

NOVAS PERSPECTIVAS SOBRE PREDIÇÃO DE ENERGIA METABOLIZÁVEL EM ALIMENTOS PARA CÃES E GATOS

Resumo: Em *pet food*, o valor energético dos alimentos é expresso em termos de energia metabolizável (EM) e, a determinação precisa do conteúdo de EM dos alimentos requer ensaios com animais, porém é limitada a condições de pesquisa e apresentam alto custo; conseqüentemente, diferentes métodos indiretos tem sido propostos ao longo dos anos para estimar este conteúdo. Este estudo analisou as informações fornecidas por empresas produtoras de 465 produtos comercializados no Brasil e, comparou os resultados de EM via ensaio com animais (referência) com as principais equações que têm sido propostas para estimar o conteúdo de EM dos alimentos para cães e gatos na prática e rotina diária do profissional atuante em nutrição *pet*. Além disso, o avanço recente de produtos comerciais distintos aos avaliados na proposição destas equações, como os alimentos úmidos, trazem à tona a necessidade de ajustes a essas fórmulas para este segmento, outro objetivo deste estudo. Em todas as equações de estimativa avaliadas, houve desconformidade da previsão ao método de referência avaliado (ensaio com animais), entretanto, os fatores de "Atwater" foram os que apresentaram menor diferença e, portanto, os que podem melhor estimar a energia metabolizável nas condições de avaliação prática do presente estudo. Por fim, suposições de equações mais aplicáveis a alimentos úmidos foram realizadas, informações que podem contribuir com novas perspectivas sobre predição de energia metabolizável para alimentos formulados para cães e gatos.

Palavras chave: Equação; extrusados; calorias; caninos; úmidos.

1. Introdução

A densidade de energia de um alimento refere-se ao número de calorias fornecidas em um determinado peso ou volume⁽¹⁾. No Brasil, a densidade de energia em alimentos para cães e gatos é expressa principalmente em kcal de energia metabolizável (EM) por kg⁽²⁾, sendo a quantidade de energia disponível ao organismo depois de subtraídas as perdas de energia pela urina e dos produtos gasosos da fermentação (quase sempre ignorados em cães e gatos)⁽¹⁾. Não se deve subestimar a importância da densidade energética na nutrição de animais de companhia, pois este é o principal fator que determina a quantidade de alimento que será fornecida diariamente e, conseqüentemente influencia na ingestão dos demais nutrientes essenciais⁽³⁾.

Dois métodos são empregados para a determinação da concentração energética de um alimento: a realização de ensaios com animais, considerada padrão ouro (mais confiável) ou por meio de equações de predição⁽⁴⁾.

Outro ponto a se destacar é que em alguns casos (e em grande proporção), o valor da energia metabolizável não está presente em todos os rótulos dos alimentos destinados aos animais de companhia e, o médico-veterinário, zootecnista, ou o tutor necessitam de ferramentas precisas para essa estimativa, por esse motivo, algumas equações foram desenvolvidas para esse fim.

Os valores de energia metabolizável podem ser determinados a partir do conteúdo de carboidratos, lipídeos e proteína bruta de um determinado alimento. A primeira equação de predição foi obtida por Rubner em 1885⁽⁵⁾; porém este tipo de avaliação ficou conhecida alguns anos depois, onde seus fatores foram definidos por Atwater em 1902⁽⁶⁾. Atwater propôs então, há mais de 100 anos, a estimativa da

energia de alimentos atribuindo-se valores calóricos de 4 kcal/g de proteína bruta (PB), 9 kcal/g de gordura (EE) e 4 kcal/g de carboidrato (extrativos não nitrogenados, ENN)⁽⁶⁾. Com o passar do tempo, estes valores foram considerados errôneos e aceitáveis apenas quando fossem avaliadas dietas de elevada digestibilidade, como substitutos do leite e alimentos líquidos para nutrição enteral⁽⁷⁾.

Para a maior parte dos alimentos comerciais do segmento *pet*, os quais contém quantidade relevante de carboidratos fibrosos e lignina, os fatores de Atwater podem gerar valores superestimados de energia metabolizável⁽³⁾. Desta forma, em 1997, a *Association of American Feed Control Officials (AAFCO)*⁽⁷⁾, em suas diretrizes para cães e gatos, redigidas por especialistas convidados da indústria e da academia norte americana, recomendaram modificações nos fatores de Atwater, atribuindo-se 3,5 kcal/g PB; 3,5 kcal/g ENN e 8,5 kcal/g EE. Estas alterações foram realizadas com base na digestibilidade de alimentos comerciais disponíveis no mercado nos anos 70 e 80⁽⁷⁾.

Além disso, os fatores de Atwater modificados são recomendados pela Instrução Normativa nº09 (2003) para avaliação do conteúdo energético de alimentos industrializados para cães e gatos no Brasil até hoje⁽²⁾. Contudo, a literatura também destaca que a estimativa da EM por meio destes fatores possivelmente também resulte em valores sub ou superestimados para muitos alimentos disponíveis no mercado⁽⁸⁾. Assim, o *National Research Council (NRC, 2006)*⁽¹⁾ composto por especialistas acadêmicos importantes na área de nutrição de animais de companhia de todo mundo, passou a recomendar em sua última edição duas novas equações para a estimativa da EM de alimentos para cães e gatos.

