 100g de alimento. Estima-se a quantidade de alimento que deve ser ingerida dividindo-se as demandas energéticas diárias do animal pela densidade de energia da dieta. Considera-se que cada cão ou gato seja um indivíduo diferente e que estes cálculos são somente um guia ou ponto de partida para determinar as demandas diárias do animal (NRC, 1985).

$$\text{EM} = (\text{proteína (g)} \times 3,5) + (\text{gordura (g)} \times 8,5) + (\text{extrativo não nitrogenado (g)} \times 3,5)$$

Toda substância contendo carbono e hidrogênio pode ser oxidada fornecendo energia. Esta energia desprendida da queima total dos alimentos é denominada energia bruta (EB), pois não existe nenhuma indicação se o animal pode aproveitá-la, e quanto pode ser aproveitada. Os valores que traduzem a

utilização da energia pelos animais são aqueles expressos em energia digestível (EB do alimento – EB das fezes), energia metabolizável (EB do alimento – EB das fezes – EB da urina – gases da digestão), energia líquida (EM – incremento calórico) e energia produtiva (EL – energia de manutenção). Nos monogástricos a quantidade de metano é pequena; a energia oriunda dos gases da digestão normalmente é omitida nos cálculos para EM (Nunes, 1998).

As normas da AAFCO (1994) permitem que os fabricantes determinem o conteúdo de EM por meio de um dos seguintes métodos:

- o cálculo que utiliza os fatores modificados de *Atwater* (1910) e valores de proteínas e gordura e do ENN, obtidos por análise (as amostras devem ser obtidas a partir de, pelo menos, quatro lotes diferentes do produto);
- o cálculo a partir dos nutrientes ou da energia digestível (os dados obtêm-se a partir de ensaios de digestibilidade, sem coleta de urina);
- determinação direta a partir de ensaios de digestibilidade, incluindo a coleta de urina.

A utilização dos fatores modificados de *Atwater* (1910) para o cálculo da EM em alimentos comerciais para animais de estimação conduz a uma sobrestimativa do seu conteúdo em alguns produtos. Pelo contrário, o cálculo a partir da ED, utilizando um fator de correção para a perda de energia pela urina, se aproxima muito dos valores de EM obtidos a partir da sua determinação direta. Esta discrepância significa que os fabricantes que utilizam a determinação direta da EM, ou a obtêm a partir dos dados dos ensaios de digestibilidade, representarão de forma precisa a EM do produto na etiqueta. A AAFCO exige, sempre que se utilizam ensaios de digestibilidade para estimar a EM, que o valor indicado na etiqueta não ultrapasse nem seja menor que o valor obtido a partir do método utilizado para determinar o valor da EM quando selecionam o produto a adquirir (Case et al., 1998).

2.3.3 Estimativa dos valores de energia metabolizável por meio de equações de predição

Vários trabalhos têm sido realizados visando à predição dos valores de energia dos alimentos por meio de métodos indiretos. A determinação dos valores energéticos depende do calorímetro e de uma metodologia que nem sempre pode ser executada (Borges, 1999). Assim, a disponibilidade de equações de predição, que é um método indireto de determinação de EM, mediante o uso de parâmetros químicos e físicos dos alimentos para uso prático, pode ser uma importante ferramenta para aumentar a precisão no processo de formulação de rações, de tal forma que possam corrigir os valores energéticos, de acordo com as variações da composição química das rações (Albino e Silva, 1996).

Kienzle (2002) em sua revisão relatou que a primeira equação de predição para EM continha fatores de 4,1, 9,3 e 4,1 kcal/g para proteína, gordura e carboidratos, respectivamente, dados obtidos principalmente das dietas à base de carne. A fibra não participava dessa equação. Geralmente, a digestibilidade dos nutrientes de alimentos processados para animais de estimação é < 90%, conseqüentemente, os fatores de *Atwater* (1910) superestimavam a EM. Então, os fatores foram modificados a 3,5, 8,5 e 3,5 kcal/ g de proteína, gordura e hidrato de carbono, respectivamente. A equação de Kuhlmann et al. (1993) é baseada na energia bruta do alimento: $EM \text{ (kcal)} = EB \text{ (kcal/g)} \times 1,209 - 1,911$. Essa equação estima a digestibilidade indiretamente, principalmente pela gordura e uma extensão menor pelo índice de proteína, porque estes nutrientes têm um calor mais elevado da combustão do que aquele dos carboidratos e o tipo de fibra usado em alimentos de animal de estimação.

Kienzle et al. (1998a), trabalhando com cães e gatos, desenvolveram um método para estimar EM baseado na análise de EB pela bomba calorimétrica e na predição de digestibilidade aparente da energia pelo conteúdo de fibra na

dieta. Estes autores concluíram que, em alimentos para cães, justifica-se prever a equação de EM, relacionando a EM experimental e a EM calculada. Entretanto, em alimentos para gatos, são necessários mais dados para uma recomendação final.

O NRC (1985) utiliza os fatores de Atwater (1910) modificado para estimar energia metabolizável para alimentos industrializados para animais de estimação. Entretanto, este método utiliza os valores médios de digestibilidade para proteína, gordura e extrativo não nitrogenado que pode subestimar ou superestimar os valores energéticos, dependendo da origem e da qualidade dos ingredientes utilizados. Ainda existem poucos trabalhos com base científica para determinar os valores energéticos em alimentos comerciais para gatos adultos. A determinação dos valores energéticos em ensaio biológico é um método preciso e uma alternativa interessante para estimar a EM por meio de equações de predição nos alimentos industrializados para gatos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e instalações

O experimento foi realizado no gatil do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

O gatil possui uma área de 18 m² (6 m x 3 m), paredes com altura de 3 m, três janelas (0,30 m x 1 m) permitindo a ventilação adequada no interior do recinto, piso de cimento rústico e coberto com telha de amianto.

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas durante todo o período experimental, recebendo água *ad libitum* e os alimentos comerciais em quantidade suficiente para a manutenção de gatos adultos, calculados segundo a recomendação de 70 kcal EM/kg PV (Borges, 2002). Além disso, o local

continha uma prateleira para armazenar as rações, duas mesas utilizadas para manipulação, inspeção e medicação dos animais e dois congeladores nos quais as amostras coletadas foram armazenadas até o processamento para realizar as análises bromatológicas.

As gaiolas metabólicas foram construídas e adaptadas conforme modelos utilizados para ensaios de digestibilidade em coelhos, de arame galvanizado e chapas metálicas nas laterais para evitar a perda de urina. Sob cada gaiola foi colocada uma bandeja com um orifício no centro que conduzia a baldes plásticos para coleta de urina.

3.2 Animais e tratamentos

Foram utilizados 12 gatos adultos, sem raça definida, com peso médio de 4,0 kg \pm 0,77, identificados e distribuídos ao acaso em 12 tratamentos, durante seis períodos de coleta, totalizando seis repetições por tratamento (72 unidades experimentais).

Os tratamentos testados foram 12 alimentos secos para gatos adultos, adquiridos no comércio, em embalagens lacradas. Cada animal recebeu seis tratamentos diferentes ao longo do experimento. Nas Tabelas 2, 3 e 4 estão descritos os níveis de garantia, a composição básica e o enriquecimento, por quilograma de produto, presente nos rótulos, respectivamente, dos 12 alimentos comerciais utilizados no experimento.

TABELA 2: Níveis de garantia, conforme os fabricantes, dos 12 alimentos comerciais avaliados no experimento.

Níveis Nutricionais MN ¹ (%)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
Umidade (máx.)	10	10	12	12	12	12	12	12	10	12	10	10	
PB (mín.)	32	34	30	34	31	28	30	30	31	30	32	32	
EE (mín.)	21	21	12	15	8	8	8	8	8	8	21	13	
MF (máx.)	3,5	2,5	4,0	2,5	4,0	4,0	5,0	5,0	4,5	4,5	3,0	3,5	
MM (máx.)	7,0	7,0	6,0	6,5	8,5	8,0	10	7,0	8,2	9,0	6,5	7,0	
Calcio (máx.)	1,3	1,2	1,3	1,2	1,5	1,3	2,0	1,6	2,5	1,9	1,3	1,3	
Fósforo (mín.)	1,0	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	1	0,9	0,8	1,0	
EM (Kcal / Kg)		4781									4483		

1 - PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, MF – matéria fibrosa, MM = matéria mineral, EM = energia metabolizável

TABELA 3: Composição básica do produto descrito nos rótulos dos 12 alimentos comerciais, identificados de A a L.

Alimentos comerciais	Composição Básica
A	Carne de frango desidratada, milho, gordura de aves, farinha de milho, farinha de peixes, vitaminas, fígado desidratado de frango, polpa de beterraba, cenoura desidratada, óleo de soja, levedura seca de cervejaria, óleo de peixes, ácido fosfórico, metionina, cloreto do potássio, cloreto de sódio, ovo em pó e antioxidante BHA.
B	Carne de frango, fígado de frango, farinha de subprodutos de frango, farinha de arroz, vísceras de ave, farinha de peixe, sêmola de milho, gordura de frango, polpa de beterraba, ovo em pó, hidrolisado de frango e ou subprodutos, levedura seca de cervejaria, premix mineral vitamínico aminoácido.
C	Carne de frango, quirela de arroz, farelo de glúten de milho, farinha de subprodutos de frango, milho integral moído, gordura animal estabilizada com tocoferóis (fonte de vitamina E), farinha de salmão, subprodutos de ave hidrolisada, levedura seca de cervejaria, ovo em pó, cloreto de potássio, óleo de peixe, cloreto de sódio, cloreto de colina, DL metionina, taurina, sulfato de zinco, sulfato ferroso, premix vitamínico (A, D ₃ , E, B ₁₂), riboflavina, niacina, pantotenato de cálcio, sulfato de manganês, biotina, mononitrato de tiamina, ácido fólico, sulfato de cobre, cloridato de piridoxina, menadiona bissulfato de sódio (fonte de atividade de vitamina K), iodato de cálcio, selenito de Na.
D	Carne de frango, milho integral moído, quirela de arroz, farelo de soja, amido de milho, levedura seca de cerveja, gordura animal estabilizada, carne de frango hidrolisada, semente de linhaça, glúten de milho, premix vitamínico mineral aminoácido, cloreto de sódio, fosfato bicálcico, probiótico.
E	Milho integral moído, farelo de glúten de milho, farinha de subprodutos de frango, farelo de soja, gordura animal estabilizada com tocoferóis (fonte de vitamina E), farinha de carne, miúdos de aves hidrolisados, ácido fosfórico, cloreto de sódio, cloreto de potássio, cloreto de colina, corantes (vermelho 40, amarelo 5, azul 2), taurina, sulfato de zinco, sulfato ferroso, ácido cítrico, niacina, premix vitamínico (E, A, B ₁₂ , D ₇), pantotenato de cálcio, sulfato de manganês, riboflavina, biotina, ácido fólico, sulfato de cobre, mononitrato de tiamina, cloridrato de pirodoxina, menadiona bissulfato de sódio, iodato de cálcio, selenito de sódio.
F	Farinha de carne, farinha de carne de frango, extrato de carne, arroz integral, milho integral moído, glúten de milho, trigo integral, óleo vegetal, gordura animal estabilizada, levedura seca de cervejaria, cloreto de sódio, cloreto de potássio, corante, taurina, vitamina E, colina, niacina, metionina, arginina, ac. Pantotênico, vitamina B ₆ , ac. Fólico, biotina, tiamina, vitamina A, vitamina B ₁₂ , vitamina K ₃ , vitamina B ₂ , vitamina D

Continua...

Continuação...	
G	Farelo de glúten de milho, fosfato bicálcico, milho integral moído, aditivo antioxidante, cloreto de sódio (sal comum), gordura animal estabilizada, premix vitamínico mineral, farinha de peixe, farinha de carne e taurina.
H	Milho integral moído, farinha de vísceras, farinha de carne e ossos de ovinos, quirera de arroz, farelo de glúten de milho 60, farelo de soja, gordura animal estabilizada, farinha de peixe, extrato de carne, levedura seca de cervejaria, semente de linhaça, fosfato bicálcico, cloreto de sódio (sal comum), premix mineral vitamínico.
I	Farinha de carne e ossos, milho integral moído, arroz quebrado, farinha de carne de frango, hidrolisado de frango, glúten de milho, farinha de sofã, gordura animal estabilizada, ácido fosfórico, cloreto de sódio, levedura seca de cervejaria, corante, cloreto de potássio, carbonato de cálcio, sulfato de zinco, premix de vitaminas, sulfato de ferro, taurina, sulfato de cobre, sulfato de manganês, menadiona bissulfito de sódio, iodeto de potássio, selenito de sódio.
J	Farinha de carne, farinha de vísceras de peixe, farinha de subprodutos de frango, milho integral moído, farelo de soja, farelo de glúten de milho, gordura animal estabilizada, quirera de arroz, miúdos de aves hidrolisados, levedura seca de cervejaria, carbonato de cálcio, cloreto de sódio, ácido fosfórico, DL – metionina, L-lisina, cloreto de colina, taurina, cloreto de potássio, premix vitamínico, premix mineral.
K	Carne de frango, farinha de subprodutos de frango, quirera de milho, sorgo integral moído, farinha de milho, gordura de frango, farinha de peixe, polpa de beterraba, ovo em pó, hidrolisado de frango e/ou subprodutos, levedura seca de cervejaria, cloreto de sódio (sal comum), vitamina E, essência de alecrim, premix mineral vitamínico aminoácido.
L	Carne de aves, quirera de arroz, milho, gordura de frango, farinha de milho, farelo de trigo, peixe hidrolisado, premix vitamínico, palatabilizante, polpa de beterraba, cenoura desidratada, óleo de soja, levedura de cerveja, óleo de peixe, ácido fosfórico, metionina, cloreto de potássio, cloreto de sódio, ovo em pó e antioxidante BHA.

