



**ALIMENTOS CONVENCIONAIS *VERSUS*  
NATURAIS PARA CÃES ADULTOS**

**JANINE FRANÇA**

**2009**

**JANINE FRANÇA**

**ALIMENTOS CONVENCIONAIS *VERSUS* NATURAIS PARA CÃES  
ADULTOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientadora  
Profa. Dra. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2009

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

França, Janine.

Alimentos convencionais *versus* naturais para cães adultos /  
Janine França. – Lavras : UFLA, 2009.

93 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Flávia Maria de Oliveira Borges Saad.

Bibliografia.

1. Digestibilidade. 2. Caninos. 3. Ração seca. 4. Ração úmida. 5.  
Mix carne bovina. 6. Mix de frango. I. Universidade Federal de  
Lavras. II. Título.

CDD – 636.708557

**JANINE FRANÇA**

**ALIMENTOS CONVENCIONAIS *VERSUS* NATURAIS PARA CÃES  
ADULTOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 23 de outubro de 2009

Prof.Dr. Márcio Gilberto Zangeronimo	DMV- UFLA
Profa. Dra. Priscila Vieira e Rosa	DZO- UFLA
Profa. Dra. Paula Adriane Perez Ribeiro	DZO - UNIFENAS
Dra. Taciana Villela Savian	DEX – UFLA

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

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

## OFEREÇO

*Aos meus pais, João França e Jandira de Almeida França, pela  
confiança, carinho e preocupação.*

*As minhas irmãs, Carmem e Vera, pela compreensão, apoio e força nas  
horas mais difíceis dessa caminhada.*

*A todos os meus pequenos anjos sobrinhos, pelas horas de descontração  
em casa.*

*Aos meus irmãos Janaína, Jacqueline, Jefferson, Lilian e Patrícia em  
especial e a todos os meus outros familiares pelo incentivo, carinho e amor;  
apesar de distantes, sempre se fizeram presentes.*

## DEDICO

**A “todos” que, de alguma forma, me deram apoio e me ajudaram a crescer,  
a lutar e a chegar a mais uma conquista, entre as várias que a vida nos  
impõe.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção e a vida e por todas as suas bênçãos.

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

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

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

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

À empresa Pet Organic, pelo financiamento deste projeto.

Aos amigos, pelo grande auxílio e dedicação durante a condução do experimento e pela valiosa amizade, que contribuíram para a realização deste trabalho. Especialmente aos amigos para os quais qualquer hora é hora, seja no trabalho ou na descontração. E aos amigos distantes, porém, amigos.

A Isabel, pela paciência e incentivo nas longas e corridas noites de elaboração desta tese.

Aos funcionários das secretarias de pós-graduação e de graduação do Departamento de Zootecnia, pela paciência e amizade, e aos funcionários responsáveis pela limpeza (aqueles presentes e aos que por algum motivo não estão mais), pela amizade, preocupação e descontração nas horas vagas.

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

Aos colegas do NENAC e do CENAC, pela busca de conhecimento e de crescimento pessoal e profissional.

## **BIOGRAFIA**

Janine França, filha de João França e Jandira de Almeida França, nasceu em Monte Carmelo, MG.

Em setembro de 1999, ingressou na Universidade Federal de Lavras, onde, em julho de 2004, obteve o título de Zootecnista.

Em março de 2005, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Lavras, tendo concentrado seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em dezembro de 2006, submeteu-se à defesa de dissertação para a obtenção do título de “Mestre”.

Em março de 2007 foi aprovada no programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Lavras, tendo concentrado seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em outubro de 2009, submeteu-se à defesa de tese para a obtenção do título de “Doutor”.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1 Alimentos comerciais destinados a espécie canina.....	4
2.1.1 Alimentos comerciais convencionais para cães.....	4
2.1.1.1 Alimentos secos expandidos.....	6
2.1.1.2 Alimentos enlatados (úmidos).....	8
2.1.2 Alimentos naturais para animais de estimação.....	9
2.2 Valor nutricional e segurança alimentar em <i>pet food</i> .....	11
2.2.1 Fontes de proteínas em <i>pet food</i> .....	13
2.2.2 Fontes de carboidratos em <i>pet food</i> .....	16
2.2.3 Fontes de lipídeos em <i>pet food</i> .....	18
2.2.4 Segurança alimentar em <i>pet food</i> .....	20
2.3 Processamento de alimentos convencionais para cães.....	26
2.4 Digestibilidade aparente e qualidade fecal de cães adultos.....	30
2.5 Efeitos dos alimentos sobre parâmetros sanguíneos e microbiológicos de cães adultos.....	32
2.5.1 Efeito dos alimentos sobre níveis de ureia e creatinina plasmática de cães.....	33
2.5.2 Efeito dos alimentos sobre as frações lipídicas de cães.....	36
2.5.3 Efeito dos alimentos sobre o pH urinário de cães.....	41
2.5.4 Efeito dos alimentos sobre aspectos microbiológicos de cães adultos.....	43
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	49
3.1 Local e instalações.....	49
3.2 Animais e tratamentos experimentais.....	49
3.3 Período pré- experimental e período experimental.....	53
3.3.1 Medição do pH urinário inicial (antes dos tratamentos experimentais)....	54
3.3.2 Coleta de amostras para digestibilidade e ph urinário final.....	54
3.3.3 Coleta de amostras sanguíneas e análise.....	56
3.3.4 Coleta de amostras para Salmonella e análise.....	56
3.3.5 Coleta de amostras para nitrogênio amoniacal e análise.....	56

