

USO DE INDICADORES INTERNOS NA AVALIAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE APARENTE DE ALIMENTOS PARA GATOS - COMPARAÇÃO DE MÉTODOS

INTERNAL MARKERS IN THE EVALUATION OF APPARENT DIGESTIBILITY OF CAT FEEDS- METHOD COMPARISON

Aulus Cavalieri Carciofi¹ Flávio Prada² Clara Satsuki Mori³

RESUMO

Os ensaios de digestibilidade são importantes para o desenvolvimento e avaliação de rações animais. Estes podem ser realizados através do método convencional, ou de coleta total, e pelo método dos indicadores, dividindo-se os últimos em externos (adicionados ao alimento), e internos (presentes naturalmente no alimento). Com a finalidade de buscar métodos alternativos, menos trabalhosos e com resultado seguro, o presente estudo objetivou comparar o método de coleta total com o dos indicadores para a determinação da digestibilidade de rações para gato doméstico, testando como indicadores a fibra bruta (FB) e a fibra em detergente ácido (FDA). Utilizou-se 4 gatos (2 machos e 2 fêmeas) adultos jovens, mantidos em gaiolas metabólicas individuais durante 30 dias (24 de adaptação e 6 de coleta total de fezes), alimentados *ad libitum* com ração comercial seca extrusada para gatos. Os coeficientes de digestibilidade aparente obtidos pela coleta total, FDA e FB foram, respectivamente, 74,0, 71,4 e 75,0% para a matéria seca, 77,0, 74,8 e 77,9% para a matéria orgânica, 79,2, 77,2 e 80,0% para a proteína bruta, 81,7, 80,4 e 82,8% para o extrato etéreo e 78,8, 76,6 e 79,6% para os extrativos não nitrogenados. A análise estatística não detectou diferenças significativas entre os três métodos estudados ($p > 0,2$). Recuperou-se 96,1% da FDA e 104,3% da FB ingeridas, sendo estes valores estatisticamente iguais pelo teste t ($p > 0,49$). O método dos indicadores naturais apresenta vantagens práticas sobre a coleta total, entretanto, para generalizar com segurança o uso dos indicadores testados, ainda são necessários outros estudos, com dietas apresentando diferentes níveis e fontes de FB e FDA.

Palavras-chave: gato doméstico, digestibilidade, indicadores de digestão, fibra bruta, fibra em detergente ácido, rações.

SUMMARY

The digestibility trials are important in the development and evaluation of animal feed. They are carried out through the total collection method (TC) or by the use of indicator methods (IM), where the indicators can be classified as external (added to the feed), or internal (already present in the feed). In the present work, the comparison of both methods was made, aiming the search for simpler and safer methods for the determination of the digestibility of commercial cat feed. We tested the TC and IM using, for the latter, the crude fibre (CF) and the acid-detergent fibre (ADF) as internal indicators. We used 4 young adult cats (2 males and 2 females) held in individual metabolism cages for 30 days (24 for adaptation and 6 for total collection of faeces) and fed *ad libitum* with a commercial dry extruded cat feed. The results for the TC, CF and ADF were, respectively, 74.0, 71.4 and 75.0% for dry matter, 77.0, 74.8 and 77.9% for organic matter, 79.2, 77.2 and 80.0% for crude protein, 81.7, 80.4 and 82.8% for ether extract and 78.8, 76.6 and 79.6% for nitrogen-free extract. The statistical analysis did not show significant differences between the methods ($p > 0.2$). It was recovered 96.1% of the ADF and 104.3% of the CF, and these figures could be considered statistically equivalents by the t test ($p > 0.49$). The internal markers method presents some practical advantages when compared to the total collection method. However, further studies are required in order to check the efficiency of the tested markers, using diets with different amounts and sources of CF and ADF.

¹ Médico Veterinário, Mestre em Nutrição Animal, aluno de curso de Pós-graduação, nível Doutorado, Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP). End: Rua: Daniel Cesário de Andrade 541, 13043-040, Campinas - SP. Autor para correspondência.

² Médico Veterinário, Professor Titular do Departamento de Clínica Médica FMVZ-USP.

³ Químico, Técnico responsável pelo Laboratório de Doenças Nutricionais e Metabólicas do Departamento de Clínica Médica, FMVZ-USP.