Mais recentemente (2019)⁽⁹⁾, a *European Pet Food Industry Federation (FEDIAF)* publicou em suas diretrizes, duas novas equações (uma para cães e outra

para gatos) para estimativa da EM de alguns produtos do segmento *pet*, sendo que a equação para alimentos indicados para cães apresenta fatores muito semelhantes a estimativa inicialmente proposta por Atwater⁽⁶⁾.

É importante destacar que as garantias de rótulo são apenas ajustes dos teores máximos e mínimos dos nutrientes presentes no alimento⁽²⁾ e, portanto, não se recomenda o emprego destas informações para a estimativa do conteúdo energético do alimento industrializado. Outro ponto a ser considerado é que existem variações na composição nutricional entre lotes de um mesmo produto, que pode ser obtido pela média das análises químicas de vários lotes de produção⁽¹⁾.

Porém, destaca-se o fato de que o médico-veterinário, zootecnista ou o tutor em posse do produto que será destinado ao cão ou gato, deve calcular as recomendações de quantidade com base na energia e, na falta desta informação, terá que estimar a energia metabolizável por meio de uma das equações mencionadas, geralmente com base nas informações presentes no rótulo e, não da composição bromatológica precisa do produto.

Desta maneira e, devido a evolução dos produtos comercializados para cães e gatos, emprego de novos ingredientes, aumento da digestibilidade dos produtos empregados, bem como a diversidade destes; faz-se necessária uma análise sobre as equações disponíveis na literatura e a confiabilidade de sua predição nestas circunstâncias, um dos objetivos deste estudo.

Além disso, é primordial que se saiba que uma equação só se ajusta adequadamente ao alimento se ele apresentar característica semelhante àquela com os quais a equação foi obtida⁽¹⁾ e, devido aos avanços recentes dos diferentes tipos de alimentos comerciais como o de alimentos úmidos⁽¹⁰⁾; os quais apresentam

composições, digestibilidade e características completamente distintas aos de alimentos extrusados, novas equações de predição da energia metabolizável para estes segmentos fazem parte da proposta deste trabalho.

2. Material e métodos

Foram avaliados ao todo 465 produtos comercializados no Brasil, sendo: 112 alimentos extrusados para gatos; 226 alimentos extrusados para cães; 64 alimentos úmidos para gatos; 63 alimentos úmidos para cães. Ao todo, 26 empresas comerciais, responsáveis pelos 465 produtos, foram contactadas e, após conversa com os responsáveis pelo setor, foram obtidas as informações para realização deste estudo.

A energia metabolizável dos produtos só foi considerada para inclusão das análises do presente estudo quando adquirida com empresas que realizaram ensaios com animais, pelo método de coleta total de fezes (com ou sem coleta de urina) ou pelo uso de indicadores⁽⁴⁾ e, não através de equações de estimativa.

Foram obtidas as informações de umidade, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), também com as respectivas empresas detentoras dos produtos. Os extrativos não nitrogenados (ENN) foram calculados pela equação **ENN (%) = 100 – (Umidade + PB + EE + FB + MM)**.

A composição dos alimentos avaliados (média ± desvio padrão) está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição (em matéria original) dos alimentos comercializados no Brasil (n=465) (média ± desvio padrão).

Variável	Extrusados		Úmidos	
	Gatos (n=112)	Cães (n=226)	Gatos (n=64)	Cães (n=63)
Umidade (máxima) (g/kg)	94,38 ± 8,38	100,00 ± 5,49	809,60 ± 25,22	817,97 ± 14,08
Proteína bruta (mínima) (g/kg)	345,85 ± 38,94	262,32 ± 25,61	80,03 ± 7,94	92,53 ± 11,49
Extrato etéreo (mínima) (g/kg)	141,07 ± 37,03	131,31 ± 27,65	37,25 ± 9,46	33,39 ± 12,14
Matéria fibrosa (máxima) (g/kg)	44,86 ± 14,09	40,82 ± 13,36	18,32 ± 3,82	16,85 ± 4,22
Matéria mineral (máxima) (g/kg)	80,90 ± 5,87	76,26 ± 9,76	24,51 ± 5,98	25,26 ± 4,32
Extrativos não nitrogenados (g/kg)	292,95 ± 47,94	387,66 ± 45,56	15,72 ± 9,69	31,44 ± 25,22

Em relação às determinações de energia metabolizável dos alimentos a partir do uso de equações de predição:

1. Para Atwater (1902)⁽⁶⁾ foi considerada a equação:

$$EM \text{ (kcal/kg)} = (4 \times g \text{ PB/kg}) + (9 \times g \text{ EE/kg}) + (4 \times g \text{ ENN/kg});$$