3.3.6	Escore fecal.....	57
3.4	Análises bromotológicas.....	57
3.5	Parâmetros avaliados .....	58
3.6	Delineamento experimental e análises estatísticas .....	59
3.6.1	Modelos estatísticos .....	60
3.7	Metodologia de cálculos .....	62
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
4.1	Coefficientes de digestibilidade aparente das dietas experimentais.....	64
4.2	Energia digestível e energia metabolizável.....	66
4.3	Escore fecal.....	67
4.4	Nitrogênio amoniacal .....	68
4.5	pH urinário.....	70
4.6	Parâmetros sanguíneos.....	71
4.7	Contaminantes biológicos das dietas experimentais, alimentos dos comedouros e fezes .....	73
5	CONCLUSÕES .....	76
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
7	ANEXOS.....	90



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Nutrientes contidos em alimentos secos, smi-úmidos e enlatados para cães.....	04
TABELA 2 Características nutricionais e de comercialização de alimentos industrializados segundo a classificação comercial..	06
TABELA 3 Fontes de proteína animal e vegetal para animais de companhia...	13
TABELA 4 Porcentagem de nutrientes em produtos de origem animal.....	15
TABELA 5 Temperatura mínima requerida para eliminar microrganismos..	13
TABELA 6 Limites para contaminantes biológicos em alimentos comerciais para cães e gatos.....	25
TABELA 7 Composição das lipoproteínas de cães e gatos.....	37
TABELA 8 Tratamentos experimentais. ....	50
TABELA 9 Níveis de garantia e composição das dietas experimentais com base na matéria natural.....	51
TABELA 10 Níveis de garantia das seis dietas experimentais na matéria seca analisada.....	52
TABELA 11 Escore fecal de acordo com a consistência e aspectos das amostras recolhidas durante o período de determinação dos coeficientes de digestibilidade das dietas experimentais. ....	57
TABELA 12 Valores médios e seus respectivos desvio-padrão dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), extrato etéreo (CDAEE), da energia bruta (CDAEB), em porcentagem na matéria seca segundo os tratamentos estudados..	64
TABELA 13 Valores médios e seus respectivos desvio-padrão obtido para energia digestível aparente (EDA) e energia metabolizável aparente (EMA) na matéria seca em kcal/kg segundo os tratamentos estudados ..	66
TABELA 14 Escore fecal médio de acordo com a consistência e aspecto das amostras de fezes recolhidas durante o período do teste de digestibilidade dos alimentos testados para cães adultos.....	67
TABELA 15 Valores médios e respectivos desvios padrões para o nitrogênio amoniacal das fezes em g/100g, dos animais submetidos as dietas experimentais em estudo.....	69
TABELA 16 Valores médios do pH urinário final em função dos tratamentos estudados.....	70
TABELA 17 Valores médios mensurados para as concentrações plasmáticas de ureia, creatinina (CRE), triglicerídeos (TGA), colesterol (COL), lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL),	

lipoproteína de alta densidade (HDL) e lipoproteína de baixa densidade em mg/dL dos cães segundo os tratamentos estudados.....	71
TABELA 18 Análise das seis dietas experimentais para <i>Salmonella</i> (presença ou ausência em 25 g), Clostrídio sulfito redutor (NMP/g) e Coliforme fecais (UFC/g) .....	73
TABELA 19 Proporção para a presença ou ausência de <i>Salmonella</i> em 25 gramas nas amostras de fezes e dos alimentos dos comedouros de todos os animais segundo os tratamentos estudados.....	74

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Fontes de <i>Salmonella</i> para cães e gatos e fatores predisponentes que podem favorecer a salmonelose clínica em animais portadores assintomáticos .....	46
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----



## RESUMO

FRANÇA, Janine. **Alimentos convencionais versus naturais para cães adultos**. 2009. 93 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