Key words: *domestic cat, digestibility, internal markers, crude fibre, acid-detergent fibre, feeds.*

INTRODUÇÃO

Na avaliação de ração comercial para gatos alguns pontos devem ser considerados, como: balanço de nutrientes; palatabilidade; digestibilidade; conteúdo de energia metabolizável; custo; contribuição à saúde dos dentes; conteúdo de taurina; habilidade em acidificar a urina e idoneidade do fabricante (CASE, *et al.*, 1995). Não é possível a determinação nem a aplicação dos conhecimentos sobre necessidades nutricionais sem um adequado conhecimento da biodisponibilidade dos nutrientes do alimento que será utilizado (CHURCH & POND, 1988). Assim, as informações sobre o conteúdo nutricional de uma dieta nos dizem pouco, caso não saibamos sua disponibilidade (CASE, *et al.*, 1995). Desta forma, tais estudos são importantes tanto para o desenvolvimento como para a avaliação da qualidade de rações.

Os experimentos de digestibilidade são balanços materiais. Podem ser realizados através de dois procedimentos básicos, o método convencional, ou de coleta total, e o método dos indicadores (CHURCH & POND, 1988). No primeiro, são quantificadas a ingestão de alimentos e a excreção de fezes, sendo determinado através da diferença entre ingestão e excreção a proporção de nutrientes efetivamente digeridos e absorvidos. Quando é inconveniente ou impossível a coleta total de fezes ou a mensuração do alimento ingerido, utiliza-se o método dos indicadores. Este consiste na utilização de uma substância de referência, o indicador, que é dividido em dois grupos, os externos ou adicionados ao alimento, como o óxido crômico e o óxido férrico, e os internos, ou presentes naturalmente no alimento, como a sílica e a lignina (SIBBALD, 1982).

Por qualquer um destes procedimentos pode ser determinado o coeficiente de digestibilidade aparente dos diversos nutrientes. De interesse na avaliação das rações para gatos, são determinadas a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo e dos extrativos não nitrogenados (KENDALL, *et al.*, 1982).

Na análise bromatológica das amostras de alimento e fezes, visando a determinação dos extrativos não nitrogenados (ENN), é realizada a determinação da fibra bruta (FB). Esta consiste no resíduo insolúvel após a fervura consecutiva da amostra em ácido e base fracos (SILVA, 1981). Caracteriza-se por

ser quimicamente variável, contendo celulose, hemicelulose e lignina. A fibra em detergente ácido (FDA) consiste no resíduo insolúvel após a fervura da amostra em bromo-cetil-trimetilamônio, sendo constituída principalmente por lignina, celulose, N lignificado, cutina e sílica (VAN SOEST, 1987). Tanto a FB como a FDA são carboidratos sobre os quais as enzimas digestivas dos mamíferos são incapazes de atuar, estando seu aproveitamento pelos animais condicionado à sua fermentação bacteriana (MAYNARD, *et al.*, 1979).

Os gatos são monogástricos carnívoros, possuindo intestino curto e ceco afuncional. Apresentam cólon pequeno, representando menos de 20% do volume intestinal (SUNVOLD, *et al.*, 1995). Possuem capacidade limitada de digerir carboidratos (KIENZLE, 1994), sendo considerados incapazes de digerir carboidratos estruturais (CASE, *et al.*, 1995), o que leva a FB e a FDA a serem possíveis indicadores naturais de digestão para a espécie.

Com a finalidade de buscar métodos alternativos, menos trabalhosos e com resultado seguro, o presente estudo objetivou comparar o método de coleta total com o dos indicadores para a determinação do coeficiente de digestibilidade aparente de rações para gato doméstico, testando como indicadores a FB e a FDA.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o experimento utilizou-se 4 gatos adultos, sendo 2 machos e 2 fêmeas, alojados individualmente em gaiolas metabólicas medindo 1 m², com fundo de tela de arame, visando separar as fezes da urina. O experimento teve duração de 30 dias, sendo 24 de adaptação e 6 de coleta total de fezes. As fezes foram colhidas 2 vezes por dia, acondicionadas em recipientes de vidro, pesadas e posteriormente secas em estufa com ventilação forçada a 65°C.

Foram alimentados *ad libitum* com ração comercial seca extrusada para gatos, sendo verificado o consumo de alimentos durante todo o período experimental. Água esteve disponível durante todo o tempo.

As análises químicas do alimento e das fezes foram realizadas no Laboratório de Doenças Nutricionais e Metabólicas do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, segundo AOAC (1995). Os ENN foram calculados por diferença e a FDA segundo SILVA (1981).