2. Em relação à AAFCO (1997)⁽⁷⁾, que é a correção do fator de Atwater, foi considerada a equação:

$$EM \text{ (kcal/g)} = (3,5 \times g \text{ PB/kg}) + (8,5 \times g \text{ EE/kg}) + (3,5 \times g \text{ ENN/kg});$$

3. Quanto ao NRC (2006)⁽¹⁾, uma série de etapas foram realizadas para estimar ao fim a EM, sendo:

- a) Determinação da energia bruta (EB) por meio da fórmula*:

$$EB \text{ (kcal/kg)} = (5,7 \times g \text{ PB/kg}) + (9,4 \times g \text{ EEA/kg}) + [4,1 \times (g \text{ ENN/kg} + g \text{ FB/kg})];$$

*Considerando a composição de PB, EEA, ENN e FB com base na matéria natural (MN).

- b) Determinação do coeficiente de digestibilidade da energia (CDE):

$$CDE \text{ para gatos} = 87,9 - (0,88 \times \%FB, \text{ na matéria seca});$$

$$CDE \text{ para cães} = 91,2 - (1,43 \times \%FB, \text{ na matéria seca});$$

- c) Determinação da energia digestível (ED) por meio da fórmula:

$$ED \text{ (kcal/kg)} = EB \times (CDE/100);$$

- d) Por fim, determinação da energia metabolizável (EM) por meio da fórmula:

$$EM \text{ para gatos (kcal/kg)} = ED - (0,77 \times g \text{ PB/kg});$$

$$EM \text{ para cães (kcal/kg)} = ED - (1,04 \times g \text{ PB/kg});$$

4. No que se refere à FEDIAF (2019)⁽⁹⁾, foram consideradas as equações:

$$EM \text{ para gatos (kcal/kg)} = (4 \times g \text{ PB/kg}) + (8,5 \times g \text{ EE/kg}) + (4 \times g \text{ ENN/kg});$$

$$EM \text{ para cães (kcal/kg)} = (4 \times g \text{ PB/kg}) + (9 \times g \text{ EE/kg}) + (4 \times g \text{ ENN/kg});$$

A análise estatística foi realizada com auxílio do programa *Statistical Analysis System*, versão 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA). Inicialmente foram verificadas a normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias através dos testes de

Shapiro Wilk e teste *T-Student*, respectivamente. Para a comparação entre o método referência (ensaio com animais) e os demais métodos alternativos foi realizado teste de ANOVA e contrastes ortogonais, sendo: C1 [ensaio com animais x Atwater (1902)]; C2 [ensaio com animais x AAFCO (1997)]; C3 [ensaio com animais x NRC (2006)]; C4 [ensaio com animais x FEDIAF (2019)]. Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$. Para a suposição de equações mais aplicáveis a alimentos úmidos foi realizada análise de regressão utilizando o mesmo programa estatístico, com auxílio da função PROC REG para equações lineares e múltiplas.

3. Resultados e discussão

Foram observadas diferenças para estimativa da energia metabolizável através de todas as equações de predição quando comparadas ao ensaio com animais, porém, a equação mais antiga [Atwater (1902)] parece resultar na menor diferença (%) e, desta maneira, talvez a mais eficiente em estimar a energia metabolizável dos alimentos extrusados para gatos (Figura 1 e Tabela 2) e alimentos extrusados para cães (Figura 2 e Tabela 3).

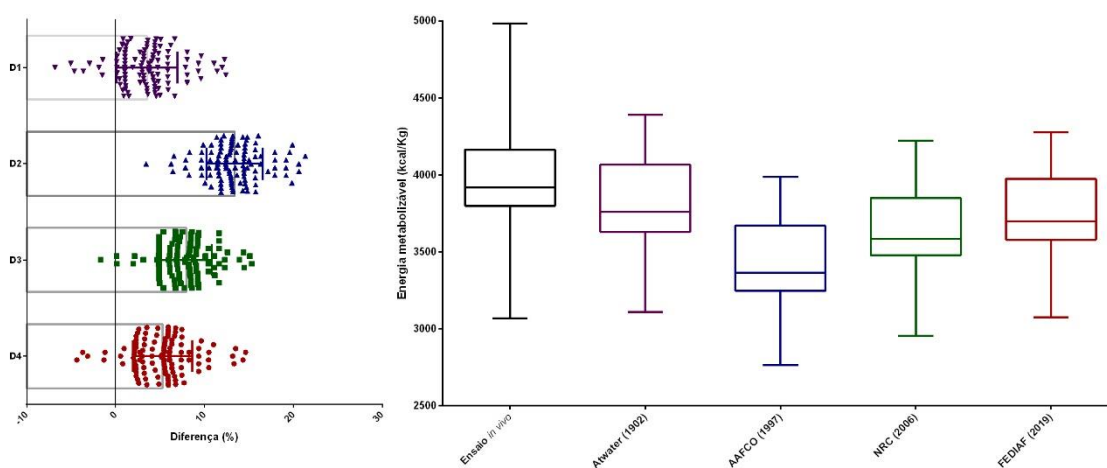


Figura 1 - Diferença entre metodologias para predição e estimativa da energia metabolizável de alimentos extrusados para gatos comercializados no Brasil (n=112). D1 – Diferença entre ensaio com animais (referência) x Atwater (1902); D2 – Diferença entre ensaio

com animais (referência) x AAFCO (1997); D3 – Diferença entre ensaio com animais (referência) x NRC (2006); D4 – Diferença entre ensaio com animais (referência) x FEDIAF (2019).