Com o objetivo de avaliar a digestibilidade e os efeitos de alimentos comerciais convencionais e naturais para cães adultos, foi realizado um experimento no Centro de Estudos em Animais de Companhia (CENAC), no Departamento de zootecnia da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizados 24 cães adultos, com peso médio de  $13,09 \pm (1,81)$  kg, em dois períodos, distribuídos em DBC, com seis tratamentos e oito repetições. Os tratamentos foram constituídos de T1: ração comercial seca; T2: ração comercial úmida; T3: mix de carne bovina cru; T4: mix de frango cru; T5: mix carne bovina cru + aquecimento térmico; T6: mix frango cru + aquecimento térmico. Foram avaliados os coeficientes de digestibilidade aparente (%) da matéria seca (CDAMS), da proteína bruta (CDAPB), do extrato etéreo (CDAEE), da energia bruta (CDAEB), da energia digestível (ED) e da energia metabolizável (EM) em kcal/kg, escore fecal, pH urinário e teor de nitrogênio amoniacal das fezes. Para as concentrações plasmáticas de ureia, creatinina, triglicerídeos, colesterol, VLDL, HDL e LDL em mg/dL, nitrogênio amoniacal das fezes (%), foram utilizadas quatro repetições/tratamento, assim como para *Salmonella* sp., nas seis dietas, amostras de alimentos dos comedouros e de fezes de todos os animais. Os CDAMS foram maiores para T2, T4, T5 e T6, com valores de 87,33%, 85,76%, 86,17% e 87,07%, respectivamente ( $P < 0,05$ ). Para o CDAPB, os alimentos naturais T3, T4, T5 e T6 apresentaram os maiores valores de 90,39%, 92,98%, 93,79%, 93,90% e 93,83%, respectivamente. Para o CDAEE, os maiores valores encontrados foram de 95,12%, 96,00% e 96,16% e do CDAEB de 93,53%, 93,13% e 93,72%, respectivamente para T4, T5 e T6 ( $P < 0,05$ ). O T1 apresentou os maiores valores de triglicerídeos e VLDL ( $P < 0,05$ ). Nenhum dos alimentos testados atendeu a todos os limites satisfatórios para os contaminantes biológicos. Para *Salmonella* sp., somente T1 não apresentou contaminação, tanto para a dieta como para as amostras dos comedouros e, para as fezes, todos os animais apresentaram positividade. Os animais dos T1, T3 e T5 apresentaram escore fecal médio de 3 ( $P < 0,05$ ). O T2 apresentou o menor pH urinário, e maior valor para o teor de nitrogênio amoniacal nas fezes ( $P < 0,05$ ). Os alimentos naturais são fontes de alto valor nutricional para cães adultos, porém, medidas de segurança alimentar devem ser tomadas para a ocorrência de *Salmonella* sp.

---

\* Comitê de orientação: Flávia Maria de Oliveira Borges Saad (orientadora); Antônio Gilberto Bertechini; Priscila Rosa Vieira e Rosa.

## ABSTRACT

FRANÇA, Janine. **Natural versus conventional foods for adult dogs**. 2009. 93 p. Thesis (Doctorated in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.\*

The aim of this research was to the digestibility and the effects of commercial foods and conventional natural for adult dogs this work was conducted in the CENAC (Center for Companion Animals), DZO UFLA. Using 24 adult dogs, with weight average  $13.09 \pm (1.81)$  kg in 2 periods. The animals were distributed in DBC with 6 treatments and 8 replications. The treatments were: T1: a commercial dry, T2: commercial diet canned, T3: mix of raw beef, T4: mix of raw chicken, T5: C + food thermal heating T6: D + food thermal heating. We evaluated the apparent digestibility coefficients (%) of dry matter (CDAMS), crude protein (CADCP), ether extract (CADEE), gross energy (CADGE), digestible energy (DE) and metabolizable energy (ME) kcal/kg, fecal score, urinary pH and ammonia nitrogen content of feces. For plasma concentrations of urea, creatinine, triglycerides, cholesterol, VLDL, HDL and LDL in mg/dL, ammonia nitrogen in feces (%) using 4 replicates/treatment and for Salmonella in 6 diets, food samples of feeders and feces of all animals. The CADMS were higher for T2, T4, T5 and T6 with values of 87.33, 85.76, 86.17 and 87.07 respectively ( $P < 0.05$ ). To CADCP natural foods (T3, T4, T5 and T6) had the highest values of 90.39, 92.98, 93.79, 93.90 and 93.83% respectively in the CADEE the highest values were found of 95.12, 96.00, 96.16% and 93.53 of CADGE, 93.13 and 93.72% respectively for T4, T5 and T6 ( $P < 0.05$ ). As for the blood parameters T1 presented the highest values of triglycerides and VLDL ( $P < 0.05$ ). None of the foods tested met all satisfactory limits for biological contaminants. For Salmonella sp. only the T1 did not show contamination for both the diet and for the samples of the feed and feces all animals were positive. Animals of T1, T3 and T5 showed average fecal score 3 ( $P < 0.05$ ). The T2 had the lowest urinary pH with the final value of 5.80, and the highest for the content of ammonia nitrogen in feces ( $P < 0.05$ ). Natural foods are sources of high nutritional value for adults, but food safety measures should be taken to the occurrence of Salmonella sp.

---

\*Guidance Committee: Flávia Maria de Oliveira Borges Saad (Adviser); Antônio Gilberto Bertechini; Priscila Vieira e Rosa.

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo o NRC (2006), a disponibilidade de formas de alimentos encontradas atualmente é variada e novos produtos estão aparecendo quase diariamente, tornando as escolhas por produtos quase ilimitadas.