TABELA 4: Enriquecimento, por quilograma, de produto descrito nos rótulos dos 12 alimentos comerciais avaliados no experimento.

Rações	Enriquecimento por quilograma de produto
A	Vitamina A (16000 UI), vitamina E (120 mg), vitamina D ₃ (1200 UI), taurina (1,5 mg), cobre (27 mg), manganês (50 mg), ferro (250 mg), zinco (200 mg).
B	Taurina (0,16%), magnésio (0,096%), ácidos graxos ômega 6 (1,4%), ácidos graxos ômega 3 (0,28%).
C	Ácido fólico (2,5 mg), vitamina A (15000 UI), ácido pantotênico (15 mg), vitamina B ₁ (15 mg), colina (2,5 g), vitamina B ₆ (10 mg), cobre (2 mg), vitamina H (0,1 mg), vitamina K ₈ (0,8 mg), ferro (150 mg), magnésio (9 mg), iodo (1,5 mg), vitamina PP (80 mg), vitamina C (22 mg), aflatoxina (máx. 20,0 ppb), potássio (6 g), vitamina D (1000 UI), taurina (1000 mg), selênio (0,3 mg), vitamina E (100 mg), lisina (7500 mg), sódio (3 g), zinco (200 mg).
D	Ácido linoléico (1,6%), lisina (0,75%), metionina (0,57%).
E	Lisina (0,75%), metionina (0,57%).
F	Magnésio (0,1%), lisina (0,75%), metionina (0,57%).
G	Ácido fólico (1 mg), ácido pantotênico (30 mg), antioxidante (150 mg), cobre (10 mg), cobalto (0,40 mg), ferro (80 mg), iodo (1,2 mg), manganês (40 mg), vitamina A (15000 UI), vitamina E (10 UI), vitamina K (0,5 mg), vitamina D ₃ (1500 UI), vitamina B ₁₂ (20 mg), zinco (150 mg), niacina (100 mg), cloreto de colina (1300 mg), biotina (0,05 mg), piridoxina (5 mg), tiamina (6 mg), riboflavina (8,5 mg).
H	Vitamina A 15000 UI, ácido pantotênico (20 mg), vitamina B ₁ (10 mg), ácido fólico (2 mg), vitamina B ₁₂ (0,15 mg), colina (2 mg), vitamina B ₂ (10 mg), cobre (35 mg), sódio (0,55%), vitamina B ₆ (10 mg), ferro (200mg), taurina (1000 mg), vitamina C (22 mg), iodo (1,8 mg), vitamina D (2000 UI), magnésio (0,09 %), vitamina E (100 UI), manganês (30 mg), vitamina H (0,05 mg), potássio (0,5%), vitamina K (1,10 mg), selênio (0,3 mg), vitamina PP (80 mg), zinco (200 mg).
I	Vitamina E (55 UI), vitamina A (11000 UI), vitamina B ₁₂ (12000 meq), vitamina D ₃ (900 UI), niacina (95 mg), tiamina (14 mg), ácido pantotênico (10 mg), riboflavina (8mg), piridoxina (8 mg), ácido fólico (1 mg), biotina (0,2 mg), colina (2,3 g).
J	Vitamina A (12500 UI), ácido fólico (3 mg), vitamina B ₁₂ (90 meq), ácido pantotênico (27 mg,) vitamina D (1350 UI), colina (3000 mg), vitamina E (20 UI), cloro (6000 mg), vitamina K (0,26 mg), cobre (12 mg), zinco (120 mg), iodo (1,20 mg), niacina (95 mg), cobalto (0,3 mg), biotina (120 meq), manganês (30 mg), piridoxina (10 mg), sódio (2500 mg), tiamina (13 mg), ferro (67 mg), riboflavina (7 mg).
K	Magnésio (0.1%), tanino (0,15%), ácido graxo ômega 6: (2.3%), ácido graxo ômega 3: (0,23%).
L	Vitamina A (16000 UI), vitamina D ₃ (1200 UI), vitamina E (120 mg), vitamina B ₁ (15 mg), vitamina B ₂ (25 mg), vitamina B ₆ (14 mg), vitamina B ₁₂ (180 mg), vitamina PP (131 mg), vitamina H (1 mg), ácido fólico (2,4 mg), ácido pantotênico (40 mg), colina (3000 mg), taurina (1,5 mg), sódio (3,5 g), cloro (5b g), magnésio (0,8 g); manganês (50 mg), ferro (250 mg), cobre (27 mg), zinco (200 mg), selênio (0,2 mg), iodo (2,5 mg).

3.3 Fases pré-experimental e experimental

O experimento foi realizado em seis períodos de nove dias cada, quando os 12 gatos receberam um dos 12 tratamentos, totalizando 54 dias. Cada período constava de uma fase de adaptação ao alimento, seguido por um período de coleta de fezes e urina.

Na fase de adaptação, o alimento comercial testado foi oferecido *ad libitum* aos animais por cinco dias consecutivos. A limpeza das gaiolas foi realizada duas vezes ao dia, não havendo a coleta de fezes e urina. Nesta fase, as gaiolas foram forradas com jornal para facilitar a limpeza e os gatos soltos uma vez ao dia. A água foi fornecida em potes de plástico, lavados todos os dias.

No último dia de adaptação, realizava-se a limpeza das gaiolas metabólicas, das bandejas coletoras de fezes, dos baldes coletores de urina, não sendo necessário forrar as bandejas com jornais, já que as fezes eram coletadas. O cálculo da quantidade da ração fornecida foi baseado na fórmula: 70 kcal EM/kgPV (Borges, 2002), resultando em uma ingestão entre 70 a 85 gramas diárias de alimento comercial seco, para gatos com peso médio de quatro quilos. Os animais foram pesados no início e no final do período de coleta e os alimentos comerciais diariamente, assim como as sobras eventuais, de maneira a permitir o controle de peso dos gatos e o consumo dos alimentos.

TABELA 5: Características observadas nas fezes dos animais, quanto à consistência e ao volume na rotina diária da fase de coleta:

Escore fecal	Características das fezes
1	Líquidas
2	Pastosas sem formato
3	Consistentes, desfazem-se com facilidade e muito volumosas
4	Consistentes, macias e pouco volumosas
5	Muito consistentes, pouco volumosas e ressecadas

Para a realização dos ensaios de metabolismo e digestibilidade procedeu-se a coleta total de fezes e urina, em seis fases experimentais, durante quatro dias consecutivos em cada fase, logo após o período de adaptação, sendo pela de manhã e no final da tarde. As fezes, previamente identificadas foram colocadas em sacos plásticos. Foram feitas anotações diárias em uma planilha, em relação às características de consistência e de volume fecal de cada animal, conforme descrito na Tabela 5. A urina foi coletada em baldes contendo 10 mL de ácido clorídrico 3 N, de maneira a conservar o pH da urina mais baixo, evitando perdas de nitrogênio, por meio da volatilização, que podem comprometer a sua quantificação. Posteriormente foram guardadas em garrafas plásticas identificadas. As fezes e urina coletadas foram armazenadas em congelador, a -20°C, até o momento das análises bromatológicas.

Apos quatro dias de coleta de fezes e urina, novamente realizavam-se as limpezas completas, colocando-se jornais nas bandejas e procedendo-se a troca do tratamento de cada animal, dando início ao período de adaptação seguinte.

Ao final do experimento, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente (aproximadamente 12 horas), homogeneizadas e colocadas em pratos de alumínio, pesadas em balança analítica e, em seguida, colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C, por um período de 72 horas.

Depois de retiradas da estufa, e atingindo o equilíbrio com a temperatura ambiente, as amostras foram pesadas, moídas em moinho de *Thomas-Wiley*, utilizando-se peneira de um mm e acondicionadas em frascos, para a realização das análises químicas.

3.4 Análises químicas

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras.

Para a avaliação da digestibilidade dos alimentos comerciais, foram determinados os níveis de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), de extrato etéreo em hidrólise ácida (EEHA), de fibra em detergente neutro (FDN), de cinzas e de energia nas amostras de fezes e apenas nitrogênio e energia bruta nas amostras de urina.

As análises dos alimentos, fezes e urinas foram realizadas de acordo com Silva e Queiroz (2002) e são descritas a seguir:

- matéria pré-seca (alimento e fezes): obtidas em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas e, posteriormente, moída em peneira de 1mm em moinho tipo *Thomas Willey*;
- matéria seca – MS (alimento e fezes): obtida em estufa a 105°C por 24 horas, segundo;
- energia bruta (alimento, urina e fezes) - EB: obtida pela queima total das amostras, utilizando-se calorímetro adiabático PARR;
- proteína bruta – PB (alimento e fezes): estimada a partir da porcentagem de N, pelo método de Kjeldahl;
- gordura por hidrólise ácida – GHA (alimentos): a determinação do teor de extrato etéreo das amostras foi feita por hidrólise ácida, segundo recomendações do AOAC (1995);
- fibra bruta – FB (alimentos): as amostras secas e desengorduradas foram submetidas à digestão, (Van Soest, 1987);
- fibra detergente neutro – FDN (alimento e fezes): as amostras secas foram submetidas a digestão (Van Soest, 1987);
- matéria mineral – MM (alimento e fezes): determinada por incineração completa em mufla, a 600°C.

3.5 Medidas avaliadas

Foram avaliados o consumo e a excreção, além da digestibilidade de MS, MO, N, PB, GHA, FDN, extrativo não nitrogenado (ENN), as MM e a energia bruta dos alimentos comerciais.

Com base nos dados de excreção fecal e urinária de energia foram calculados também o coeficiente de metabolização aparente (CMA) da EB e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) dos alimentos comerciais testados.

Do mesmo modo, com base nos dados de excreção fecal e urinária de N, foram calculados o balanço nitrogenado e a proteína metabolizável aparente dos alimentos testados.

Baseando-se nas análises bromatológicas dos alimentos, nos valores de coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca (CDAMS) e de EMA na MS e na matéria natural (MN), obtidos neste experimento, foram desenvolvidas equações de predição para CDAMS e EMA na MS e MN de alimentos comerciais comumente utilizados para gatos adultos.

Para o cálculo das equações foram utilizados os valores de MO, PB, GHA, FDN, ENN, MM e EB dos alimentos comerciais testados.

3.6 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado para avaliar consumo, excreção fecal e da urina, digestibilidade e coeficiente de metabolização dos alimentos secos foi em bloco casualizado, com 12 tratamentos (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K e L), seis períodos e seis repetições, totalizando 72 unidades experimentais. Os tratamentos foram identificados por letras ($n = 12$).

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o pacote computacional SAS (1995). As médias dos resultados obtidos na

avaliação dos métodos de alimentação foram comparadas pelo teste de agrupamento Scott Knott, para observação dos diferentes efeitos.

As equações para predizer o CDAMS, em porcentagem, e a EMA na MS e MN, em kcal/kg, dos alimentos, foram estimadas por meio de regressões lineares simples e múltiplas, utilizando-se as análises químicas e os dados de EM dos alimentos pelo método *stepwise* do pacote estatístico SAS (1995), que fornece a contribuição de cada variável dentro da análise de regressão múltipla. O método mostra a equação que melhor representa a variável dependente estudada e, por meio da significância de teste F, exclui-se a variável que menos está contribuindo na determinação do valor energético, até que se obtenha uma equação com apenas uma variável.

Para se obter equações de maior precisão, foi adotada uma significância de 15% de probabilidade para cada variável componente do modelo (valor determinado pelo método de *stepwise*). Somente foram consideradas as equações em que todas as variáveis independentes apresentassem significância no modelo.

3.6.1 Modelo estatístico

O modelo estatístico para o estudo das variáveis foi:

$$y_{ij} = \mu + R_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

y_{ij} é o valor da observação que recebeu o i -ésimo tratamento no j -ésimo bloco;

μ e a constante associada a cada observação;

R_i é o efeito do tratamento i , com $i=1, \dots, 12$

B_j é o efeito do bloco j , com $j=1, \dots, 6$

ε_{ij} é o erro experimental com média zero e variância constante σ^2

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Comparação das análises químicas dos nutrientes dos alimentos comerciais com os níveis de garantia dos rótulos

Os alimentos identificados pelas letras de A a F, são classificados pela indústria como *superpremium* e os alimentos de G a L são denominados de *premium*. A composição química e a EB dos alimentos testados encontram-se descritas na Tabela 6.

Comparando-se os dados de composição química analisados (Tabela 6) com os níveis de garantia das embalagens dos alimentos testados (Tabela 2), encontrou-se que os níveis de PB são semelhantes, assim como os valores de GHA e FB estão de acordo, considerando uma variação de $\pm 10\%$ permitida pela Instrução Normativa nº 9 do Ministério da Agricultura (Brasil, 2003).

TABELA 6- Composição química (%) e valores de energia bruta (kcal/kg) dos 12 alimentos comerciais avaliados. ^{1,2 3}.

Alim.	MS (%)	MO (%)	GHA (%)	FB (%)	FDN (%)	ENN (%)	MM (%)	PB (%)	EB (kcal/kg)
A	97,02	90,11	21,55	2,58	16,59	30,39	6,91	35,59	5259,96
B	93,38	86,65	21,88	1,73	15,07	26,11	6,73	36,93	5559,05
C	90,90	80,86	17,21	1,18	8,96	28,83	10,03	33,65	5122,48
D	92,80	86,20	16,98	0,90	5,94	31,63	6,60	36,69	5320,65
E	94,35	86,21	11,60	2,12	11,68	40,51	8,14	31,98	4908,34
F	92,36	86,27	12,79	1,01	9,53	43,02	6,10	29,44	5048,83
G	93,82	84,14	11,66	0,92	19,08	37,79	9,68	33,77	4784,83
H	91,75	82,94	13,44	1,14	10,75	35,62	8,82	32,73	4855,20
I	94,05	87,13	8,47	0,46	4,58	45,03	6,92	33,17	4781,26
J	91,85	82,53	10,01	2,04	14,73	37,57	9,32	32,91	4768,44
K	94,63	88,52	21,16	1,12	16,21	32,68	6,12	33,55	5503,93
L	93,03	87,18	11,77	1,31	10,64	40,20	5,85	33,90	5062,88

1 – Dados expressos na base da matéria seca

2- Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFPA.