Tabela 2 – Estimativa e diferença entre metodologias para determinação da energia metabolizável de alimentos extrusados para gatos comercializados no Brasil (n=112) (média ± desvio padrão).

Variável	Ensaio com animais (referência)	Equações de predição				P ¹			
		Atwater (1902)	AAFCO (1997)	NRC (2006)	FEDIAF (2019)	C1	C2	C3	C4
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.968,85 ± 232,96	3.824,82 ± 228,98	3.434,89 ± 223,24	3.647,57 ± 211,89	3.745,29 ± 210,89	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Diferença ² (%)	-	3,53 ± 2,49	13,40 ± 2,36	8,00 ± 2,07	5,28 ± 2,47	-	-	-	-

¹C1 – Ensaio com animais (referência) x Atwater (1902); C2 – Ensaio com animais (referência) x AAFCO (1997); C3 – Ensaio com animais (referência) x NRC (2006); C4 – Ensaio com animais (referência) x FEDIAF (2019); ²Diferença do resultado de energia metabolizável obtido através do ensaio com animais comparado a energia metabolizável através da equação de predição proposta.

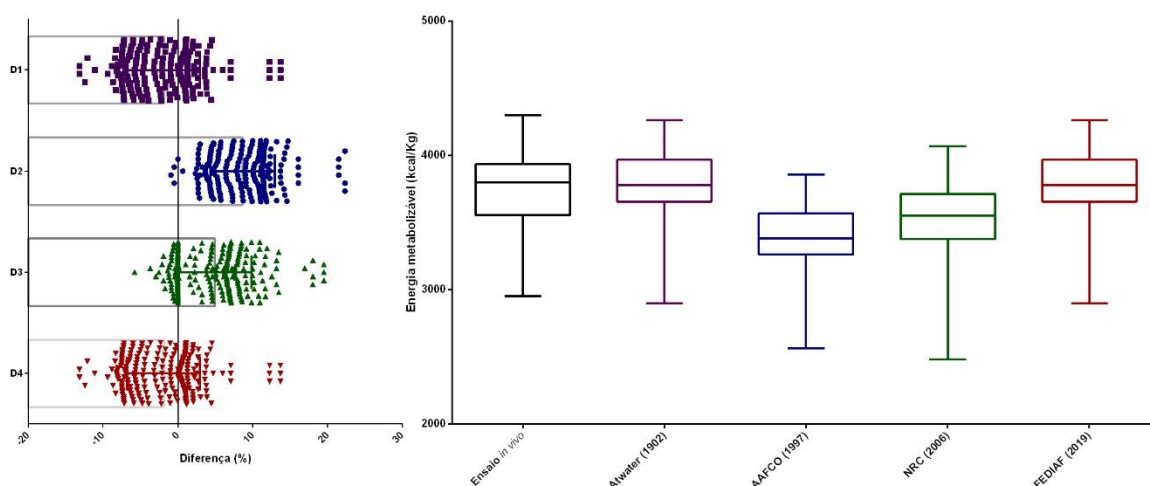


Figura 2 - Diferença entre metodologias para predição e estimativa da energia metabolizável de alimentos extrusados para cães comercializados no Brasil (n=226). D1 – Diferença entre ensaio com animais (referência) x Atwater (1902); D2 – Diferença entre ensaio com animais (referência) x AAFCO (1997); D3– Diferença entre ensaio com animais (referência) x NRC (2006); D4 – Diferença entre ensaio com animais (referência) x FEDIAF (2019).

Tabela 3 – Estimativa e diferença entre metodologias para determinação da energia metabolizável de alimentos extrusados para cães comercializados no Brasil (n=226) (média ± desvio padrão).

Variável	Ensaio com animais (referência)	Equações de predição				P ¹			
		Atwater (1902)	AAFCO (1997)	NRC (2006)	FEDIAF (2019)	C1	C2	C3	C4
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.726,25 ± 235,07	3.788,23 ± 178,48	3.396,77 ± 172,28	3.535,03 ± 189,67	3.788,23 ± 178,48	0,008	<0,001	<0,001	0,008
Diferença ² (%)	-	-1,92 ± 3,98	8,64 ± 3,50	4,96 ± 3,97	-1,92 ± 3,98	-	-	-	-

¹C1 – Ensaio com animais (referência) x Atwater (1902), C2 – Ensaio com animais (referência) x AAFCO (1997), C3 – Ensaio com animais (referência) x NRC (2006), C4 – Ensaio com animais (referência) x FEDIAF (2019); ²Diferença do resultado de energia metabolizável obtido através do ensaio com animais comparado a energia metabolizável através da equação de predição proposta.