Há um número de fatores diferentes que motivam consumidores para escolher determinados alimentos para seus animais de estimação. Alguns são conduzidos por custo, nutrição, desempenho e, ainda, outros pela preferência do seu animal de estimação. Hoje, existem disponíveis alimentos para estágios de vida diferentes (manutenção, gestação/lactação, crescimento ou filhote de cachorro, gatinho, adulto, sênior), pontos de preço (valor, prêmio, superprêmio), formatos (*kibbles*, úmido-macio, úmido, cru) e estilos de empacotamento (saco de papel ou saco de plástico, bandeja, etc).

Os proprietários de animais de estimação estão decidindo sobre os alimentos de acordo com suas próprias bases de ingredientes (isto é, natural, livre de trigo, hipoalergênica), raça e tamanho do animal de estimação (raça *toy*, raça grande, dalmata, persas), fatores de incômodo (por exemplo, bola de pelo), e predisposição do seu animal de estimação à doença (saúde comum, sênior, urólitos de estruvita, perda de peso e doença renal).

Os alimentos de animal de estimação igualmente estão se tornando mais “humanizados” (isto é, o *gourmet*, frutas e verduras) e estão seguindo tendências humanas de alimentos (cru, orgânico, holístico, baixo carboidrato, etc.). Por um lado, é ilimitado em número de tipos e segmentos de mercado; por outro, há alguns princípios gerais pelos quais todos os alimentos são avaliados. Esses princípios são palatabilidade, digestibilidade e consistência de fezes, e a influência da dieta na aparência geral do animal de estimação (isto é, pele e revestimento) e no comportamento, isto é, vigor (Meeker, 2006).

Os alimentos comerciais convencionais apresentam diversificação quanto às suas formulações e processamento, com diferentes ingredientes e estes podem variar em sua composição e, conseqüentemente, afetar o aproveitamento destes pelos animais, bem como provocar respostas fisiológicas e metabólicas diferentes no organismo animal.

Por outro lado, os alimentos naturais podem ser constituídos por ingredientes destinados à alimentação humana, buscando uma aproximação da composição dos alimentos que os animais (cães e gatos) obtinham da natureza, com maior contribuição dos nutrientes, como proteína e lipídeos, a esses animais.

Os efeitos que estes ambos os alimentos convencionais e naturais podem causar em animais de estimação são diversos, desde parâmetros que afetam fatores relacionados ao surgimento de doenças por afetarem o metabolismo de proteínas, carboidratos e/ou lipídeos até fatores ligados à qualidade fecal e, mais além, na questão da segurança alimentar.

A segurança alimentar também deve ser considerada como um princípio importante de avaliação de alimentos dentro das várias opções de produtos apresentadas pelas indústrias *pet food* aos proprietários, que buscam sempre um produto final com alta qualidade e seguro para seus animais de estimação, como cães e gatos.

Na literatura, existem poucos dados a respeito dos efeitos de alimentos convencionais e naturais para animais de estimação, como os cães, sejam eles fisiológicos, metabólicos e/ou de segurança alimentar.

Sendo assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar alimentos comerciais convencionais (ração seca extrusada e ração úmida enlatada) e alimentos naturais para cães adultos, utilizando-se parâmetros como digestibilidade de nutrientes e energia, escore fecal, nitrogênio amoniacal, parâmetros sanguíneos e pH urinário, assim como a presença de contaminantes

biológicos nas dietas, e de *Salmonella* sp. nas amostras de alimentos dos comedouros e nas fezes dos animais submetidos ao experimento.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Alimentos comerciais destinados à espécie canina

Os cães têm hábito alimentar onívoro se comparados aos gatos, o que permite maior abrangência na seleção de ingredientes para a formulação, bem como capacidade de adaptação às rações comerciais, que diferem muito em sua composição, ingredientes, textura e forma (NRC, 2006).

Além disso, para determinar a qualidade de alimentos comerciais para cães, além de parâmetros químicos e físicos, existem algumas classificações propostas, no sentido de agrupar esses alimentos em classes, de modo a facilitar o entendimento por parte do nutricionista e, até mesmo, do proprietário, segundo o teor de umidade (úmido, semiúmido e seco), as indicações no rótulo (alimentos completos, alimentos especiais e alimentos complementares) e segundo a indústria (standard, premium e superpremium) (Saad et al., 2005).

#### 2.1.1 Alimentos comerciais convencionais para cães

Segundo David & Dzanis (2003), alimentos para animais estão aparentemente disponíveis em todos os aspectos e formas imagináveis e classificar todos em categorias, sem exceções, não é uma tarefa simples. Talvez, o método mais fácil seja o sistema utilizado pela American Feed Control Officials (AAFCO), o *Model Pet Food Regulations*, que define três categorias principais de alimentos para animais de estimação com base no conteúdo de umidade: menor que 20%; maior que 20%, mas menor que 65% e maior que 65% de umidade (AAFCO, 2003). Embora nomes específicos não sejam dados a essas categorias nos regulamentos, estes são, geralmente, entendidos como correspondendo a, aproximadamente, seco, semiúmido e alimentos enlatados.