3- MS =matéria seca, MO = matéria orgânica, EB = energia bruta, PB = proteína bruta, FB = fibra bruta, GHA = gordura em hidrólise ácida, MM = matéria mineral, ENN = extrativo não nitrogenado.

Os níveis de MM dos alimentos C e H excederam em 52% e 15,57% ao indicado no rótulo, respectivamente. Segundo Carciofi (2004) e Fortes (2005), alguns derivados de origem animal podem conter excesso de MM que, por conseguinte, podem diminuir a digestibilidade do alimento.

Em geral, os alimentos secos para animais de companhia contêm uma quantidade mais elevada de carboidratos. Os alimentos secos comerciais podem incluir entre 30% a 60% de carboidratos e os alimentos enlatados contêm entre 0 a 30%. Os valores de ENN dos alimentos testados nesse experimento variaram de 26,11% a 45,03%. O ENN é calculado subtraindo-se todos os nutrientes de 100%. Isso quer dizer que esse nutriente sofre interferência de todos os erros analíticos, principalmente da análise de fibra bruta. Carcioffi (2003) cita a importância da fibra no cálculo de ENN, o que configura a ocorrência de erro considerável em análises bromatológicas de rotina, e que torna importante a avaliação periódica de alimentos que permitam, na sua fórmula oficial, os alimentos substitutos em caso de falha ou custo de mercado. Ainda, trabalhos nesse sentido demonstram os valores diferentes de alimentos considerados como fontes de primeira linha, como farelo de arroz, polpa cítrica, farelo de trigo e também subprodutos, como casca de soja e bagaço de cana hidrolisado. Estes trabalhos indicam uma diminuição da digestibilidade de alimentos quando a fibra está acima do nível máximo, que é de 5%.

O perfil nutricional recomendado em alimentos secos (Brasil, 2003), na matéria natural, para gatos adultos, é de, no máximo, 5% de matéria fibrosa, valores expressos em fibra bruta (FB). Para a comparação com os níveis de garantia dos rótulos realizou-se análise de fibra bruta nos alimentos e verificou-se que as porcentagens de FB dos alimentos estão de acordo com as recomendadas pelo Ministério da Agricultura (Brasil, 2003). Entretanto, a análise de FB apresenta insensibilidade para amostras com baixa quantidade de

fibra, como é o caso dos alimentos para gatos e valores subestimados dos constituintes da parede celular vegetal, pois, esta recupera somente cerca de 50% a 80% da celulose, 20% da hemicelulose e de 10% a 50 % da lignina presentes no alimento (Cummings, 1976 citado por Carciofi, 2005). Este fato pode ser verificado nas análises de FB neste experimento. A análise de fibra detergente ácido (FDA) solubiliza a hemicelulose, que também é constituinte da parede celular. Assim, o método por detergentes divide os componentes vegetais em duas frações: o conteúdo celular, de alta disponibilidade; e os constituintes da parede celular, de menor digestibilidade (Van Soest, 1987). Por este motivo também, optou-se por realizar, neste experimento, análises de FDN nos alimentos e nas fezes para determinar a sua digestibilidade. A FDN corresponde ao resíduo insolúvel que contém os constituintes maiores da parede celular, como a celulose, hemicelulose e lignina, incluindo alguma proteína, nitrogênio complexado e cutina. Esse fato pode explicar os valores de FDN muito acima dos valores de FB analisados neste experimento e daqueles permitidos pelo Ministério da Agricultura (Brasil, 2003). Além disso, contaminantes comuns do FDN incluem o amido, a queratina e os minerais do solo (Carciofi, 2005).

As amostras de FDN analisadas foram tratadas com amilases e uréia, para remover o amido; e sulfito de sódio para solubilizar a queratina. Os demais nutrientes estão de acordo com as recomendações do Ministério da Agricultura.

4.2 Escore fecal dos gatos alimentados com os alimentos comerciais testados.

Os valores médios e seus respectivos erros padrões do escore fecal estão descritos na Tabela 7. Verificou-se diferença significativa entre os alimentos no escore fecal ($P < 0,01$), não tendo ocorrido diferença significativa entre os blocos.

TABELA 7: Valores médios do escore fecal¹ (consistência e volume), e seus respectivos erros padrões, dos gatos alimentados com os 12 alimentos comerciais testados.

Alimento	Escore fecal
A	4,23 a
B	3,87 a
C	3,92 a
D	3,54 a
E	3,37 a
F	3,19 a
G	2,27 b
H	2,73 b
I	2,23 b
J	2,96 b
K	3,29 a
L	2,83 b
erros padrões	0,32

1 - Valores médios obtidos segundo a pontuação estabelecida de: 1 - fezes líquidas, 2 - fezes pastosas e sem formato, 3 - fezes consistentes, mas desfazendo-se com facilidade e muito volumosas, 4 - fezes consistentes, pouco volumosas porém macias e 5 - fezes muito consistentes, ressecadas e pouco volumosas

As maiores pontuações de escore fecal dos alimentos testados foram dos alimentos *superpremium* e as menores pontuações foram dos alimentos premium, com exceção do alimento K, que apresentou resultado semelhante aos dados melhores pontuações.

As baixas pontuações de escore fecal, ou seja, fezes tendendo a volumosas e pastosas, possivelmente estão relacionados com os resultados inferiores de CDAMS e CDAFDN. O menor escore fecal destes alimentos comerciais significa que o alimento ingerido foi pouco digerido, o que pode estar relacionado, principalmente, com a maior quantidade e ou pior qualidade de fibras do ingrediente e, conseqüentemente, resultam em uma baixa digestibilidade. Esses alimentos têm em suas composições de ingredientes uma variedade maior de alimentos de origem vegetal que contêm mais fibras que os alimentos de origem animal.

A polpa de beterraba é a fibra utilizada nos alimentos A, B, K e L. Essa fibra possui baixa solubilidade e moderada fermentabilidade. Esse fato confirma os achados por Fahey et al. (1990a) e Sunvold et al. (1995), que citam as fibras de fermentabilidade moderada como as mais adequadas para cães e gatos por otimizarem a absorção dos nutrientes, além de produzirem fezes secas e bem formadas. A exceção foi o alimento L que obteve escore fecal mais baixo. A consistência e o volume de fezes são dois dos parâmetros que o consumidor observa para avaliar a qualidade do alimento que seu animal consome. O alimento A foi o que obteve melhor escore fecal, sendo um fator importante na classificação segundo a qualidade do alimento.

4.3 Digestibilidade

4.3.1 Matéria seca (MS)

Os valores médios e seus respectivos erros padrões de consumo, excreção fecal, digestão da matéria seca, em gramas e o CDA, em porcentagem, estão descritos na Tabela 8.

Ocorreu diferença significativa entre os alimentos testados na excreção fecal e na digestão ($P < 0,05$) e CDAMS ($P < 0,01$), não havendo diferença significativa entre os blocos.

O consumo diário dos alimentos não diferiu entre eles. Os valores de consumo concordaram com o cálculo da quantidade de alimento comercial seco fornecido para gatos com peso médio de quatro quilos, citado por Borges (2002), variando de 51,66 a 70,17 gramas por dia na matéria natural.

O maior volume fecal de matéria seca pode ser explicado pelos menores valores de CDAMS.

TABELA 8 Valores médios do consumo diário de matéria natural (CMN) e matéria seca (CMS), excreção fecal de matéria seca (EFMS), matéria seca digerida (MSDig), em gramas por dia e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), em porcentagem (%) e seus respectivos erros padrões, dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Alimento	Médias				
	CMN	CMS	EFMS	MSDig	CDAMS
A	70,17 a	68,08 a	15,72 a	52,36 a	76,86 b
B	65,75 a	61,39 a	11,49 b	49,90 a	81,25 a
C	55,69 a	50,62 a	13,03 b	37,59 b	74,04 b
D	70,09 a	65,04 a	11,71 b	53,32 a	80,91 a
E	68,28 a	64,42 a	16,63 a	47,78 a	74,61 b
F	57,91 a	53,48 a	11,23 b	42,24 b	79,20 a
G	54,27 a	50,91 a	17,16 a	33,75 b	64,83 c
H	61,97 a	56,86 a	18,29 a	38,57 b	67,59 c
I	65,83 a	61,91 a	13,09 b	48,81 a	79,05 a
J	51,66 a	47,45 a	15,86 a	31,58 b	66,78 c
K	61,67 a	58,35 a	10,88 b	47,47 a	81,56 a
L	62,69 a	58,34a	13,89 b	44,45 a	74,13 b
erros padrões	6,99	6,51	1,85	5,10	1,86

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, para significância de 5%.

Os valores de CDAMS encontrados neste experimento variaram de 64,83% a 81,56%. Os valores de digestibilidade encontrados por Kendall et al. (1982a) foram de 67,5%, analisando alimentos secos para gatos (Waltham), semelhantes ao alimento H.

Um alimento com alta digestibilidade produz fezes sólidas e bem formadas. Os alimentos superpremium obtiveram melhor CDAMS, possivelmente relacionada com a melhor pontuação de escore fecal, assim como o alimento K, que obteve resultados semelhantes aos dos alimentos superpremium.

Os maiores CDAMS dos alimentos B e K, 81,25% e 81,56%, respectivamente, indicam a utilização de ingrediente de qualidade e digestibilidade superior aos demais alimentos. Outro fator importante pode estar

relacionado com os seus altos CDAFDN (Tabela 11), 76,00% e 77,18%, respectivamente, indicando a utilização de fibras de alta qualidade.

Andreasi (1958), citado por Prada (2002), realizou um dos primeiros trabalhos no Brasil, avaliando uma ração comercial americana para cães e confirmou nos ensaios de digestibilidade aparente, os achados por Lloyd e McCay (1954), citados também por Prada (2002), que o teor de fibra na ração reduzia a digestibilidade de MS dos alimentos. Os valores mais altos de FDN (Tabela 6) demonstram a redução da digestibilidade da MS nestes alimentos, confirmando os estudos desses autores, exceto nos alimentos B e K (alimentos *superpremium*), os quais, possivelmente, contêm, em sua composição, fibras de qualidade superior às demais, ou seja, fibra moderadamente fermentável e de baixa solubilidade. De acordo com revisão de Borges (2002), animais que recebem esse tipo de fibra produzem ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) ou ácidos graxos voláteis (AGV), por meio da fermentação realizada pelos microrganismos anaeróbicos da flora bacteriana. Esses AGCC nutrem os enterócitos conduzindo a uma hipertrofia da mucosa intestinal e ao aumento do peso e superfície, o que otimiza a digestibilidade dos nutrientes por uma expansão da sua superfície de absorção.

A baixa digestibilidade de MM (Tabela 13), possivelmente, afetou também os menores valores de digestibilidade de MS. A interferência da digestibilidade da MM na digestibilidade da MS pode ser reforçada pelos resultados obtidos de digestibilidade da matéria orgânica, que corresponde à fração da matéria seca sem a matéria mineral. Pelos dados da tabela 9 observa-se que os CDAMO demonstraram um aumento na digestibilidade.

4.3.2 Matéria orgânica (MO)

Os dados médios de consumo, excreção fecal, digestão, em gramas e CDA da matéria orgânica, em porcentagem, são apresentados na Tabela 9. Houve diferença significativa entre os alimentos na excreção fecal ($P < 0,05$) e o CDA da MM ($P < 0,01$). Não houve diferença significativa entre os blocos.

O aumento dos valores de CDAMO em relação aos CDAMS reforça a importância da MM na digestibilidade dos nutrientes. Parsons et al. (1997) citam a MM com um dos fatores importantes e que devem ser considerados com relação à qualidade nutricional dos ingredientes de origem animal. Os valores de CDAMO variaram de 72,99% a 85,99%, demonstrando o aumento da digestibilidade em todos os alimentos. Nos alimentos C, G e I, os valores de CDAMO aumentaram em mais de 10% em relação ao CDAMS.

TABELA 9 Valores médios do consumo de matéria orgânica (CMO), matéria orgânica nas fezes (MOF) e matéria orgânica digerida (MODig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica (DAMO), em porcentagem, com base na matéria seca, e seus respectivos erros padrões, dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Alimento	Médias			
	CMO	MOF	MODig	CDAMO
A	61,35 a	11,94 a	51,29 a	80,53 b
B	53,09 a	7,95 b	48,89 a	85,00 a
C	42,61 a	8,10 b	38,77 a	80,69 b
D	53,83 a	8,23 b	49,77 a	83,80 a
E	56,53 a	12,38 a	47,53 a	78,53 b
F	45,04 a	8,63 b	40,13 a	81,08 b
G	44,66 a	12,33 a	35,27 a	71,21 c
H	46,67 a	13,43 a	37,43 a	70,95 c
I	52,77 a	10,01 b	46,08 a	81,22 b
J	40,30 a	11,66 a	32,20 a	71,16 c
K	49,79 a	7,97 b	44,63 a	84,18 a
L	52,74 a	10,71 a	43,80 a	77,96 b
erro padrão	5,58	1,40	4,96	1,72

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

Os alimentos que obtiveram maiores CDAMO apresentaram menores valores de volumes fecais de matéria orgânica. Os valores mais baixos de CDAMO, possivelmente, estão relacionados com a baixa digestibilidade da fibra (Tabela 11) e da MM (Tabela 13) obtidas nesses alimentos. Em relação ao uso e ao aproveitamento de fibras pelos gatos, Sunvold et al. (1995) e Kienzle et al. (1998b) verificaram que as fibras apresentam um efeito negativo na digestibilidade de nutrientes como a matéria orgânica e energia. Entretanto, as dietas que contêm uma quantidade pequena de fibras moderadamente fermentáveis são importantes para a manutenção da saúde gastrointestinal dos gatos (Sunvold et al., 1995).