Para o cálculo do Coeficiente de Digestibilidade Aparente (CDA), foram utilizadas, tanto para a coleta total como para os indicadores, as fórmulas preconizadas por CHURCH & POND (1988). A porcentagem de recuperação dos indicadores foi determinada através da diferença entre ingestão e excreção, de forma que:

$$\text{Recuperação (\%)} = \frac{\text{ind.excretado} \times 100}{\text{ind.ingerido}}$$

A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa SAS (SAS Institut, 1985), sendo realizado o proc GLM para a análise de variância e o teste de Duncan para a comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição nutricional do alimento teste encontra-se na Tabela 1, adiante. Os resultados obtidos para os Coeficientes de Digestibilidade Aparente, segundo os diferentes métodos, podem ser encontrados na Tabela 2. Os resultados indicam um bom aproveitamento do alimento pelos gatos, quando comparado aos valores típicos descritos no Nutrient Requirements of Cats (1986), que relata CDA variando de 76,0 a 78,3% para a proteína bruta, 72,3 a 85,3% para o extrato etéreo e 75,4 a 78,8% para os extrativos não nitrogenados.

A análise estatística dos resultados não detectou diferenças significativas entre os três métodos de determinação do coeficiente de digestibilidade, sendo os valores de $p=0,21$ para a MS, $p=0,23$ para a MO, $p=0,23$ para a PB, $p=0,53$ para o EE e $p=0,23$ para o ENN, indicando que os três métodos apresentam resultados semelhantes.

O método de coleta total apresentou maior variabilidade de resultados, com coeficientes de variação indo de 11,0% para a PB a 14,6% para a MS

Tabela 1 - Composição nutricional da ração utilizada no experimento (valores sobre a matéria seca).

Nutriente	%	Nutriente	%
Matéria seca	92,9	Fibra bruta	2,40
Matéria mineral	7,1	Ext. não nitrogenados	48,10
Extrato etéreo	11,4	Cálcio	1,01
Proteína bruta	31,0	Fósforo	1,0

Tabela 2 - Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), Matéria Orgânica (MO), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE) e Extrativos não Nitrogenados (ENN), segundo os diferentes métodos.

Método	Coeficiente de Digestibilidade Aparente ¹				
	MS	MO	PB	EE	ENN
Coleta total	74,0±2,2	77,0±2,0	79,2±1,8	81,7±2,0	78,8±1,9
FDA ²	71,4±0,6	74,8±0,5	77,2±0,5	80,4±0,8	76,6±0,5
FB ³	75,0±0,5	77,9±0,5	80,0±0,4	82,8±1,1	79,6±0,6

¹ - Média e erro padrão da média

² - Fibra em Detergente Ácido

³ - Fibra Bruta.

e desvios padrão indo de ± 8,8% para a PB a ± 10,8% para a MS. Já os métodos dos indicadores, tanto para a FB como para a FDA, apresentaram menor variabilidade de resultados, com coeficiente de variação oscilando entre 3 e 4% e desvios padrão indo de ± 2 a ± 3%.

A maior variabilidade dos resultados encontrados pelo método de coleta total pode ser explicada pelas variações no consumo de alimentos e na eliminação de fezes. Como os animais defecaram a intervalos irregulares, nos dias em que maiores quantidades foram eliminadas, menor coeficiente de digestibilidade foi verificado. Desta forma, o CDA da MS variou de 41 a 89%, da MO de 47 a 91%, da PB de 54 a 91%, do EE de 51 a 98% e do ENN de 48 a 91%. Estes resultados são considerados normais, justificando a necessidade de períodos de coleta de pelo menos 6 dias (NOTT, *et al.*, 1994). Este problema não ocorre com o método dos indicadores, pois o procedimento independe da quantidade consumida e excretada, sendo o cálculo realizado em porcentagem.

Procedeu-se também a determinação da porcentagem de recuperação dos indicadores. Para a FDA encontrou-se o valor médio de 96,1 ± 8,3 (média e erro da média) e para a FB 104,3 ± 8,2. Vê-se que para a FDA não houve recuperação completa, enquanto que para a FB recuperou-se mais do que foi ingerido. Entretanto, comparando estes valores pelo teste *t*, verificou-se que eles são iguais ($p > 0,49$).

Segundo trabalho de SUNVOLD, *et al.* (1995) no intestino grosso dos gatos existe, apesar que de forma limitada, fermentação bacteriana da fibra. Todavia ela só é importante para a pectina,

rica em ácido urônico, e algumas gomas, estando a digestibilidade *in vivo* da fibra na dependência de sua composição química. Para a celulose, os autores encontraram coeficiente de digestibilidade praticamente desprezível. LEWIS *et al.* (1994), trabalhando com cães, animais com maior capacidade que os gatos de digerir carboidratos, também demonstraram a inabilidade da espécie digerir celulose, encontrando CDA de 1,9% para a celulose finamente moída e -0,2% para a celulose de maior granulometria.