Entretanto, segundo o NRC (2006), os alimentos para animais de companhia, geralmente, são classificados em duas categorias: secas ou

enlatadas. Por sua vez, alimentos secos podem também ser subdivididos em: seco-expandidos, semiúmidos ou macio-expandidos, dependendo da umidade contida nas diferentes formas finais do produto. Um resumo dos principais nutrientes encontrados em alimentos secos, semiúmidos e enlatados para cães é encontrado na Tabela 1.

TABELA 1 Nutrientes contidos em alimentos secos, semiúmidos e enlatados para cães, com base na matéria natural (MN) e matéria seca (MS).

<b>Categoria do alimento</b>	<b>Base MN</b>	<b>Base MS</b>
<b>Seco</b>		
Umidade (%)	6-10	0
Gordura (%)	7-20	8-22
Proteína (%)	16-30	18-32
Carboidrato (%)	41-70	46-74
EM (kcal/kg)	2800-4050	3000-4500
<b>Semiúmido</b>		
Umidade (%)	15-30	0
Gordura (%)	7-10	8-14
Proteína (%)	17-20	20-28
Carboidrato (%)	40-60	58-72
EM (kcal/kg)	2550-2880	3000-4000
<b>Enlatado (úmido)</b>		
Umidade (%)	75	0
Gordura (%)	5-8	20-32
Proteína (%)	7-13	28-50
Carboidrato (%)	4-13	18-57
EM (kcal/kg)	875-1250	3500-5000

Fonte: NRC (2006).

### **2.1.1.1 Alimentos secos expandidos**

Alimentos secos expandidos tipicamente contêm umidade final entre 10% a 12% e são formulados com grãos de cereais, produtos derivados dos grãos de cereais, produtos derivados do grão de soja, subprodutos animais, produtos derivados de fontes animais (incluindo derivados do leite), gorduras e óleos, vitaminas e micro e macrominerais. Alimentos secos para cães podem ser introduzidos no mercado como alimentos peletizados, granulados, extrusados ou cozidos (Rokey & Huber, 1994).

A vasta maioria dos alimentos secos disponíveis no mercado é processada pela extrusão. O processo de extrusão resulta em moderado a alto nível de gelatinização do amido dietético (Mercier & Feillit, 1975). Pela gelatinização de parte ou da maioria do amido, o local de hidrólise (digestão) ocorre na parte superior do intestino, resultando em uma melhor utilização pelo animal e reduzindo a digestão posterior.

Comercialmente, os alimentos secos para cães e gatos podem ser classificados como econômicos, standard, premium e superpremium (Tabela 2). Os alimentos secos de qualidade podem ter digestibilidade de 89%, 95% e 88%, para proteína, gordura bruta e carboidratos, respectivamente (Case et al. 1998).

TABELA 2 Características nutricionais e de comercialização de alimentos industrializados, segundo sua classificação comercial.

<b>Classificação comercial</b>	<b>Características nutricionais e de comercialização</b>
Alimentos econômicos	Apresentam formulação variável e utilizam ingredientes de baixo custo, em geral de baixa digestibilidade e palatabilidade. Suas concentrações nutricionais aproximam-se dos limites mínimos ou máximos permitidos, visando minimizar os custos. As fontes proteicas são mesclas de origem animal e vegetal; empregam-se farelos vegetais como fontes de carboidrato; os teores de extrato etéreo são reduzidos e os de fibra bruta e matéria mineral são elevados.
Alimentos padrão ou standard	Recebem relativos recursos financeiros para publicidade e venda. Sua formulação é variável, pois os ingredientes empregados são dependentes do preço e da disponibilidade do mercado. Praticam-se concentrações nutricionais melhores, com mais proteínas e extrato etéreo, menos fibra, mas permanecendo, em geral, elevada a matéria mineral. A digestibilidade e a palatabilidade são melhores do que a dos produtos econômicos.
Alimentos premium	Neste segmento, os investimentos de marketing passam por campanhas educativas para os proprietários. Têm foco na digestibilidade e na palatabilidade dos produtos, já incluindo apelos de venda com base em ingredientes diferenciados e nutracêuticos. Muitas vezes, sua formulação é fixa, sem eventuais substitutos. O produto visa ao melhor atendimento das necessidades nutricionais e, algumas vezes, já controlam excessos e desbalanços com maior digestibilidade e energia metabolizável.
Alimentos superpremium	Produtos de alta qualidade, com formulação fixa e ingredientes de elevado valor nutricional. Esses produtos incluem ingredientes especiais, com benefícios diferenciados para os animais. Seu processamento é otimizado com moagem mais fina e adequado cozimento. As concentrações nutricionais empregadas visam à otimização da saúde, com estrito controle de desbalanços e interações. Pressupõe-se que tenham sido testados em animais, com protocolos cientificamente reconhecidos.

Fonte: Carciofi (2007).