4.3.3 Gordura em hidrólise ácida (GHA)

Os dados médios de consumo, excreção fecal, digestão e coeficiente de digestibilidade aparente da gordura em hidrólise ácida (CDAGHA) encontram-se na Tabela 10.

Os alimentos testados apresentam diferença significativa entre si no consumo, digestão e o CDAGHA ($P < 0,01$), não havendo, porém, diferença significativa entre os blocos.

O CDAGHA variou de 77,23% a 92,47%, mostrando que de todos os nutrientes a GHA é a que apresenta maior digestibilidade. Vasconcellos (2004), trabalhando com indicadores em ensaios de digestibilidade aparente em gatos, encontrou resultados semelhantes de CDAGHA, 86,77%, 84,59%, 88,93% e 83,12%, pelo método de coleta total e com teores de extrato etéreo (EE) de 12,73%, 11,81%, 12,96% e 9,99 %, respectivamente, nas rações formuladas.

Kane et al. (1981) citam que a digestibilidade aparente das gorduras presentes nos alimentos de alta qualidade para animais de companhia costuma ser superior a 90%. Segundo este autor, os alimentos A, B e D estão dentro

dessa qualificação e são classificados pela indústria de rações superpremium, assim como o alimento K classificado como premium, e foram os que obtiveram maior consumo de GHA.

A gordura tem função importante na palatabilidade do alimento, indicando que esses alimentos possam ter uma maior palatabilidade. Devido à sua digestibilidade e ao seu conteúdo energético superior, o aumento do nível de lipídeos na dieta de um animal incrementa notavelmente a densidade energética. Em geral, os alimentos para gatos contêm quantidades de gorduras dietéticas ligeiramente superiores às da maioria dos alimentos para cães. Podem-se alimentar tanto cães como gatos com altos níveis de gorduras na dieta, sem resultados nocivos, sempre que todos os nutrientes estejam equilibrados e os animais se alimentem até satisfazer, sem exceder as suas necessidades de energia (Case et al., 1998).

TABELA 10 Valores médios do consumo de extrato etéreo em hidrólise ácida (CGHA), extrato etéreo em hidrólise ácida nas fezes (GHAF) e extrato etéreo em hidrólise ácida digerido (GHADig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo em hidrólise ácida (CDAGHA), em porcentagem, com base na matéria seca, e seus respectivos erros padrões, dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Alimento	Médias			
	CGHA	GHAF	GHADig	CDAGHA
A	14,67 a	1,23 a	13,43 a	91,75 a
B	13,43 a	1,01 a	12,41 a	92,47 a
C	8,71 b	0,91 a	7,79 b	89,39 a
D	11,04 a	0,92 a	10,12 a	90,77 a
E	7,46 b	1,50 a	5,96 b	80,85 b
F	6,83 b	0,86 a	5,97 b	87,43 a
G	5,93 b	1,01 a	4,92 c	81,87 b
H	7,64 b	0,98 a	6,65 b	86,71 a
I	5,24 b	1,05 a	4,19 c	79,92 b
J	4,74 b	1,05 a	3,69 c	77,23 b
K	12,34 a	0,96 a	11,38 a	92,30 a
L	6,91 b	1,08 a	5,82 b	82,30 b
Erro padrão	0,95	0,20	0,87	2,14

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

4.3.4 Fibra detergente neutro (FDN)

Os dados médios de consumo, excreção fecal, digestão e coeficiente de digestibilidade aparente de fibra detergente neutro (CDAFDN) encontram-se na Tabela 11.

Os alimentos testados apresentam diferença significativa entre si para consumo, excreção fecal, digestão e o CDAFDN ($P < 0,01$), não havendo, porém, diferença significativa entre os blocos.

O alto consumo de FDN, de alguns alimentos, foi devido à alta porcentagem deste nutriente (Tabela 6) nesses alimentos. Os resultados obtidos de CDAFDN tiveram uma grande variação, entre 26,75% e 76,00%.

TABELA 11 Valores médios do consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente neutro nas fezes (FDNF) e fibra em detergente neutro digerido (FDNDig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (CDAFDN), em porcentagem, com base na matéria seca, e seus respectivos erros padrões, dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Alimento	Médias			
	CFDN	FDNF	FDNDig	CDAFDN
A	11,29 a	5,20 a	6,09 a	53,80 b
B	9,25 a	2,21 b	7,03 a	76,00 a
C	4,53 c	2,97 b	1,55 c	31,77 c
D	3,86 c	2,17	1,68 c	36,94 c
E	7,52 a	3,38 b	4,14 b	53,96 b
F	5,09 b	2,61 b	2,48 b	47,92 b
G	9,71 a	4,13 a	5,58 a	53,45 b
H	6,11 b	4,33 a	1,77 c	28,13 c
I	2,83 c	2,07 b	0,76 c	26,75 (c
J	6,98 b	4,35 a	2,63 b	39,25 c
K	9,45 a	2,16 b	7,29 a	77,18 a
L	6,02 b	2,50 b	3,52 b	53,90 b
Erro padrão	0,88	0,39	0,62	5,24

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

Os baixos CDAFDN associados aos baixos CDAMM, possivelmente interferiram negativamente nos CDA de MS, ENN e energia, e no coeficiente de metabolização aparente da energia (CMAE), principalmente nos alimentos G, H e J, que obtiveram resultados mais baixos de digestibilidade. No geral, as digestibilidades da MS e da MO foram as mais afetadas.

Ainda que cães e gatos não digiram diretamente a fibra da dieta, determinados microrganismos da flora intestinal são capazes de degradar a fibra. Os alimentos B e K apresentaram valores de CDAFDN maiores que os demais, 76,00% e 77,18%, respectivamente, o que demonstra a utilização de fibras moderadamente fermentáveis, como citado anteriormente. Entretanto, os alimentos A e L também têm, em sua composição de ingredientes, a inclusão da polpa de beterraba e não apresentaram dados semelhantes aos alimentos B e K. Isso pode ser devido à qualidade de outros ingredientes fibrosos na composição desses alimentos.

A polpa de beterraba é a fonte de fibra mais comumente utilizada em dieta para cães e gatos e não apresenta problema de aceitabilidade quando incorporada em até 12,5% (Borges, 2002). Os dados dos alimentos B e K desse experimento contrariam os achados por Fahey et al. (1990b), que verificaram uma diminuição linear do CDA de MS, de MO e EE, com a adição de polpa de beterraba. Em trabalho posterior, Fahey et al. (1990a) encontraram diminuição linear da digestibilidade da energia com a adição de fibra de aveia à ração. Carciofi (2003) cita Griess et al. (1985), Meyer et al. (1989) e Kienzle et al. (1991) que concluíram, no entanto, que a fibra não interfere na digestão da proteína e gordura. Este mesmo autor ainda cita que Sunvold et al. (1995), Muir et al. (1996) e Harmon et al. (1999) verificaram que as fibras de alta fermentação interferem mais na digestão dos nutrientes, tanto ileal como total, do que as fibras de baixa fermentação.

Desse modo, a velocidade de fermentação é um aspecto fundamental no estudo das fontes de fibras. A fibra indigestível aumenta a taxa de passagem, ocasionando diarreia (pouca reabsorção de água), diminuição da digestibilidade de todos os nutrientes e aumento do volume fecal. Isso ocorreu nos alimentos premium, que obtiveram um escore fecal inferior, com exceção do alimento K.

No geral, os baixos valores de CDAFDN, possivelmente, indicam que a utilização da fibra é importante apenas para um bom funcionamento do trato gastrointestinal.

4.3.5 Extrativo não nitrogenado (ENN)

Os dados médios de consumo, excreção fecal, digestão e coeficiente de digestibilidade aparente de extrativo não nitrogenado (CDAENN) encontram-se na Tabela 12.

TABELA 12 Valores médios do consumo de extrato não nitrogenado (CENN), extrato não nitrogenado nas fezes (ENNF) e extrato não nitrogenado digerido (ENNDig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente do extrato não nitrogenado (CDAENN), em porcentagem, com base na matéria seca, e seus respectivos erros padrões, dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Alimento	Médias			
	CENN	ENNF	ENNDig	CDAENN
A	13,18 c	2,00 b	11,17 c	84,40 a
B	11,91 c	1,34 b	10,56 c	88,82 a
C	15,27 c	1,93 b	12,49 c	87,75 a
D	21,98 b	1,89 b	14,75 c	91,12 a
E	23,59 b	3,96 a	20,00 b	83,85 a
F	22,55 b	2,10 b	19,21 b	91,22 a
G	13,14 c	3,34 a	9,80 c	74,82 b
H	19,49 b	4,49 a	14,47 c	76,97 b
I	29,01 a	2,96 a	25,14 a	89,68 a
J	15,68 c	2,92 a	12,10 c	81,99 b
K	13,40 c	1,47 b	11,93 c	88,88 a
L	22,96 b	2,83 a	19,49 b	86,31 a
Erro padrão	2,09	0,59	1,71	2,63

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

Os alimentos testados apresentam diferença significativa entre si para consumo, excreção fecal, digestão e o CDAENN ($P < 0,01$), não havendo, porém, diferença significativa entre os blocos.

Os dados de CDAENN, de modo geral, foram altos, provavelmente indicando a qualidade dos carboidratos presentes nesses alimentos. Os resultados encontrados de CDAENN variaram de 76,97% a 91,22%. Novamente, o alimento H apresentou valor semelhante ao apresentado em estudos realizados por Kendall et al. (1982a), de 76,8%.

A proporção mais alta de carboidratos nos alimentos para animais domésticos é fornecida pelo amido. O amido cozido é bem digerido por cães e gatos, proporciona uma fonte de energia econômica e digerível, além de ser essencial para o processo de extrusão utilizado na preparação de alimentos secos. A digestibilidade do amido dietético de cães e gatos é afetada pelo tratamento térmico e pelo tamanho dos grânulos de amido. O calor aumenta, em grande medida, a digestibilidade e o amido finamente granulado é mais digerível do que o amido em grânulos mais grossos (Case et al., 1998).

Esses fatos podem explicar porque os alimentos G, H e J não apresentaram resultados de CDAENN maiores. Os CDAFDN e os CDAMM, como citados anteriormente, também podem interferir na digestibilidade do ENN. Os carboidratos, especialmente as fibras, possuem grande influência sobre os aspectos digestivos de cães e gatos (Behfeld 1988, Meyer et al. 1989, Meyer 1990 e Cheek 1999). Com relação aos ingredientes de origem vegetal, o teor de fibra é um fator limitante à sua utilização. O fato dos alimentos G, H e J apresentarem, na sua composição de ingredientes maiores variedades de alimentos de origem vegetal, possivelmente explica o efeito das fibras nos seus valores de CDAENN.

O ENN é influenciado pelos outros nutrientes, devido à forma como é calculada. Por isso, o erro analítico embutido nesse nutriente pode ser grande.

Apesar disso, os resultados obtidos de digestibilidade de ENN nesse experimento foram satisfatórios.

4.3.6 Matéria Mineral (MM)

Os dados médios de consumo, excreção fecal, digestão e CDAMM encontram-se na Tabela 13.

Os alimentos testados apresentam diferença significativa entre si para excreção fecal, digestão e CDAMM ($P < 0,01$), não havendo, porém, diferença significativa entre os blocos.

TABELA 13 Valores médios do consumo de matéria mineral (CMM), matéria mineral nas fezes (MMF) e matéria mineral digerida (MMDig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria mineral (CDAMM), em porcentagem, com base na matéria seca, e seus respectivos erros padrões, dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Alimento	Médias			
	CMM	MMF	MMDig	CDAMM
A	4,70 a	3,03 b	1,66 a	34,76 a
B	4,12 a	2,82 b	1,30 b	30,28 b
C	5,07 a	4,12 a	0,95 b	18,32 b
D	4,29 a	2,75 b	1,53 a	31,52 b
E	5,24 a	3,27 a	1,96 a	37,91 a
F	3,26 a	1,91 b	1,34 b	40,45 a
G	4,92 a	3,95 a	0,97 b	16,41 b
H	5,01 a	4,00 a	1,01 b	20,26 b
I	4,28 a	2,19 b	2,09 a	49,15 a
J	4,42 a	3,26 a	1,15 b	27,73 b
K	3,57 a	2,36 b	1,21 b	34,50 a
L	3,29 a	2,44 b	0,85 b	22,66 b
Erro padrão	0,51	0,36	0,87	4,53

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

Os alimentos que apresentaram as mais altas excreções de MM foram os que apresentaram alta concentração deste nutriente no alimento. Valores altos de excreções de MM avaliados pela análise de cinzas, possivelmente devem-se ao alto teor de fibra que influencia na absorção desse nutriente e pelas excreções endógenas de minerais (principalmente cálcio biliar). Isso explica também os baixos CDAMM, menores que 50%.

Os valores de CDAMS encontrados neste experimento variaram de 16,41% a 49,15%. Os baixos CDAMM interferiram na digestibilidades dos outros nutrientes, como citado anteriormente, principalmente da MS e da MO.

4.3.7 Proteína bruta (PB)

Os dados médios de consumo, excreção fecal, digestão, excreção da urina, retenção e coeficiente de digestibilidade de proteína bruta (CDAPB) e coeficiente de metabolização aparente (CMA) de proteína encontram-se na Tabela 14.

Os alimentos testados apresentam diferença significativa entre si na digestão e o CDAPB ($P < 0,01$) e retenção de proteína ($P < 0,05$), não havendo, porém, diferença significativa entre os blocos.

Os resultados de CDA da PB variaram entre 71,63% a 82,95%. Kendall et al. (1982b) encontraram valores que variaram de 60% a 86% de CDAPB, em alimentos secos para gatos.

A digestibilidade de uma proteína numa dieta semipurificada aproxima-se dos 95%, mas, a referente dieta comercial de alta qualidade oscila entre 80% a 90% (Case et al., 1998). A maioria dos alimentos superpremium e o alimento K apresentaram CDAPB superiores aos demais, indicando a utilização de ingredientes protéicos de melhor qualidade.