Conforme verificado, a equação da FEDIAF⁽⁹⁾ também faz a previsão mais precisa da energia metabolizável dos alimentos propostos para cães, porém é importante salientar que as diretrizes mais atuais da Federação Europeia da Indústria de Alimentos para Animais de Companhia, utiliza a mesma equação proposta por Atwater, porém para produtos de origem vegetal ou animal, em seu estado natural, frescos ou em conserva, como carne, miudezas, produtos lácteos, fontes de amido cozido; produtos especiais altamente digeríveis, como substitutos do leite ou dietas para nutrição enteral⁽⁹⁾.

Os produtos avaliados eram alimentos completos secos extrusados, mas a justificativa para gerar valores subestimados de energia pode ser baseada principalmente nas concentrações dos nutrientes utilizados nas equações propostas. As informações de composição nutricional, apesar de disponibilizadas pelas respectivas empresas responsáveis, podem não refletir de forma fiel a composição bromatológica dos produtos testados (Tabela 1). A regulamentação dos alimentos industrializados para cães e gatos está prevista na Instrução Normativa número 09, publicada em 2003⁽²⁾ e, estabelece que as informações de proteína e extrato etéreo devem ser fornecidas em sua concentração mínima nos produtos, além disso, umidade, matéria mineral e fibra bruta devem ser fornecidos em sua concentração máxima encontrada⁽²⁾. Assim, a principal justificativa da energia metabolizável subestimada após a aplicação das equações pode ser baseada no fato de que os teores de nutrientes como PB e EE serem na realidade superiores aos considerados nas equações e, ao mesmo tempo, nutrientes como umidade e FB, que reduziram ainda mais a estimativa de energia metabolizável em algumas equações, serem incluídos em seus teores máximos e não de acordo com a composição exata do

produto e ao utilizado nos ensaios com animais. Esta explicação pode ser a mais plausível para os resultados encontrados, ao mesmo tempo destaca-se que a equação de Atwater (1902)⁽⁶⁾ (a mais antiga e inicialmente aplicável a produtos de altíssima digestibilidade) também utiliza dos mesmos valores dos nutrientes (mínimos) e se demonstra como a mais aplicável para estimativa por meio de equações; o que traz também a possibilidade de discussão a respeito do aumento da digestibilidade e da melhora dos ingredientes utilizados nos produtos de *pet food* nos últimos anos, quando comparados a composição e digestibilidade dos ingredientes nos anos 70, 80, 90 ou até 2000.

Independente da justificativa, é de suma importância destacar que tutores, médicos-veterinários e zootecnistas têm acesso apenas às informações expressas nos rótulos (teores máximos e mínimos, segundo a legislação vigente), ou seja, a energia metabolizável encontrada através das equações avaliadas em nosso estudo são assim utilizadas e aplicadas diariamente. Além disso, as equações mais utilizadas, seja devido a forma que a legislação brasileira⁽²⁾ considera como correta e relevante na avaliação do conteúdo energético de produtos do segmento *pet* nacional (fatores de Atwater modificados – AAFCO, 1997)⁽⁷⁾ ou pela principal referência bibliográfica do profissional atuante neste segmento (NRC, 2006)⁽¹⁾, são as que mais subestimam tal valores, chegando esta diferença a mais de 20% do valor real, dependendo do segmento. A consequência prática para esses cálculos subestimados é a de que a quantidade de alimento consumido por qualquer animal é determinada com base na energia metabolizável do alimento⁽¹⁾, o que resultará no excesso da quantidade ingerida e, por consequência, no ganho de peso e obesidade⁽¹¹⁻¹²⁾.

Os valores subestimados de quantidade de alimento podem ser um dos principais fatores envolvidos aos altos índices de obesidade encontrados na atualidade, ou no mínimo um fator contribuinte para tal, já que mesmo calculado e acompanhado por um profissional, a quantidade de alimento pode estar inadequada devido a inaplicabilidade das equações de estimativas utilizadas, conforme apontado no presente estudo.

Por fim, nos últimos anos, observa-se forte tendência de um nicho específico de mercado, o de alimentos úmidos. Os resultados obtidos para esse segmento também demonstram grandes diferenças para estimativa da energia metabolizável através das equações de predição quando comparadas ao ensaio com animais, tanto para gatos (Figura 3 e Tabela 4), como para cães (Figura 4 e Tabela 5).