### **2.1.1.2 Alimentos enlatados (úmidos)**

Segundo NRC (2006), o mercado para alimentos enlatados para cães parece ser reduzido e dividido em níveis, enquanto os alimentos enlatados para gatos abrangem uma considerável parte do mercado, com aumentos anuais de consumo. Muitos dos mesmos ingredientes utilizados em alimentos enlatados também são utilizados em alimentos secos expandidos e semiúmidos, contudo, não nos mesmos níveis. Devido ao fato de os alimentos enlatados apresentarem altos teores de umidade (usualmente, de 74% a 78%), eles, geralmente, contêm níveis mais altos de carnes frescas ou congeladas, produtos de aves ou peixes, de modo geral produtos de origem animal. Uma fórmula baseada em carne pode conter de 25% a 75% de carne e ou produtos derivados de carne. Além disso, muitos alimentos enlatados contêm níveis significantes de proteína texturizada (glúten de soja ou trigo), a qual é essencialmente análoga à da carne e com uma estrutura que imita a sua aparência. Esses produtos são nutricionalmente completos, mas as fórmulas *all-meat* são fortificadas, devido à redução do custo e, mais importante, para melhorar os perfis de nutrientes com combinações de proteínas texturizadas de carne.

Altas densidades de energia em alimentos enlatados prescrevem altas concentrações de aminoácidos (proteína), vitaminas e minerais. Contudo, embora esses alimentos sejam designados para serem fornecidos sozinhos, como uma dieta completa e balanceada, eles são comumente usados como suplementos, para aumentar a aceitabilidade de alimentos secos. Neste caso, a adição de alimentos enlatados, leite, ovos, carne ou caldo de carne a alimentos secos aumenta a aceitabilidade da dieta, entretanto, nem sempre aumenta o valor nutricional de um alimento seco balanceado (NRC, 2006).

### **2.1.2 Alimentos naturais para animais de estimação**

O número de pessoas que compram produtos orgânicos, naturais ou holísticos regularmente está, de acordo com os últimos relatórios, aumentando substancialmente. Segundo os consumidores, benefícios ambientais e de saúde são os principais fatores para a aquisição desses tipos de produtos. A procura por exclusividade no setor *pet food*, combinada com uma tendência permanente de humanização na indústria pet, provoca um aumento da procura por alimentos diferenciados para animais de estimação. Embora alimentos pet orgânico, natural e holístico sejam temas recorrentes sobre as tendências na indústria alimentar animal, as possibilidades reais estão sendo avaliadas e debatidas. O número de fabricantes de alimentos para animais de estimação que estão iniciando nesse mercado e o perfil dos proprietários que se associam a esses tipos de produtos, em um nível estratégico, estão aumentando rapidamente (Groot & Schreuder, 2009).

Além disso, a compreensão da preferência do consumidor por alimentos livres de ingredientes artificiais, destinados aos seus animais, levou alguns fabricantes para o mercado de produtos naturais. Dentre os tipos de dietas alternativas encontram-se as chamadas dietas naturais e as orgânicas, entre outras.

Dietas não convencionais são definidas amplamente para incluir alternativas que não são compreendidas como alimentos comerciais típicos para animais de estimação, como “dietas naturais”, dietas com alimentos crus e dietas vegetarianas, etc. (Michel, 2006).

A designação “natural”, por exemplo, abrange os alimentos sem produtos químicos e sem conservantes artificiais. Segundo a The European Pet Food Industry Federation, FEDIAF, uma definição mais estrita seria: componentes dos alimentos para animais de estimação sem eventuais aditivos e que apenas tenham sido submetidos a um processamento para torná-los aptos

para produção *pet food* e a manutenção do conteúdo de todos os nutrientes essenciais. Como exemplos de processamento podem ser citados: congelamento, concentração e pasteurização (Groot & Schreuder, 2009).

Porém, uma dieta natural, proposta por Billinghurst (1993), é comumente referida como dieta BARF, acróstico de “bone and raw food”, ou “biological appropriated raw food” (ossos e alimentos crus), composta por alimentos de origem animal crus, juntamente com vegetais.

Segundo Freeman & Michel (2001), as dietas ou os alimentos crus podem ser separados em três categorias básicas: (1) as dietas com alimentos crus completas (balanceadas), vendidas tipicamente congeladas; reivindicam serem completas e equilibradas, sujeitas ao regulamento pela *American Association of Feed Control Officials* (AAFCO); (2) as dietas completas caseiras com alimento crus, que exigem o preparo da receita pelo proprietário (disponíveis em livros e artigos, bem como na internet); os ingredientes dessas dietas caseiras podem ser completamente variados, dependendo da pessoa que formulou a receita; muitas delas são balanceadas globalmente; entretanto, cada refeição individual pode não ser balanceada e (3) as dietas de combinação que consistem no grão disponível no comércio e suplementam as misturas oferecidas em combinação com a carne crua fornecida pelo proprietário. Estas dietas não são sujeitas à regulamentação.