Considerando-se a composição química da FB e da FDA, representada por componentes da parede da célula vegetal, como celulose, hemicelulose, lignina e cutina, os dados do presente trabalho confirmam a incapacidade dos gatos em digeri-las. Desta forma, a recuperação incompleta da FDA e a recuperação superior a 100% da FB devem-se, em parte a problemas laboratoriais em sua determinação e em parte às variações diárias dos gatos na eliminação de fezes. É possível ainda que parte da FDA tenha sofrido fermentação microbiana no intestino dos gatos, o que justificaria sua recuperação incompleta. Para a FB, os problemas analíticos de sua determinação, como a formação de sabões com as gorduras presentes nas fezes, poderiam explicar sua recuperação superior a 100%.

Observa-se na Tabela 2 que o CDA foi sempre maior quando utilizou-se a FB como indicador, apresentando a coleta total valores intermediários e a FDA os valores mais baixos. Isto é explicado pelas taxas de recuperação dos indicadores. Como para a FB, encontrou-se recuperação acima de 100%, o procedimento de cálculo originou valores sistematicamente maiores, ocorrendo o inverso com a FDA.

A ausência de diferenças estatísticas entre os três métodos de determinação do CDA e as taxas estatisticamente iguais de recuperação dos indicadores validam, nas condições do presente experimento, a utilização da FB e da FDA como indicadores naturais, ou internos, de digestibilidade para gatos.

Como o método dos indicadores permite o cálculo do coeficiente de digestibilidade sem a determinação do consumo de alimentos e a coleta quantitativa de fezes, o mesmo apresenta vantagens práticas em relação à coleta total, como: dispensa o uso de gaiolas metabólicas; não exige a quantificação da ingestão de alimentos e da produção de fezes; a FB e a FDA apresentam determinação laboratorial fácil e barata; menor custo do experimento.

São necessários, entretanto, estudos com dietas apresentando diferentes fontes e níveis de FB e

FDA, para assegurar-se a validade da generalização de sua utilização na determinação do coeficiente de digestibilidade aparente de rações secas para gatos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC - ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official and tentative methods of analysis**. 16 ed. Arlington, Virginia: AOAC International, 1995.
- CASE, L. P., CAREY, D. P., HIRAKAWA, D. A. **Canine and feline nutrition**. St. Louis: Mosby, 1995, p. 423.
- CHURCH, D. C., POND, W. G. **Basic animal nutrition and feeding**. 3 ed. New York: John Wiley, 1988, p. 17-64.
- KENDALL, P. T., SMITH, P. M., HOLME, D. W. Factors affecting digestibility and *in vivo* energy content of cat foods. **Journal of Small Animal Practice**, v. 23, n. 9, p. 538-554, 1982.
- KIENZLE, E. Effect of carbohydrates on digestion in the cat. **Journal of Nutrition**, v. 124, p. 2568S-2571S, 1994, *supplementum* 12.
- LEWIS, L. D., MAGERKURTH, J. H., ROUDEBUSH, P., *et al.* Stoll characteristics, gastrointestinal transit time and nutrient digestibility in dogs fed different fiber sources. **Journal of Nutrition**, v. 124, p. 2716S-2718S, *supplementum* 12.
- MAYNARD, L. A., LOOSLI, J. K., HINTZ, H. F., *et al.* **Animal nutrition**. 7 ed. New York: McGraw-Hill, 1979, p. 602.
- NUTRIENT REQUIREMENTS OF CATS. **National Research Council**. Washington: National Academy Press, 1986.
- NOTT, H. M. R., RIGBY, S. I., JOHNSON, J. V., *et al.* Design of digestibility trials for dogs and cats. **Journal of Nutrition**, v. 124, p. 2582S-83S, 1994, *supplementum* 12.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. Cary: Sas Institute, 1985, p. 956.
- SIBBALD, I. R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 62, n. 4, p. 983-1048, 1982.
- SILVA, D. J. **Análise dos alimentos**. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1981, p. 165.
- SUNVOLD, G.D., FAHEY Jr, G.C., MERCHEN N.R., *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. 2329-39, 1995.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant: ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fiber**. Ithaca: Cornell University Press, 1987.