Por outro lado, os alimentos de baixa qualidade para animais de companhia podem ter uma digestibilidade das proteínas inferior a 75% (Carey,

1993). Assim, segundo essa autora os alimentos G, J e L, que apresentaram valores de 71,63%, 71,72% e 74,43%, respectivamente, possivelmente utilizaram proteínas de baixa qualidade na fabricação desses alimentos secos.

Em geral, as proteínas de alta qualidade de origem animal proporcionam um maior equilíbrio de aminoácidos para os animais domésticos, em comparação com as proteínas vegetais.

Neirink et al. (1991) com o objetivo de determinar a digestibilidade da proteína em dieta de cães, trabalharam com três fontes protéicas de origem animal *in natura* (pulmão, vísceras e carne moída) e uma fonte vegetal (farelo de soja), tendo o farelo de soja apresentado o menor coeficiente de digestibilidade. Os autores também observaram uma correlação negativa entre digestibilidade e teor de fibra do ingrediente.

Além da fibra, a matéria mineral também pode afetar a digestibilidade da proteína. Como fonte de proteína animal, normalmente são incluídos nos alimentos comerciais para animais de estimação, frango, subprodutos de frango, farinha de frango, ovo desidratado, peixe e farinha de peixe, farinha de carne, farinha de carne e ossos, subprodutos de carne. Quando se fala de subprodutos entre os ingredientes, significa que incluem-se produtos secundários além do produto principal, como pele, vísceras, cabeça, patas e ossos. A farinha de carne e ossos contém quantidade de osso que pode afetar a sua qualidade como fonte protéica, bem como o equilíbrio de mineral do produto final (Case et al, 1998). Os valores mais baixos de CDAMM, associado com os baixos CDAFDN, podem explicar os menores CDAPB.

TABELA 14 Valores médios do consumo de proteína bruta (CPB), proteína bruta nas fezes (PBF), proteína bruta digerida (PBDig), proteína bruta excretada na urina (PBU), proteína retida (PR), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB), coeficiente de metabolização aparente da proteína (CMAP), em porcentagem, com base na matéria seca, e seus respectivos erros padrões, dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Alimento	Médias						
	CPB	PBF	PBdig	CDAPB	PBU	PR	CMAP
A	24,23 a	4,24 a	19,99 a	82,67 a	2,18 a	17,80 a	73,12 a
B	22,67 a	4,09 a	18,58 a	82,06 a	2,64 a	15,93 a	70,29 a
C	17,04 a	3,07 a	13,96 b	81,78 a	2,60 a	11,36 b	67,01 a
D	23,85 a	3,97 a	19,90 a	82,95 a	2,81 a	17,09 a	68,20 a
E	20,60 a	4,51 a	16,09 b	78,64 a	1,52 a	14,56 a	71,59 a
F	15,74 a	3,74 a	12,01 b	76,58 b	1,65 a	10,36 b	65,65 a
G	17,19 a	4,73 a	12,47 b	71,63 b	2,06 a	10,40 b	60,85 a
H	18,61 a	4,47 a	14,14 b	75,62 b	1,60 a	12,53 b	66,79 a
I	20,54 a	4,82 a	15,72 b	77,28 b	2,94 a	12,77 b	62,74 a
J	15,62 a	4,26 a	11,35 b	71,72 b	1,78 a	9,57 b	57,93 a
K	19,58 a	3,93 a	15,65 b	80,48 a	1,49 a	14,15 a	73,33 a
L	20,58 a	4,99 a	15,58 b	74,43 b	2,14 a	13,29 b	61,95 a
Erro padrão	2,21	0,64	1,79	2,15	0,57	1,82	3,86

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

4.3.8 Nitrogênio (N)

Os dados médios de consumo, excreção fecal, digestão, excreção da urina e o balanço aparente de nitrogênio (BAN) encontram-se na Tabela 15.

Os alimentos testados apresentam diferença significativa entre si no N absorvido ($P < 0,01$) e no BA de N ($P < 0,05$), não havendo, porém, diferença significativa entre os blocos.

Os resultados de BAN encontrados nos alimentos desse experimento variaram de 1,53 a 2,84, em gramas por dia. Os alimentos A, B, D, E e K apresentaram BAN superior aos outros alimentos.

TABELA 15 Valores médios do nitrogênio ingerido (NIng), nitrogênio excretado nas fezes (NF), nitrogênio excretado na urina (NU), nitrogênio absorvido (NAbs), balanço de N aparente – N retido (BNA), em gramas por dia, e seus respectivos erros padrões, dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Alimento	Médias				
	NIng	NF	Nabs	NU	BNA
A	3,87 a	0,68 a	3,19 a	0,35 a	2,84 a
B	3,62 a	0,65 a	2,97 a	0,42 a	2,55 a
C	2,73 a	0,49 a	2,23 b	0,42 a	1,82 b
D	3,82 a	0,63 a	3,18 a	0,45 a	2,73 a
E	3,29 a	0,72a	2,57 b	0,24 a	2,33 a
F	2,52 a	0,60 a	1,92 b	0,26 a	1,66 b
G	2,75 a	0,76 a	1,99 b	0,33 a	1,66 b
H	2,98 a	0,72a	2,26 b	0,26 a	2,00 b
I	3,29 a	0,77a	2,51 b	0,47a	2,04 b
J	2,50 a	0,68a	1,82 b	0,28 a	1,53 b
K	3,13 a	0,63a	2,50 b	0,24 a	2,26 a
L	3,29 a	0,80 a	2,49 b	0,37 a	2,13 b
Erro padrão	0,35	0,10	0,29	0,09	0,29

Médias seguidas de mesma letra , na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

O balanço de nitrogênio em animais em manutenção deveria ser zero, ou seja, significa que a perda diária corporal de proteínas é substituída pela ingestão, sem registrar perdas nem aumentos líquidos da quantidade corporal total de proteínas. Ainda que a maioria dos estudos realizados tenha utilizado o balanço zero de nitrogênio para valorizar as necessidades de proteínas dos animais adultos, é imprescindível ter em conta que é possível que as dietas que contenham este nível de proteínas não sejam idôneas para favorecer um rendimento e estado de saúde ótimos (Case et al., 1998). Por exemplo, comprovou-se que os cães adultos, aos quais foram administradas dietas com a quantidade suficiente de proteínas para alcançar um balanço zero de nitrogênio eram mais susceptíveis à toxicidade de certos fármacos (Allison et al, 1954).

É possível que as necessidades satisfeitas mediante o balanço zero de nitrogênio correspondam às necessidades protéicas mínimas para animais adultos. Se isso for certo, seria prudente administrar um nível de proteínas ligeiramente superior a esta quantidade mínima aos adultos são, sobretudo durante os períodos de estresse (Schaeffer, et al., 1989). Talvez isso explique um BAN positivo quando foram avaliados gatos em gaiolas metabólicas, condição estressante para este animal. Assim como, as perdas adicionais de nitrogênio, a partir das células de descamação da superfície cutânea, pêlos e unha, que não são levadas em consideração quando se mede o balanço de nitrogênio nos estudos experimentais, levando-se em conta que a quantificação dessas perdas tornam-se difíceis.

4.3.9 Energia bruta (EB)

Os dados médios de consumo, excreção fecal, absorção, coeficiente de digestibilidade aparente (CDA), excreção da urina, retenção da energia bruta (EB) e coeficiente de metabolização aparente (CMA) de energia encontram-se na Tabela 16.

Os alimentos testados apresentam diferença significativa entre si na absorção e CDAEB, retenção e CMA da proteína ($P < 0,01$), não havendo, porém, diferença significativa entre os blocos.

Os consumos de EB dos alimentos foram semelhantes, não havendo diferença estatística entre si, demonstrando a capacidade que os gatos tem de regular a sua ingestão de energia para satisfazer com precisão as suas demandas calóricas diárias. Os resultados de consumo de EB variaram de 226,27 a 358,14 kcal por dia e a energia bruta retida variou de 148,59 a 278,92 kcal por dia.

Os CDAEB dos alimentos testados nesse experimento variaram de 71,71% a 86,99%, semelhante aos valores encontrados por Vasconcellos (2004)

de CDAEB, pelo método de coleta total, variaram de 78,56% a 86,55% e os valores achados por Kendall et al. (1982b), que variaram de 66% a 91%, analisando 28 alimentos secos para gatos. Os alimentos B, D e K apresentaram bons CDAEB (86,48%, 85,29% e 86,99%, respectivamente) e CMAE (81,11%, 79,04% e 80,47%, respectivamente), indicando a utilização de ingredientes energéticos de alta qualidade. Já as rações G, H e J novamente apresentaram menores CDAEB (71,71%, 74,93% e 72,79%, respectivamente) e CMAE (63,46%, 68,05% e 64,96%, respectivamente), indicando a baixa qualidade energética de seus alimentos.

TABELA 16 Valores médios do consumo energia bruta (CEB), energia bruta nas fezes (EBF), energia bruta absorvida – energia digestível (EBA), energia bruta na urina (EBU), energia bruta retida (EBR), em kcal/dia, e coeficiente de digestibilidade aparente da energia consumida (CDAEC), coeficiente de metabolização aparente da energia (CMAE), em porcentagem, com base na matéria seca, e seus respectivos erros padrões, dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Alimento	Médias						
	CEB	EBF	EBA	CDAEC	EBU	EBR	CMAE
A	358,14 a	62,58 a	295,55 a	82,52 b	19,76 a	275,78 a	76,87 b
B	341,31 a	46,50 a	294,80 a	86,48 a	17,43 a	277,36 a	81,11 a
C	259,32 a	44,96 a	214,36 b	82,43 b	18,30 a	196,05 b	75,04 b
D	346,05 a	48,40 a	297,65 a	85,29 a	18,73 a	278,92 a	79,04 a
E	316,20 a	68,32 a	247,88 b	78,94 c	17,81 a	230,07 b	73,19 b
F	270,03 a	48,24 a	221,79 b	82,46 b	17,96 a	203,82 b	75,64 b
G	243,63 a	66,34 a	177,29 b	71,71 d	20,46 a	156,82 b	63,46 c
H	276,08 a	68,53 a	207,54 b	74,93 d	18,29 a	189,25 b	68,05 c
I	296,01 a	55,34 a	240,66 b	81,52 b	19,86 a	220,80 b	74,79 b
J	226,27 a	61,46 a	164,81 b	72,79 d	16,21 a	148,59 b	64,96 c
K	321,20 a	42,02 a	279,18 a	86,99 a	20,93 a	258,25 a	80,47 a
L	296,50 a	57,47 a	239,02 b	78,79 c	18,32 a	220,69 b	72,07 b
Erro padrão	32,91	7,72	27,37	1,60	2,52	26,74	1,81

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

4.3.10 Energia digestível e metabolizável (ED e EM)

Os dados médios de coeficiente de energia digestível aparente (EDA), energia metabolizável aparente (EMA), com base na MS e MN, em kcal/dia encontram-se na Tabela 17.

Os alimentos testados apresentam diferença significativa entre si nos coeficientes de digestibilidade aparente da energia na matéria natural (CDAE MN) e na matéria seca (CDAE MS), energia metabolizável aparente na matéria natural (EMA MN) e na matéria seca (EMA MS) ($P < 0,01$), não havendo, porém, diferença significativa entre os blocos.

Os resultados de CDAEMN, CDAEMS, EMAMN e EMAMS dos alimentos testados variaram de 3188,34 a 4531,34; 3471,16 a 4807,47; 2845,41 a 4210,67 e 3036,81 a 4509,38, respectivamente, em kcal/kg.

Os alimentos B e K são os únicos a possuírem o valor de EM nos rótulos, porém, o Ministério da Agricultura não obriga os fabricantes a declararem esses dados. Os alimentos B e K apresentaram valores altos de CDAE, EMA, na MS e na MN. A utilização de ingredientes de alta qualidade nesses alimentos reflete nessa medida de avaliação, ao contrário dos alimentos G, H e K, que obtiveram valores menores.

Os valores de EM podem ser determinados utilizando-se cálculos por meio de dados de um alimento a partir do conteúdo analisado de hidratos de carbono, proteínas e lipídeos. Outra forma de obter a EM é estimando-se equações por meio das correlações entre as variáveis dependentes (coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, em porcentagem, e energia metabolizável aparente na MS e na MN, em kcal/kg) e as variáveis independentes (GHA, FDN, ENN, MM, PB, MO, em porcentagem de MS, e EB, em kcal/kg de MS) dos alimentos avaliados neste experimento como é discutido nas tabelas apresentadas a seguir.

TABELA 17 Valores médios da digestibilidade aparente da energia na matéria natural (CDAE MN), na matéria seca (CDAE MS), energia metabolizável aparente na matéria natural (EMA MN) e na matéria seca (EMA MS), em kcal/kg, e seus respectivos erros padrões dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Alimento	Médias			
	CDAE MN	CDAE MS	EMA MN	EMA MS
A	4211,50 b	4340,86 c	3923,25 b	4043,76 c
B	4489,02 a	4807,47 a	4210,67 a	4509,38 a
C	3838,41 c	4222,78 c	3494,49 c	3844,42 c
D	4211,41 b	4538,31 b	3902,69 b	4205,62 b
E	3655,99 c	3874,93 d	3389,88 c	3592,87 d
F	3845,76 c	4163,77 c	3527,33 c	3819,00 c
G	3219,14 d	3431,23 e	2849,11 d	3036,81 e
H	3338,13 d	3638,17 e	3031,75 d	3304,25 e
I	3666,08 c	3897,96 d	3363,41 c	3576,14 d
J	3188,34 d	3471,16 e	2845,41 d	3097,82 e
K	4531,34 a	4788,28 a	4191,78 a	4429,46 a
L	3744,60 c	4025,17 d	3429,32 c	3686,27 d
Erro padrão	74,78	80,35	84,96	91,49

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

4.4 Equações de predição

As correlações entre as variáveis dependentes (CDAMS, em porcentagem, e EMA na MS e na MN, em kcal/kg) e as variáveis independentes (GHA, FDN, ENN, MM, PB, MO, em porcentagem na MS, e EB, em kcal/kg na MS) dos 12 alimentos comerciais avaliados neste experimento encontram-se na Tabela 18.