Entretanto, segundo Aldrich (2003), as diretrizes da agência governamental dos Estados Unidos, a *Food and Drug Administration* (FDA), responsável por especificar ingredientes permitidos e processos de fabricação de *pet food*, não fornecem orientação específica sobre a fabricação e a rotulagem de alimentos que contenham carne crua ou outros tecidos crus de origem animal, destinados ao consumo por cães, gatos e outros animais de estimação e, em cativeiro, animais carnívoros (não domésticos) e onívoros. A FDA não acredita que os alimentos à base de carne crua sejam consistentes, com o objetivo de proteger o público dos riscos significativos a saúde, especialmente quando esses

produtos são levados para casa e/ou utilizados para alimentar animais domésticos. De acordo com o FDA, para que as empresas optem por fabricar e comercializar produtos de carne crua e tecidos crus de origem animal, é necessária uma orientação mais específica sobre como esses produtos poderiam ser fabricados e comercializados, para proteger os donos de animais de estimação dos riscos que envolvem a segurança alimentar e a deficiência nutricional.

## **2.2 Valor nutricional e segurança alimentar em *pet food***

Segundo Borges & Saad (2004), na formulação de dietas para cães e gatos, sejam elas caseiras ou comerciais, alguns pontos chave devem ser respeitados para que o produto final seja de qualidade: formulação adequada às necessidades nutricionais em cada fase fisiológica do animal (composição percentual); equilíbrio quantitativo entre nutrientes; relação correta entre lipídeos, proteínas, carboidratos, minerais e vitaminas; a origem dos ingredientes; a utilização de alimentos funcionais que incrementam o valor dietético; a palatabilidade e o processo adequado de preparação.

Portanto, um alimento balanceado deve conter ingredientes de alta digestibilidade, resultando em maior aporte de nutrientes para atender à demanda nutricional dos tecidos do animal. Dessa maneira, a digestibilidade constitui um parâmetro importante na avaliação de rações para cães (Malafaia, 2002).

Mundialmente, o número de marcas de dietas comerciais prontas para o consumo é crescente, com formulações cada vez mais sofisticadas e específicas (Steiff & Bauer, 2001). Segundo Carciofi (2008), estabeleceu-se, com isso, elevada competitividade, o que tem levado à segmentação de produtos que apresentam padrões comerciais e nutricionais distintos. As empresas, de um lado, têm desenvolvido produtos específicos, no intuito de chamar a atenção do

consumidor para um alimento diferenciado e de elevado valor nutricional, com consequente custo elevado. Esses produtos apresentam formulação mais sofisticada, com o emprego de ingredientes selecionados e melhor processamento. Por outro lado, também são produzidos alimentos econômicos, de baixo valor agregado e que competem no mercado apenas por preço, sendo formuladas com ingredientes mais baratos. Dessa forma, o mercado pet absorve, hoje, ampla gama de ingredientes e subprodutos empregados na produção de alimentos variados, com densidades nutricionais e digestibilidades distintas.

Segundo alguns estudos, os ingredientes utilizados para elaborar alimentos para animais variam em sua capacidade de fornecer nutrientes para o animal. O conteúdo digestível de nutrientes na ração final é importante para assegurar que um animal pode absorver nutrientes suficientes da dieta para responder às suas necessidades. Dessa forma, uma estimativa da digestibilidade dos nutrientes precisa ser obtida (Hendriksan & Sritharan, 2002).

Os alimentos comerciais para cães, com composição química semelhante, podem apresentar variações na digestibilidade, como consequência da qualidade ou das diferenças entre as formas de processamento de seus ingredientes (Huber et al., 1986 e Stroucken et al., 1996 citado por Cavalari et al., 2006).

Os alimentos comerciais poderão apresentar os mesmos valores dos nutrientes expressos nos rótulos e possuir variáveis coeficientes de digestibilidade, mas, aqueles que apresentarem maior digestibilidade, terão maior qualidade (Huber et al., 1986) e, conseqüentemente, fornecerão maiores benefícios aos animais de estimação. Da mesma forma, a digestibilidade afeta também o volume e forma das fezes. À medida que aumenta a capacidade de digestão da dieta, o volume fecal diminui de forma considerável. Um alimento altamente digerível produz fezes sólidas e bem formadas (Case et al. 1998).

Segundo Thompson (2008), os três principais componentes nutricionais de alimentos para animais são proteínas, carboidratos e lipídeos.

Além do valor nutricional, a qualidade, ou a segurança alimentar do produto final, é de suma importância, visto que, durante a produção, todos os riscos de contaminação com os produtos e matérias-primas devem ser evitados. Esses requisitos são cobertos por um sistema Análise de Perigos e Ponto Críticos de Controle (APPCC)/Boas Práticas de Fabricação (BPF) (Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais de Estimação - Anfal-Pet, 2008), em combinação com uma versão integral do sistema de rastreabilidade (Groot & Schreuder, 2009).

Igualmente ao fornecimento de alimentos convencionais aos animais de estimação, a utilização de alimentos naturais crus para cães e gatos não isenta o proprietário de riscos quanto à segurança alimentar. Os riscos de contaminação biológica, com destaque para salmonelose, toxoplasmose e verminoses diversas, são os pontos fracos das dietas naturais cruas. As possibilidades para a redução e o controle da contaminação biológica a que estão sujeitos os alimentos naturais crus passam por medidas envolvendo processamentos, como pasteurização, cocção, radiação e desidratação (Saad & José, 2008).