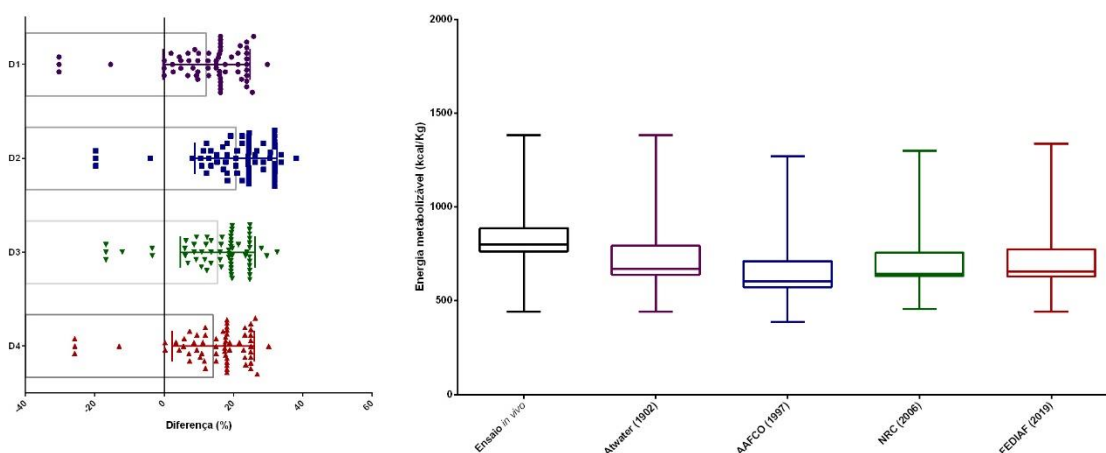


Figura 3 - Diferença entre metodologias para predição e estimativa da energia metabolizável de alimentos úmidos para gatos comercializados no Brasil (n=64). D1 – Diferença entre ensaio com animais (referência) x Atwater (1902); D2 – Diferença entre ensaio com animais (referência) x AAFCO (1997); D3 – Diferença entre ensaio com animais (referência) x NRC (2006); D4 – Diferença entre ensaio com animais (referência) x FEDIAF (2019).

Tabela 4 - Estimativa e diferença entre metodologias para determinação da energia metabolizável de alimentos úmidos para gatos comercializados no Brasil (n=64) (média ± desvio padrão).

Variável	Ensaio com animais (referência)	Equações de predição				<i>P</i> ¹			
		Atwater (1902)	AAFCO (1997)	NRC (2006)	FEDIAF (2019)	C1	C2	C3	C4
Energia metabolizável (kcal/kg)	839,48 ± 107,19	733,52 ± 116,84	662,70 ± 108,99	706,42 ± 105,78	716,82 ± 111,43	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Diferença ² (%)	-	12,11 ± 8,87	20,65 ± 8,26	15,33 ± 8,01	14,08 ± 8,48	-	-	-	-

¹C1 – Ensaio com animais (referência) x Atwater (1902); C2 – Ensaio com animais (referência) x AAFCO (1997); C3 – Ensaio com animais (referência) x NRC (2006); C4 – Ensaio com animais (referência) x FEDIAF (2019); ²Diferença do resultado de energia metabolizável obtido através do ensaio com animais comparado a energia metabolizável através da equação de predição proposta.

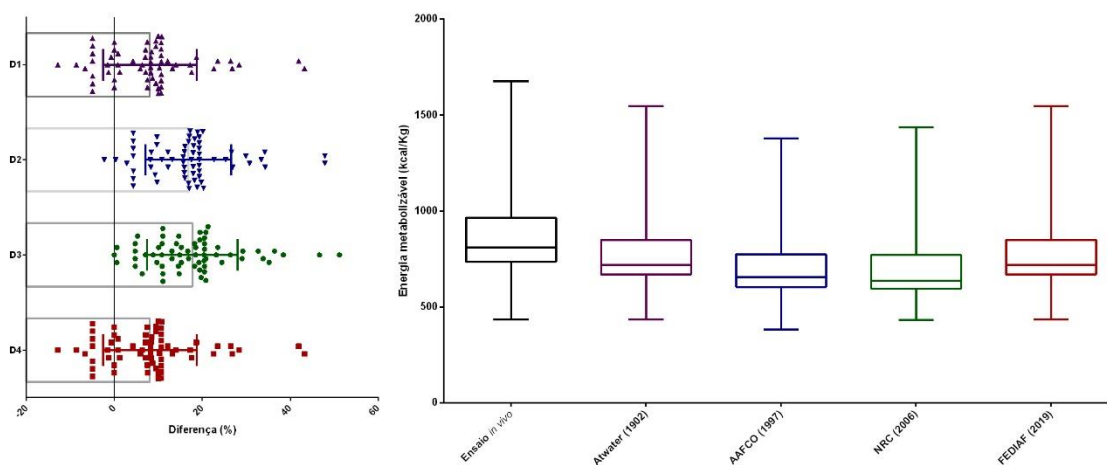


Figura 4 - Diferença entre metodologias para predição e estimativa da energia metabolizável de alimentos úmidos para cães comercializados no Brasil (n=63). D1 – Diferença entre ensaio com animais (referência) x Atwater (1902); D2 – Diferença entre ensaio com animais (referência) x AAFCO (1997); D3 – Diferença entre ensaio com animais (referência) x NRC (2006); D4 – Diferença entre ensaio com animais (referência) x FEDIAF (2019).