A EB apresentou uma grande correlação positiva com as medidas de EMA na MN e na MS (0,9566 e 0,9570) com alta significância ($P < 0,0001$). Entretanto, a utilização desta variável em equações de predição pode ser limitada pela metodologia de obtenção da mesma realizada em calorímetros, nem sempre presentes em laboratórios de análises bromatológicas de alimentos. A GHA também apresentou uma grande correlação positiva (0,8365 e 0,8235) com significância de $P < 0,0010$. A MM apresentou correlação negativa (acima de 0,60 com $P < 0,05$) com as medidas de EMA.

Com a medida de coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), a EB teve boa correlação positiva (acima de 0,70 com $P < 0,005$) e a MM obteve correlação negativa (0,80 com $P < 0,005$).

Os outros nutrientes apresentaram baixa correlação e baixa significância com as medidas de EMA e CDAMS quando utilizaram-se os valores obtidos nos alimentos testados.

TABELA 18 Análise de correlação entre a energia metabolizável aparente (EMA), em kcal/kg (MN e MS), coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), em %, e análises laboratoriais de gordura em hidrólise ácida (GHA), fibra em detergente neutro (FDN), extrativo não nitrogenado (ENN), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), em %MS e energia bruta (EB), em kcal/kg MS, dos 12 alimentos comerciais avaliados.

Parâmetros	Coeficiente de correlação (significância)		
	EMA MN	EMA MS	CDAMS
GHA	0,83650	0,82355	0,51514
significância	(0,0007)	(0,0010)	(0,0865)
FDN	0,01962	-0,06491	-0,35865
significância	(0,9518)	(0,8412)	(0,2523)
ENN	-0,43479	-0,41434	-0,01775
significância	(0,1578)	(0,1805)	(0,9563)
MM	-0,66697	-0,65135	-0,80021
significância	(0,0178)	(0,0218)	(0,0018)
PB	0,55345	0,48324	0,25745
significância	(0,0619)	(0,1115)	(0,4192)
MO	0,25817	0,03332	-0,1000
significância	(0,4178)	(0,9181)	(0,9754)
EB	0,95663	0,95698	0,74420
significância	(0,0001)	(0,0001)	(0,0055)

As equações de predição para estimativa do CDAMS, a partir de análises químicas (GHA, FDN, ENN, MM e PB) dos 12 alimentos comerciais avaliados, encontram-se na Tabela 19.

Foram consideradas apenas as equações em que todos os componentes do modelo apresentassem significância a 15% de probabilidade no teste F. A MM foi a variável com maior significância no modelo, entretanto a equação resultante ($CDAMS = 98,8113 - 3,1133MM$) apresentou um coeficiente de determinação (R^2) mediano (0,64), quando comparada com as equações com maior número de variáveis. O CDAMS apresentou baixa correlação com a MM, entretanto a predição da equação melhorou quando mais duas variáveis foram incluídas (GAH e FDN). As equações com maior número de variáveis no modelo apresentaram coeficientes de determinação (R^2) mais elevados, de 0,7315 para equações com duas variáveis (GHA e MM) e 0,8670 para as equações com três variáveis (GHA, FDN e MM), sendo a última descrita a seguir: $CDAMS = 89,3151 + 0,63GHA - 0,56FDN - 2,22MM$.

O ENN e a PB testados não apresentaram significância a 15% de probabilidade, portanto, foram descartadas pelo método de *stepwise* para o modelo.

TABELA 19 Regressões para estimativa do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), em %, a partir de análises químicas (GHA, FDN, ENN, MM e PB)¹ dos 12 alimentos comerciais avaliados.

	X4	X4 + X1	X4 + X1 + X2	R ² da variável	Prob>F ²
Intercepto (a)	98,8113	90,3481	89,3151	-	-
GHA (X1)	-	0,3927	0,6302	0,0911	0,1145
FDN (X2)	-	-	-0,5577	0,1355	0,0213
ENN (X3) ⁴	-	-	-	-	-
MM (X4)	-3,1133	-2,7683	-2,2181	0,6403	0,0018
PB (X5) ⁴	-	-	-	-	-
R ² da regressão	0,6403	0,7315	0,8670	-	-
Prob>F ³	0,0018	0,0027	0,0007	-	-

Em que Y = CDAMS.

1- GHA- gordura em hidrólise ácida; FDN – fibra em detergente neutro; ENN- extrativo não nitrogenado; MM- matéria mineral e PB- proteína bruta.

2 – Significância (Prob>F) das variáveis;

3 – significância (Prob>F) da regressão.

4- O ENN e PB não apresentaram significância ($P > 0,15$), conseqüentemente não entraram no modelo.

Além das variáveis químicas (GHA, FDN, ENN, MM e PB), a EB e a MO foram utilizadas para calcular equações de predição dos 12 alimentos comerciais avaliados (Tabela 20).

A equação obtida somente com EB foi de $-4,6729 + 0,0157EB$ com R^2 de 0,5538, considerado baixo. A MO não apresentou significância a 15% de probabilidade, não sendo utilizada.

Devido à dificuldade de obtenção de EB, a facilidade de analisar FDN, GHA e MM e, ainda, ao valor mais alto de R^2 quando a equação foi correlacionada com três variáveis para predizer o CDAMS (0,8670), não se justificam as recomendações para utilização de EB como valor de estimativa de CDAMS. Mesmo porque, as variáveis GHA, FDN e MM explicam mais de 86% das variações de CDAMS, mostrando boas estimativas.

As equações de predição para estimativa da EMA, em kcal/kg na matéria natural, a partir de análises químicas (GHA, FDN, ENN, MM e PB) dos 12 alimentos comerciais avaliados, encontram-se na Tabela 21.

TABELA 20 Regressões para estimativa do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), em %, a partir de análises químicas (MO e EB)¹ dos 12 alimentos comerciais avaliados.

	X2	R ² da variável	Prob>F ²
Intercepto (a)	-4,6729	-	-
MO (X1)	-	-	-
EB (X2)	0,0157	0,5538	0,0055
R ² da regressão	0,5538	-	-
Prob>F ³	0,0055	-	-

Em que Y = CDAMS.

1-MO – matéria orgânica e EB -energia bruta.

2 – Significância (Prob>F) das variáveis;

3 – significância (Prob>F) da regressão;

3- A MO não apresentou significância ($P > 0,15$), conseqüentemente não entrou no modelo

TABELA 21 Regressões para estimativa de energia metabolizável aparente (EMA), em kcal/kg MN, a partir de análises químicas (GHA, FDN, ENN, MM e PB)¹ dos 12 alimentos comerciais avaliados.

	X1	X1 + X4	X1 + X4 + X2	R ² da variável	P>F ²
Intercepto (a)	2307,0897	3648,9788	3564,4056	-	-
GHA (X1)	86,7279	73,0632	84,0976	0,6997	0,0007
FDN (X2)	-	-	-23,4839	0,0321	0,0833
ENN (X3)	-	-	-	-	-
MM (X4)	-	-162,6118	-135,1831	0,2025	0,0019
PB (X5)	-	-	-	-	-
R ² da regressão	0,6997	0,9022	0,9343	-	-
P>F ³	0,0007	0,0001	0,0001	-	-

Em que Y = EMA do alimento na MN.

1- GHA- gordura em hidrólise ácida; FDN – fibra em detergente neutro; ENN- extrativo não nitrogenado; MM- matéria mineral e PB- proteína bruta.

2 – Significância (Prob>F) das variáveis e 3 – significância (Prob>F) da regressão.

3- O ENN e PB não apresentaram significância (P> 0,15), conseqüentemente, não entraram no modelo.

O ENN e a PB testadas também não apresentaram significância, a 15% de probabilidade, portanto, foram descartadas pelo método de *stepwise* para o modelo.

O GHA foi a variável com maior significância no modelo, entretanto a equação resultante ($EMAMN = 2307,0897 + 86,7279GHA$) apresentou um coeficiente de determinação (R^2) baixo (0,6997) quando comparada com as equações com maior número de variáveis. A EMAMN apresentou baixa correlação com o GHA, entretanto a predição da equação melhorou quando mais duas variáveis foram incluídas (FDN e MM). As equações com maior número de variáveis no modelo apresentaram coeficientes de determinação (R^2) mais elevados, sendo de 0,9022 para equações com duas variáveis (GHA e MM) e 0,9343 para as equações com três variáveis (GHA, FDN e MM), sendo descrita da seguinte forma: $EMA \text{ (kcal/kg na MS)} = 3564,40 + 84,10GHA - 23,48FDN - 135,18MM$. Kuhlmann (1993) estimou a equação a partir do extrato etéreo (EE), obtendo a seguinte equação: $EM = 3075 + 0,066EE$.

TABELA 22 Regressões para estimativa de energia metabolizável aparente (EMA), em kcal/kg MN, a partir de análises químicas (MO e EB)¹ dos 12 alimentos comerciais avaliados.

	X1	X1+X2	R ² da variável	Prob>F ²
Intercepto (a)	-3736,2926	-	-	-3736,2926
MO (X1)	-	-	-	-
EB (X2)	1,5283	0,9151	0,0001	1,5283
R ² da regressão	0,9151	-	-	0,9151
Prob>F ³	0,0001	-	-	0,0001

Em que Y = EMA do alimento na MN.

1-MO – matéria orgânica e EB -energia bruta.

2 – significância (Prob>F) das variáveis;

3 – significância (Prob>F) da regressão;

As equações de predição para estimativa da EMA, em kcal/kg na matéria natural, a partir de análises químicas (EB e MO) dos 12 alimentos comerciais avaliados, encontram-se na Tabela 22.

A equação obtida somente com EB apresentou um excelente R² de 0,9151, apresentando a seguinte equação: EMA (kcal/kg na MN) = - 3736,2926 + 1,5283EB.

TABELA 23 Regressões para estimativa de energia metabolizável aparente (EMA), em kcal/kg MS, a partir de análises químicas (GHA, FDN, ENN, MM e PB)¹ dos 12 alimentos comerciais avaliados.

	X1	X1 + X4	X1 + X4 + X2	R ² da variável	P>F ²
Intercepto (a)	2515,3157	204,3331	1810,3224	-	-
GHA (X1)	83,8185	147,8815	117,1907	0,6782	0,0010
FDN (X2)	-	-	-	-	-
ENN (X3)	-	42,6345	27,4917	0,1988	0,0041
MM (X4)	-	-	-87,7803	0,0454	0,0624
PB (X5)	-	-	-	-	-
R ² da regressão	0,6782	0,8770	0,9224	-	-
P>F ³	0,0010	0,0001	0,0001	-	-

Em que Y = EMA do alimento na MS.

1- GHA- gordura em hidrólise ácida; FDN – fibra em detergente neutro; ENN- extrativo não nitrogenado; MM- matéria mineral e PB- proteína bruta.

2 – significância (Prob>F) das variáveis e 3 – significância (Prob>F) da regressão.

3- O EEN e PB não apresentaram significância (P> 0,15), conseqüentemente, não entraram no modelo.

As equações de predição para estimativa da EMA, em kcal/kg na matéria seca, a partir de análises químicas (GHA, FDN, ENN, MM e PB) dos 12 alimentos comerciais avaliados, encontram-se na Tabela 23.

Novamente, o GHA foi a variável com maior significância no modelo, entretanto, a equação resultante ($EMAMS = 2515,3157 + 83,8185GHA$) apresentou um coeficiente de determinação (R^2) baixo (0,6782) quando comparada com as equações com maior número de variáveis. A EMAMS apresentou baixa correlação com o GHA, entretanto a predição da equação melhorou quando uma ou duas variáveis foram incluídas (ENN). As equações com maior número de variáveis no modelo apresentaram coeficientes de determinação (R^2) mais elevados, sendo de 0,8770 para equações com duas variáveis (GHA e ENN) e de 0,9224 para as equações com três variáveis (GHA, ENN e MM). A equação com melhor coeficiente de determinação é a seguinte: $EMA \text{ (kcal/kg na MS)} = 1810,3224 + 117,1907GHA + 27,4917ENN - 87,7803MM$.

O FDN e a PB testados também não apresentaram significância a 15% probabilidade, portanto, foram descartadas pelo método de *stepwise* para o modelo.

As equações de predição para estimativa da energia metabolizável aparente (EMA), em kcal/kg na matéria seca, a partir de análises químicas (EB e MO) dos 12 alimentos comerciais avaliados, encontram-se na Tabela 24.

Semelhante ao encontrado para CDAMS, a MO não apresentou significância a 15% de probabilidade, não sendo utilizada na equação para estimar a EMA na MS. Entretanto, apresentou um coeficiente de determinação bem maior, de 0,9158, quando utilizou-se apenas a EB para descrever a seguinte equação: $EMA \text{ (kcal/kg na MS)} = -4607,3550 + 1,6471EB$.

TABELA 24 Regressões para estimativa de energia metabolizável aparente (EMA), em kcal/kg MS, a partir de análises químicas (MO e EB)¹ dos 12 alimentos comerciais avaliados.

	X2	R ² da variável	Prob>F ²
Intercepto (a)	-4607,3550	-	-
MO (X1)	-	-	-
EB (X2)	1,6471	0,9158	0,0001
R ² da regressão	0,9158	-	-
Prob>F ³	0,0001	-	-

Em que Y = EMA do alimento na MS.

1-MO – matéria orgânica e EB -energia bruta.

2 – significância (Prob>F) das variáveis;

3 – significância (Prob>F) da regressão;

3- A MO não apresentou significância (P> 0,15), conseqüentemente, não entrou no modelo.