Tabela 5 - Estimativa e diferença entre metodologias para determinação da energia metabolizável de alimentos úmidos para cães comercializados no Brasil (n=63) (média ± desvio padrão).

Variável	Ensaio com animais (referência)	Equações de predição				<i>P</i> ¹			
		Atwater (1902)	AAFCO (1997)	NRC (2006)	FEDIAF (2019)	C1	C2	C3	C4
Energia metabolizável (kcal/kg)	860,06 ± 165,74	781,17 ± 144,74	706,81 ± 131,29	699,14 ± 131,99	781,17 ± 144,74	0,028	<0,001	<0,001	0,028
Diferença ² (%)	-	8,43 ± 7,19	17,14 ± 6,57	18,03 ± 7,41	8,43 ± 7,19	-	-	-	-

¹C1 – Ensaio com animais (referência) x Atwater (1902); C2 – Ensaio com animais (referência) x AAFCO (1997); C3 – Ensaio com animais (referência) x NRC (2006); C4 – Ensaio com animais (referência) x FEDIAF (2019); ²Diferença do resultado de energia metabolizável obtido através do ensaio com animais comparado a energia metabolizável através da equação de predição proposta.

Além do conteúdo energético, os alimentos úmidos e secos podem diferir no conteúdo de macronutrientes⁽¹⁾. A maioria dos alimentos úmidos compõe-se de uma proporção relativamente pequena de carboidratos, cujos teores de inclusão de

carboidratos digeríveis flutua entre 4 e 13% em comparação com outros alimentos para animais de estimação⁽¹⁴⁾; estes mesmos alimentos apresentam ainda altos teores de inclusão de carne fresca ou congelada e seus subprodutos, os quais possuem elevado conteúdo de proteína e gordura⁽¹⁴⁾. Como diferentes equações preditivas podem resultar em valores distintos para diferentes tipos de alimentos (úmidos e secos), é preferível analisar os dados separadamente⁽¹⁵⁾, além disso, a maioria das equações avaliadas^(1,6,7) tiveram sua previsão posterior ao avanço do consumo de alimentos úmidos e, conseqüentemente sua ampliação comercial no segmento *pet food*⁽⁸⁾, não sendo portanto desenvolvidas para esse perfil.

Desta maneira, foi proposta uma suposição de equações mais aplicáveis a alimentos úmidos. Inicialmente foi definida uma base de dados reduzida dos alimentos úmidos (n = 49), na qual valores iguais de EM repetidos dentro de uma mesma marca foram retirados e mantidos apenas um, isso foi realizado para minimizar os erros e amplificação dos mesmos nos fatores de repetição.

Duas suposições foram elaboradas (nova equação proposta I e nova equação proposta II), a principal diferença entre as equações foi a inclusão dos extrativos não nitrogenados (ENN) como coeficiente de regressão quadrático na equação II *versus* somente linear de 1º grau na equação I e, por conseqüência, a melhora de seu ajuste (Figura 5).

As equações propostas e mais aplicáveis à alimentos úmidos são as seguintes:

Nova equação proposta I ($R^2 = 0,8903$):

$$\text{EM (kcal/kg)} = (4,5 \times \text{g PB/kg}) + (9,3 \times \text{g EE/kg}) + (4,5 \times \text{g ENN/kg})$$

Nova equação proposta II ($R^2 = 0,9012$):

$$\text{EM (kcal/kg)} = (4,2 \times \text{g PB/kg}) + (9,4 \times \text{g EE/kg}) + [(5,8 \times \text{g ENN/kg}) - (0,0080 \times \text{g ENN/kg}^2)]$$

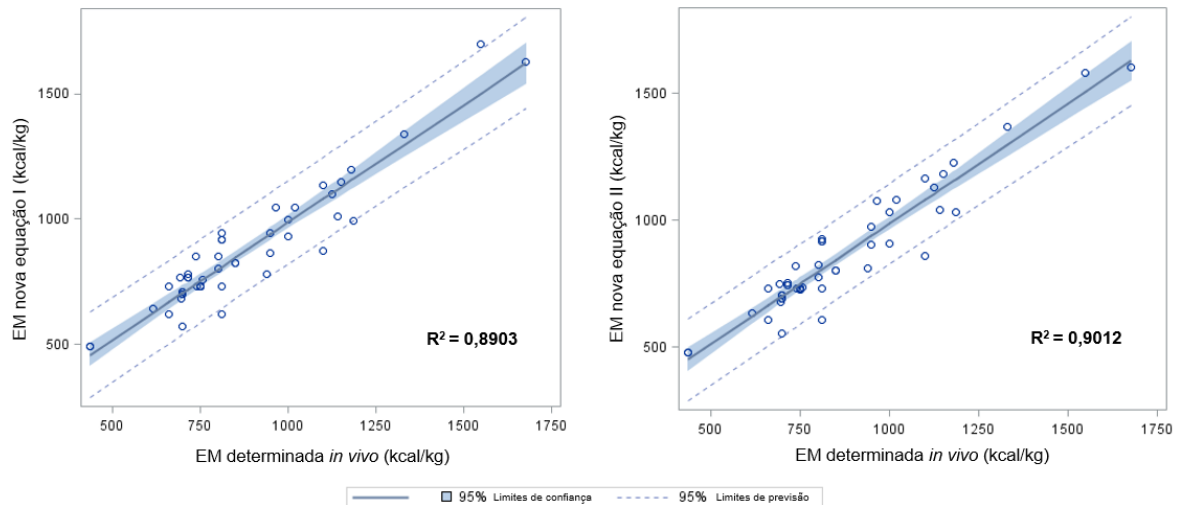


Figura 5 – Análise de regressão que ilustra a relação entre o conteúdo de energia metabolizável (EM) em alimentos úmidos ($n = 49$) determinada por meio de ensaios com animais e estimada pelas novas equações. Os pontos representam os alimentos e a reta a linha de tendência da regressão.

O coeficiente de determinação, também chamado de R^2 , é uma medida de ajuste de um modelo estatístico, aos valores observados de uma variável⁽¹⁶⁾. R^2 varia entre 0 e 1, por vezes sendo expresso em termos percentuais. Assim, quanto maior o R^2 , mais explicativo é o modelo, ou seja, melhor ele se ajusta à amostra⁽¹⁶⁾. Por exemplo, em termos gerais, um $R^2 = 0,9012$ significa que o modelo explica 90,12% da variância da variável dependente a partir dos regressores (variáveis independentes) incluídas naquele modelo, o que é altíssimo. Desta maneira, os resultados são interessantes, mas são apenas uma suposição com base nos dados informados pelas diferentes empresas, sendo necessários mais estudos para contribuir com o pioneirismo da proposta desenvolvida e a aplicabilidade deste estudo na prática da nutrição de cães e gatos.

4. Conclusões

Com base nos resultados do presente estudo, novas perspectivas sobre predição de energia metabolizável em alimentos para cães e gatos são levantadas, no qual pôde-se observar que a equação mais antiga aqui testada, parece ser a melhor preditora de energia metabolizável na prática e rotina nutricional. Além disso, realizou-se uma suposição de equações mais aplicáveis para a estimativa da energia metabolizável de alimentos úmidos, contribuindo para a aplicação prática diária do profissional atuante na área de nutrição de cães e gatos.

5. Referências bibliográficas

1. NRC - National Research Council. Nutrient requirements of dogs. Washington: National Academy Press, 398p, 2006.
2. BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 30, de 05 de agosto de 2009. Estabelece critérios e procedimentos para o registro de produtos, para rotulagem e propaganda e para isenção da obrigatoriedade de registro de produtos destinados à alimentação de animais de companhia. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2009.
3. KIENZLE, E. Further Developments in the Prediction of Metabolizable Energy (ME) in Pet Food J. Nutr. 132, 1796–1798, 2002.
4. AAFCO Official publication. Association of American Feed Control Officials, Atlanta, GA, 2019.
5. RUBNER, M. Calorimetrische untersuchungen (Calorimetric investigations). Zeitschrift fur Biologie, v.42, p.261- 275, 1985.
6. ATWATER, W. O. Principles of Nutrition and Nutritive Value of Food, Farmer's Bulletin no. 142. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC, 1902.
7. AAFCO. Official publication. Association of American Feed Control Officials, Atlanta, GA, 1997.
8. LAFLAMME, D.P. Determining metabolizable energy content in commercial pet foods. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, v.85, p.222-230, 2001.
9. FEDIAF - The European Pet Food Industry Federation. Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs. The European Pet Food Industry Federation, Bruxelas, 2019.
10. LAFLAMME, Dottie et al. Myths and misperceptions about ingredients used in commercial pet foods. Veterinary Clinics: Small Animal Practice, v. 44, n. 4, p. 689-698, 2014.
11. PORSANI, M. Y. H. & BRUNETTO, M. A. Obesidade canina: um estudo de prevalência no município de São Paulo – SP, 2018 (Tese de doutorado em fase de conclusão, dados ainda não publicados).
12. GERMAN, A. J. The growing problem of obesity in dogs and cats. J. Nutr. v. 136, p. 1940-1946, 2006.
13. MICHEL, K. E. Nutritional Management of Body Weight. In: FASCETTI A. J., DELANEY, S. J., editors. Applied veterinary clinical nutrition. 109–124, 2012.
14. URREGO, M. I. G. et al. Nutritional composition and evaluation of different methodologies for fat determination in wet foods for dogs and cats. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci. v. 54, p. 398-406, 2017.
15. CALVEZ, J., et al. Metabolizable energy content in canine and feline foods is best predicted by the NRC2006 equation. PLoS ONE, v. 14, p. e0223099, 2019.
16. CAMERON, S. Why is the R square adjusted reposted? Quant. Econ. J., v.9, p.183-186, 1993.