4.5 Valores de energia metabolizável aparente: NRC (1985) x Atwater (1910) x ensaios de metabolismo x equação de predição

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA), em kcal/kg na matéria seca, estimados por equação recomendada pelo NRC (1985) e pelos fatores de Atwater (1910) e também pela equação de predição determinada nesse experimento, a partir de análises químicas (GHA, FDN, ENN, MM e PB) dos 12 alimentos comerciais avaliados, encontram-se na Tabela 25.

A equação de predição utilizada para calcular a EMA é descrita dessa forma: $EMA \text{ (kcal/kg na MS)} = 1810,3224 + 117,1907GHA + 27,4917ENN - 87,7803MM$, com coeficiente de determinação (R²) igual a 0,9224.

A equação recomendada pelo NRC (1985) é a seguinte: $EM = (\text{proteína (g)} \times 3,5) + (\text{gordura (g)} \times 8,5) + (\text{Extrato Não Nitrogenado (g)} \times 3,5)$, enquanto que a de Atwater (1910) expressa-se como $EM = (\text{proteína (g)} \times 4,0) + (\text{gordura (g)} \times 9,0) + (\text{extrativo não nitrogenado (g)} \times 4,0)$,

A maioria dos valores de EMA calculados pelo NRC (1985) subestima os valores encontrados neste experimento.

TABELA 25 Valores de energia metabolizável aparente, em kcal/kg na matéria seca (MS), calculados por equação recomendada pelo NRC (1985) e por Atwater (1910), pela equação de predição e pelo ensaio de metabolismo, dos 12 alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Alimento	EMA - MS (NRC 1985)	ATWATER (1910) MS	EMA MS (experimento)	EMA MS (equação de predição)
A	4268,24	4719,34	4043,76	4564,69
B	4354,47	4809,17	4509,38	4501,50
C	4015,02	4453,36	3844,42	3739,32
D	4132,00	4591,59	4205,63	4090,43
E	3734,13	4179,76	3592,87	3568,89
F	3922,96	4384,47	3819,00	3956,42
G	3725,96	4169,47	3036,81	3365,96
H	3852,48	4298,20	3304,25	3590,40
I	3675,65	4136,42	3576,14	3433,44
J	3612,03	4050,19	3097,82	3198,15
K	4350,26	4812,00	4429,46	4651,29
L	3863,22	4324,73	3686,27	3781,31

No geral, os valores de EMA calculados pela equação predita nesse experimento se assemelham mais aos valores obtidos nos ensaios de metabolismo do que os valores calculados pelo NRC (1985).

Segundo Borges e Ferreira (2005), os coeficientes de *Atwater* (1910) são muito utilizados na dietética humana e podem ser precisos para alimentos de alta digestibilidade. Entretanto, para alimentos com baixa digestibilidade pode ocorrer uma superestimativa do valor energético do mesmo. Comparada com os valores obtidos “in vivo” neste experimento, a equação de *Atwater* apresentou valores mais altos para todos os alimentos. Já a equação recomendada pelo NRC (1985) pode subestimar a energia de alimentos com alta digestibilidade, entretanto, isso só ocorreu com para os alimentos B e D. A sub e a superestimativa de alimentos para cães podem acarretar transtornos nutricionais. Uma subestimativa energética de um dado alimento pode acarretar em obesidade, enquanto que a superestimativa pode ser deletéria em períodos de

maior demanda energética, como os estágios iniciais de crescimento e a lactação.

Apesar das equações de predição obtidas neste experimento, para estimar a EM, apresentarem alto coeficiente de determinação (R^2) e resultarem em valores energéticos semelhantes aos ensaios de metabolismo, ainda são necessários mais estudos destinados à determinação de digestibilidade dos nutrientes e também abrangendo uma maior quantidade de alimentos comerciais para gatos para obterem-se resultados precisos e confiáveis.

5 CONCLUSÕES

As classificações superpremium e premium deveriam ser estabelecidas com base em vários critérios, primariamente, na digestibilidade dos nutrientes. Entretanto, ainda são necessários mais estudos.

Os valores de FDN e a MM neste experimento influenciaram na digestibilidade da MS e MO dos alimentos testados. O seu teor alto nos alimentos demonstrou uma pior digestibilidade nos mesmos.

A GHA foi a variável que melhor se correlacionou nas estimativas do coeficiente de digestibilidade de matéria seca e energia metabolizável (CDAMS, EMAMN e EMAMS) com alta correlação positiva, participando de todos os modelos, sendo recomendável sua inclusão em equações de predição energética e de CDAMS em alimentos comerciais para gatos adultos. A MM e o FDN foram as variáveis que resultaram em correlação negativa para estimar as equações de CDAMS, EMAMN e EMAMS; e CDAMS e EMAMN, respectivamente, em alimentos comerciais para gatos adultos. A EB também apresentou excelente correlação positiva nas estimativas de EMAMN e EMAMS, sendo uma alternativa de inclusão em equações de predição de valores energéticos, quando houver possibilidade de avaliar esse nutriente em bomba calorimétrica.

A equação de predição que obteve melhor coeficiente de determinação ($R^2 = 0,92$) utilizada para calcular a EMA é descrita a seguir: $EMA \text{ (kcal/kg na MS)} = 1810,3224 + 117,1907GHA + 27,4917ENN - 87,7803MM$.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L.T.F.; SILVA, M.A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1996. p.303-318.

ALLISON, J.B.; WANNEMACHER, R.W.; MIGLIARESE, J.F. Diet and the metabolism of 2-aminofluorene. **Journal of Nutrition**, v.52, p.415-425, 1954.

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS. **Nutrient Profiles for Dogs and Cats**. Atlanta, 1994.

ARAÚJO, M.B. Biossegurança na indústria de alimentos para animais de estimação. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 2, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas, MG: CBNA, 2002. 149p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16.ed. Arlington, 1995. v.1.

ATWATER, W.D. **Principles of nutrition and nutritional value of foods**. Washington: US Government Printing Office, 1910. (USDA. Bulletin, 162).

BEHFELD, T. **The influence of lard, rice and tapioca on the intestinal N-metabolism of the dog**. 1988. Thesis. (Doctor)-Tierärztliche Hochschule, Hannover, German Federal Republic.

BORGES, A.L.C.C.; GONÇALVES, L.C. Regulação da ingestão de alimentos . In: **Alimentos e alimentação de gado de leite**. Escola Veterinária UFMG, Belo Horizonte, 1997. p.31-35.

BORGES, F.M.O. Nutrição e alimentação dos gatos domésticos. In: NUTRIÇÃO E PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS PARA CÃES E GATOS, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras, MG: UFLA, 2002. 225p.

BORGES, F.M.O.; NUNES, I.J. **Nutrição e manejo alimentar de cães na saúde e na doença.** Belo Horizonte: UFMG, 1998. p.1-103. (Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária, 20).

BORGES, F.M.O.; FERREIRA, W.M. **Princípios nutritivos e exigências nutricionais de cães e gatos** – Parte 1 – Energia, proteína, carboidratos e lipídeos. Lavras, UFLA, 2005. 108p.

BORGES, F.M.O. et al. Equações de regressão para estimar os valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frango de corte, a partir de análises químicas. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.55, n.6, p.722-733, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico sobre fixação de padrões de identidade e qualidade de alimentos para fins nutricionais especiais ou alimentos com fins nutricionais específicos destinados a cães e gatos. Instrução Normativa/sarc nº 9, de 09 de julho de 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1 de 14 de julho de 2003.

CARCIOFI, A.C. Proposta de normas e padrões nutricionais para a alimentação pet. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 3., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: CBNA, 2003. 181p.

CARCIOFI, A.C. Alimentos industrializados para cães e gatos. In: CICLO DE EDUCAÇÃO CONTINUADA EM MEDICINA VETERINÁRIA, 1., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, SP: FUMVET, 2004. p.22-32.

CARCIOFI, A.C. Emprego de fibras em alimentos para cães e gatos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 5., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: CBNA, 2005. 180p.

CAREY, D. **Iams technical center data.** Lewisburg, Ohio, The Iams, 1993.

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

CHEEKE, P.R. **Applied animal nutrition:** feeds and feeding. 2.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999. p.26-81.

CHURCH, D.C.; POND, W.G. **Basic animal nutrition and feeding**. 3.ed. New York, NY, 1988. 615p.

FAHEY Jr. G.C. Research needs in companion animal nutrition. **Petfood technology**. Illinois: Watt, 2003. p.57-61.

FAHEY Jr. G.C. et al. Dietary fiber for dogs: Iso-total dietary fiber (TDF) additions of divergent fiber sources to dog diets and their effects on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time. **Journal of Animal Science**, v.68, p.4229-4235, 1990a.

FAHEY Jr. G.C. et al. Dietary Fiber for dogs: Effects of graded levels of dietary Beet Pulp on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time. **Journal of Animal Science**, v.68, p.4221-4228, 1990b.

FERREIRA, W.M.; PINTO, M.V.P.; MENDES, W.S. Técnicas de avaliação de alimentos e exigências nutricionais. Comparação entre animais de companhia e de produção. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE CÃES E GATOS, 2., 2005, Lavras. **Anais...** Lavras, MG: UFLA, 2005. p.300.

FORTES, C.M.L.S. **Valor nutricional de ingredientes energéticos e protéicos para cães**. 2005. 74p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, SP.

HENDRIKS, W.H.; KUGAPPIYAI, S. Apparent ileal and fecal digestibility of dietary protein is different in dogs. **The Journal of Nutrition**, v.132, p.1692S-1694S, 2002.

HERBÁRIO. Alimentos para bichos de estimação. **Boletim Informativo**. <<http://www.herbario.com.br/bot/agri/alipet.htm>> Acesso em: 20 fev. 2006

HILL, R.C. et al. The use of chromic oxide as a marker for measuring small intestinal digestibility in cannulate dogs. **Journal of Animal Science**, Champaign, n.74, p.1629-1634, 1996.

HUBER, T.L.; WILSON, R.C.; Mc GARITY, S.A. Variations in digestibility of dry dog foods with identical label guaranteed analysis. **Journal American Hospital Association**, v.22, p.571-575, set./out. 1986.

KANE, E.; MORRIS, J.G.; ROGERS, Q.R. Acceptability and digestibility by adult cats of diets made with various sources and levels of fat. **Journal of Animal Science**, v.53, p.1515-1623, 1981.

KARR-LILIENTHAL. et al. Estimation of the proportion of bacterial nitrogen in canine feces using diaminopimelic acid as an internal bacterial marker. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1707-1712, 2004.

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 constraining diet types. **Journal Small Anim. Pract.**, v.23, p.577-587, 1982a.

KENDALL, P.T.; SMITH, P.M.; HOLME, D.W. Factors affecting digestibility and in vivo energy content of cat foods. **Journal Small Animal Pract.**, v.25, p.538-553, 1982b.

KIENZLE, E. Further developments in the prediction of metabolizable energy in pet food. **Journal of Nutrition**, v.132, p.1796-1798, 2002.

KIENZLE, E. et al. An improved method for the estimation of energy in pet foods. **Journal of Nutrition**, v.128 n.12, p.2806-2808, 1998a.

KIENZLE, E. et al. The influence of dietary fiber components on the apparent digestibility of organic matter and energy in prepared dog and cat foods. **Journal Anim. Physiol. Anim. Nutr.**, v.79, p.46-56, 1998b.

KUHLMANN, G.; LAFLAMME, D.P.; BALLAM, J.M. A simple method for estimating the metabolizable energy content of dry cat foods. **Feline Pract.**, v.21, p.16-20, 1993.

LÔBO JR., M.F.J. **Avaliação comparativa do método direto e de métodos indiretos na determinação da digestibilidade aparente na espécie canina.**

2000. 22p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

MAWBY, D.I. et al. Complications of ileal cannulation in cats. **Laboratory of Animal Science**, v.49, n.4, p.406-410, 1999.

MEJÍA, A.M.G.; FERREIRA, W.M. Métodos de avaliação da disponibilidade da proteína e dos aminoácidos nos alimentos para não ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ANIMAIS SILVESTRES, 1., 1996, Seropédica. **Anais...** Seropédica, RJ: UFRRJ, 1996. 9p.

MEYER, H. et al. Precaecal and postileal digestibility of various proteins. **Advances in Animal Physiology and Animal Nutrition**, n.19, p.59-77, 1989.

MEYER, H. Protein digestion and intestinal N-metabolism in the dog and cat. **Effem Forchung fur Heimtiernahrung**, n.30, p.01-13, 1990.

MORRIS, J.G.; ROGERS, Q.R. Assessment of the nutritional adequacy of pet foods. **Journal of Nutrition**, v.124, n.12S, p.2520S-2534S, 1994.

MORRIS, J.G.; TRIDOL, J.; PENCOVIC, T. Carbohydrate digestion by domestic cat (*Felis catus*). **Journal of Nutrition**, v.37, p.365-373, 1987.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutriente requirements of dogs**. Washington: National Academy, 1985. 79p.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutriente requirements of cats**. Washington: National Academy, 1986.

NEIRINK, K. et al. Amino acid composition and digestibility of four protein sources for dogs. **Journal Nutrition**, v.121, p.S64-S65, 1991.

NUNES, I.J. **Nutrição animal básica**. 2.ed. Belo Horizonte: FEP/MVZ, 1998. 388p.

PARSONS, C.M.; CASTONON, F.; HAN, Y. Protein and amino acid quality of meat and bone meal. **Poultry Science**, v.61, p.2241-2246, 1997.

PRADA, F. Alimentos premium e superpremium para animais de estimação. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 2., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: CBNA, 2002. 149p.

PETBR. Pet Food cresce mas não anima a indústria. **Boletim Informativo**. Disponível em: <<http://www.petbr.com.br/rep0r31.asp>>. Acesso em: 20 fev. 2006.

RIBEIRO, R.C. Formulações para cães em reprodução, cadelas em gestação e neonatos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 2., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: CBNA, 2002. 149p.

SAAD, F.M. de O.B. et al. **Aspectos técnico-comerciais dos alimentos para cães e gatos**. Lavras, MG: UFLA, 2005. p.128

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. Cary, 1995. 956p.

SCHAEFFER, M.C.; ROGERS, Q.R.; MORRIS, J.G. **Protein in the nutrition of dogs and cats: nutrition of the dog and cat**. Nova York: Cambridge University, 1989. p.159-205.

SIBBALD, I.R.; MORSE, P.M. Effects of the nitrogen correction and feed intake on true metabolizable energy values. **Poultry Science**, v.62, n.2, p.138-142, 1982.

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

SILVA, F.V. et al. Determinação da digestibilidade da energia, proteína e matéria seca do milho pré-cozido em cães adultos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS: SBZ, 1999.

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

TARDIN, A.C. Dietas com alta proteína e gordura na alimentação de cães e gatos. In: NUTRIÇÃO E PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS PARA CÃES E GATOS, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras, MG: UFLA, 2002. 225p.

VAN SOEST, P.J. **Ruminant metabolism nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fiber.** In: Nutritional Ecology of the Ruminant. Ithaca: Cornell University, 1987.

VASCONCELLOS, R. S. **Utilização de indicadores nos ensaios de digestibilidade aparente em gatos domésticos.** 2004. 69p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, SP.

ANEXOS

	Pág.
ANEXO A	
QUADRO 1A Metodologia de cálculos.....	80
ANEXO B	
TABELA 1B Análise de variância do escore fecal, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	81
TABELA 2B Análise de variância do consumo diário de matéria natural (CMN) e seca (CMS), excreção fecal com base na matéria seca (EFMS), matéria seca digerida (MSDig), em gramas e e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), em porcentagem (%), dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	81
TABELA 3B Análise de variância do consumo de matéria orgânica (CMO), matéria orgânica nas fezes (MOF) e matéria orgânica digerida (MODig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (CDAMO), em porcentagem, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	81
TABELA 4B Análise de variância do consumo de extrato etéreo em hidrólise ácida (CEEHA), extrato etéreo em hidrólise ácida nas fezes (EEHAF) e extrato etéreo em hidrólise ácida digerido (EEHADig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo em hidrólise ácida (CDAEEHA), em porcentagem, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	82
TABELA 5B Análise de variância do consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente neutro nas fezes (FDNF) e fibra em detergente neutro digerido (FDNDig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (CDAFDN), em porcentagem, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....;	82

TABELA 6B	Análise de variância do consumo de extrato não nitrogenado (CENN), extrato não nitrogenado nas fezes (ENNF) e extrato não nitrogenado digerido (ENNDig), em g/dia, e coeficiente de digestibilidade aparente do extrato não nitrogenado (CDAENN), em %, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos, em manutenção.....	82
TABELA 7B	Análise de variância do consumo de matéria mineral (CMM), matéria mineral nas fezes (MMF) e matéria mineral digerida (MMDig), em gramas por dia, e digestibilidade aparente da matéria mineral (DAMM), em porcentagem, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	83
TABELA 8B	Análise de variância do nitrogênio ingerido (NIng), nitrogênio excretado nas fezes (NF), nitrogênio excretado na urina (NU) e nitrogênio absorvido (NAbs), balanço de N aparente – N retido (BNA), em gramas por dia, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	83
TABELA 9B	Análise de variância da energia digestível aparente (EDA), energia metabolizável aparente (EMA), com base na matéria seca e matéria natural, em kcal/dia, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	83
TABELA 10B	Análise de variância do consumo de proteína bruta (CPB), proteína bruta nas fezes (PBF) e proteína bruta digerida (PBDig), proteína bruta excretada na urina (PBU), proteína retida (PR), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB), coeficiente de metabolização aparente da proteína (CMAP), em porcentagem, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	84
TABELA 11B	Análise de variância do consumo energia bruta (CEB), energia bruta nas fezes (EBF), energia bruta absorvida –energia digestível (EBA), energia bruta na urina (EBU), energia bruta retida (EBR), em kcal/dia, e coeficiente de digestibilidade aparente da energia consumida (CDAEC), coeficiente de metabolização aparente da energia (CMAE), em porcentagem, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.....	84

Quadro 1A Metodologia de cálculos

$$\begin{array}{l} \text{Coeficiente de} \\ \text{Digestibilidade (\%)} = \frac{\text{g Nutriente ingerido} - \text{g Nutriente excretado (fezes)}}{\text{g Nutriente ingerido}} \times 100 \\ \text{Aparente} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Coeficiente de} \\ \text{Metabolização (\%)} = \frac{\text{g Nutriente ingerida} - \text{g Nutriente das fezes} - \text{g Nutriente da Urina}}{\text{g Nutriente ingerido}} \times 100 \\ \text{Aparente} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Balanço} \\ \text{Nitrogênio (g)} = \text{g Nitrogênio ingerida} - \text{g Nitrogênio das fezes} - \text{g Nitrogênio da Urina} \\ \text{Aparente} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Nutriente} \\ \text{Digestível (g)} = \text{g Nutriente ingerida} - \text{g Nutriente das fezes} \\ \text{Aparente} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Energia} \\ \text{Metabolizável (kcal/kg)} = \frac{\text{g EB ingerida} - \text{g EB das fezes} - \text{g EB da Urina}}{\text{Consumo de MS}} \\ \text{Aparente} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Energia} \\ \text{Digestível (kcal/kg)} = \frac{\text{g EB ingerida} - \text{g EB das fezes}}{\text{Consumo de MS}} \\ \text{Aparente} \end{array}$$

TABELA 1B Análise de variância do escore fecal, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio
Bloco	5	0,3272 ns
Ração	11	2,4041 **
Erro	55	0,6324
CV (%)		24,83
Pr<W		0,8550

** (P<0,01); ns – não significativo.

TABELA 2B Análise de variância do consumo diário de matéria natural (CMN) e seca (CMS), excreção fecal com base na matéria seca (EFMS), matéria seca digerida (MSDig), em gramas e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), em porcentagem (%), dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio				
		CMN	CMS	EFMS	MSDig	CDAMS
Bloco	5	272,7101 ns	231,0116 ns	17,5485 ns	142,1787 ns	27,8025 ns
Ração	11	231,1786 ns	249,3012 ns	39,4516 *	313,1234 *	208,5594 **
Erro	55	292,8638	254,3169	20,5830	156,3178	20,6731
CV (%)		27,53	27,46	32,21	28,42	6,06
Pr<W		0,4533	0,4508	0,3588	0,9606	0,5661

** (P<0,01); * (P<0,05); ns – não significativo;

TABELA 3B Análise de variância do consumo de matéria orgânica (CMO), matéria orgânica nas fezes (MOF) e matéria orgânica digerida (MODig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (CDAMO), em porcentagem, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio			
		CMO	MOF	MODig	CDAMO
Bloco	5	147,4370 ns	9,7707 ns	140,3953 ns	26,0344 ns
Ração	11	231,1693 ns	25,0338 *	227,0178 ns	157,3018 **
Erro	55	186,7284	11,8272	147,4663	17,7118
CV (%)		27,36	33,44	28,25	5,34
Pr<W		0,1225	0,2524	0,8728	0,2413

* (P<0,05); ** (P<0,01); ns – não significativo.

TABELA 4B Análise de variância do consumo de extrato etéreo em hidrólise ácida (CEEHA), extrato etéreo em hidrólise ácida nas fezes (EEHAF) e extrato etéreo em hidrólise ácida digerido (EEHADig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo em hidrólise ácida (CDAEEHA), em porcentagem, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio			
		CEEHA	EEHAF ¹	EEHADig	CDAEEHA
Bloco	5	3,5647 ns	0,1265 ns	3,9357 ns	45,0906 ns
Ração	11	66,1852 **	0,0940 ns	66,1351 **	175,9573 **
Erro	55	5,4389	0,1479	4,5068	27,5234
CV (%)		26,65	-----	27,58	6,09
Pr<W		0,7799	0,3285	0,9265	0,0699

** (P<0,01); ns – não significativo; 1 – variável transformada por ln(x),

TABELA 5B Análise de variância do consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente neutro nas fezes (FDNF) e fibra em detergente neutro digerido (FDNDig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (CDAFDN), em porcentagem, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio			
		CFDN	FDNF	FDNDig	CDAFDN
Bloco	5	3,1973 ns	1,2393 ns	4,9765 ns	1169,5040 ns
Ração	11	41,3079 **	6,9807 **	31,1911 **	1678,1263 **
Erro	55	4,6348	0,8948	2,3178	164,8044
CV (%)		31,24	29,78	40,98	26,60
Pr<W		0,5406	0,6809	0,5269	0,3252

** (P<0,01); ns – não significativo.

TABELA 6B Análise de variância do consumo de extrato não nitrogenado (CENN), extrato não nitrogenado nas fezes (ENNF) e extrato não nitrogenado digerido (ENNDig), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente do extrato não nitrogenado (CDAENN), em porcentagem, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio			
		CENN	ENNF	ENNDig	CDAENN
Bloco	5	27,3129 ns	1,1130 ns	8,6289 ns	73,6366 ns
Ração	11	180,2275 **	6,6365 **	137,2642 **	170,7312 **
Erro	55	26,1861	0,6489	17,6175	41,3803
CV (%)		27,64	52,91	27,80	7,52
Pr<W		0,4180	0,8226	0,9466	0,6540

** (P<0,01); ns – não significativo.

TABELA 7B Análise de variância do consumo de matéria mineral (MM), matéria mineral nas fezes (MMF) e matéria mineral digerida (MMDig), em gramas por dia, e digestibilidade aparente da matéria mineral (DAMM), em porcentagem, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio			
		CMM	MMF	MMDig	DAMM ¹
Bloco	5	1,8386 ns	1,4128 ns	0,0944 ns	0,0049 ns
Ração	11	2,8356 ns	3,2540 **	0,9707 **	0,0734 **
Erro	55	1,5877	0,7775	0,3622	0,0199
CV (%)		28,96	29,26	44,97	14,12
Pr<W		0,6289	0,9385	0,6662	0,6384

** (P<0,01); ns – não significativo; 1 – variável transformada por $\arcsin(x^{0,5})$.

Tabela 8B Análise de variância do nitrogênio ingerido (NIng), nitrogênio excretado nas fezes (NF), nitrogênio excretado na urina (NU) e nitrogênio absorvido (NAbs), balanço de N aparente – N retido (BNA), em gramas por dia, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio				
		NIng	NF	NAbs	NU	BNA
Bloco	5	0,6017 ns	0,0505 ns	0,4865 ns	0,0854 ns	0,3139 ns
Ração	11	1,3388 ns	0,0429 ns	1,2884 **	0,0425 ns	1,1101 *
Erro	55	0,7531	0,0623	0,4917	0,0497	0,5082
CV (%)		27,55	36,84	28,36	65,27	33,45
Pr<W		0,9726	0,1192	0,9264	0,3014	0,3855

* (P<0,05); ** (P<0,01); ns – não significativo,

TABELA 9B Análise de variância da energia digestível aparente (EDA), energia metabolizável aparente (EMA), com base na matéria seca e matéria natural, em kcal/dia, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio			
		EDA-MS	EDA-MN	EMA MS	EMA MN
Bloco	5	34958,5705 ns	30058,9480 ns	294227,55 ns	50313,5959ns
Ração	11	1307213,3902 **	1259303,1958 **	15214602,62 **	1325870,1572**
Erro	55	38732,7566	33555,7706	2762181,97	43306,5883
CV (%)		4,80	4,78	5,96	5,86
Pr<W		0,4910	0,3871	0,9405	0,8903

** (P<0,01); ns – não significativo,

TABELA 10B Análise de variância do consumo de proteína bruta (CPB), proteína bruta nas fezes (PBF) e proteína bruta digerida (PBDig), proteína bruta excretada na urina (PBU), proteína retida (PR), em gramas por dia, e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB), coeficiente de metabolização aparente da proteína (CMAP), em porcentagem, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio						
		CPB	PBF	PBDig	CDAPB	PBU	PR	CMAP
Bloco	5	23,5064 ns	1,9709 ns	19,0039 ns	51,5501 ns	3,4815 ns	12,2597 ns	39,3039 ns
Ração	11	52,2972 ns	1,6747 ns	50,3292 **	100,7144 **	1,6473 ns	43,3635 *	149,8128 ns
Erro	55	29,4172	2,4342	19,2076	27,8566	1,9394	19,8536	89,3818
CV (%)		27,55	36,84	28,36	6,77	65,63	33,45	14,19
Pr<W		0,9655	0,1722	0,9153	0,3032	0,3174	0,3654	0,6546

* (P<0,05); ** (P<0,01); ns – não significativo

TABELA 11B Análise de variância do consumo energia bruta (CEB), energia bruta nas fezes (EBF), energia bruta absorvida –energia digestível (EBA), energia bruta na urina (EBU), energia bruta retida (EBR), em kcal/dia, e coeficiente de digestibilidade aparente da energia consumida (CDAEC), coeficiente de metabolização aparente da energia (CMAE), em porcentagem, com base na matéria seca, dos alimentos comerciais avaliados para gatos adultos, em manutenção.

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio						
		CEB	EBF	EBA	CDAEC	EBU	EBR	CMAE %
Bloco	5	5533,6014 ns	299,9336 ns	3822,3404 ns	17,5167 ns	37,2372 ns	294227,55 ns	27,5112 ns
Ração	11	10627,055 ns	554,7048 ns	12348,8414 **	156,3384 **	11,0003 ns	15214602,62 **	197,5438 **
Erro	55	6498,8998	357,3692	4494,6339	15,4413	38,0763	2762181,97	19,6845
CV (%)		27,24	33,85	27,93	4,89	33,04	5,96	6,02
Pr<W		0,7331	0,3411	0,9791	0,2881	0,6890	0,9405	0,2274

* (P<0,05); ** (P<0,01); ns – não significativo