### **2.2.1 Fontes de proteínas em *pet food***

Segundo Seixas et al. (2003) e Anfal Pet (2008), as fontes proteicas para cães e gatos podem ser classificadas em duas categorias: origem vegetal - que incluem os grãos e os farelos provenientes de subprodutos de processos industriais de grãos e vegetais, e as de origem animal, provenientes de tecidos animais ou de subprodutos da indústria de carnes de frango, bovinos, suínos, ovinos, peixes, ovos, leite, etc.

As fontes proteicas de origem animal são matérias-primas importantes em dietas de cães e gatos. No entanto, deve-se considerar a variabilidade na sua

composição e sua qualidade nutricional, relacionadas com a origem das matérias-primas, o conteúdo de cinzas e a temperatura utilizada no processamento capaz de reduzir a digestibilidade do alimento (Anfal Pet, 2008) (Tabela 3).

TABELA 3 Porcentagem de nutrientes em produtos de origem animal.

Produtos de origem animal	MATÉRIA SECA						
	U (%)	MS (%)	EM <sup>1</sup> (kcal)	EM <sup>1</sup> (kcal/g)	PB (%)	MM (%)	EE (%)
Carne bovina	75,0	25,0	130	5,00	70,0	3,5	22,0
Coração bovino	75,6	26,4	135	5,11	68,6	3,2	25,3
Pulmão bovino	79,0	21,0	100	4,76	79,1	3,8	16,7
Rins bovinos	77,7	22,3	113	5,07	75,3	5,4	17,9
Fígado bovino	73,6	26,4	130	4,92	75,8	4,4	17,1
Frango (completo)	73,3	26,7	140	5,23	47,4	----	39,8
Ovos com casca	67,0	33,0	142	4,30	33,03	4,5	30,3
Ovos sem casca	74,8	25,2	147	5,83	48,8	0	43,3
Peixe (sardinha)	71-73	27-29	119-174	4,4-6,0	46-69	6,2-10	20-46

<sup>1</sup> Valores de energia metabolizável (EM) para humanos, (---) Falta de dados confiáveis

U = umidade; EM = energia metabolizável; MS = matéria seca; PB = proteína bruta; MM = matéria mineral; EE = extrato etéreo.

Fonte: Adaptado de Saad & Saad (2004).

Segundo Seixas et al. (2003), por meio do valor biológico das proteínas, pode-se avaliar a qualidade desta na nutrição dos animais de estimação. Este valor corresponde à fração absorvida e não excretada pelo organismo, sendo relacionado à digestibilidade da proteína utilizada na dieta. O valor biológico de uma proteína está intimamente relacionado com o índice de aminoácidos essenciais que essa fonte contém. É importante que os aminoácidos essenciais estejam presentes na dieta em correta quantidade, pois a limitação de um deles

prejudicará a utilização dos demais, uma vez que ocorre uma correlação das proporções e quantidades dos aminoácidos para a síntese das várias proteínas que o organismo irá formar.

A deficiência de um aminoácido essencial força a desanimação dos outros na proporção da limitação, impedindo a síntese completa das proteínas necessárias. Por outro lado, essa desanimação causa um desequilíbrio energético na dieta, uma vez que os radicais terciários formados neste processo serão usados na síntese de energia. A radical amina é transformada em amônia e, depois, em ureia, para posterior eliminação na urina pelos rins. Sendo assim, as necessidades proteicas variam em função da faixa etária do cão e do gato, além de estresse, crescimento, gestação, lactação e estado de saúde. Entretanto, animais que se apresentarem na faixa de crescimento não necessitam de dietas contendo valores proteicos acima dos exigidos fisiologicamente, ainda que certos dados forneçam indícios de que esses níveis mais elevados possam influenciar de modo favorável alguns mecanismos biológicos vitais.

Uma possível sobrecarga dos órgãos envolvidos no metabolismo proteico deve ser considerada, especialmente dos rins e do fígado. Um maior teor proteico em determinadas dietas é baseado no incremento da produção de anticorpos, na maior resistência em caso de esforço físico, na rápida reconstituição de reservas orgânicas, nos momentos de necessidade (lactação, gestação, enfermidades), na menor ingestão de ração e na adequada formação de músculos durante a fase de crescimento (Seixas et al., 2003) .

Segundo Bednar et al. (2000), Seixas et al. (2003) e Carciofi (2008), as variações da composição química das fontes de proteína vegetal existem, mas são relativamente menores, comparadas às fontes de origem animal. No entanto, possuem fatores antinutricionais, como inibidores de enzimas, lectinas, tanino, fitato, polissacarídeos não amiláceos, dentre outros que, quando presentes, podem influenciar negativamente a disponibilidade de seus nutrientes. O

tratamento térmico e industrial a que são submetidos, no entanto, pode reduzir e ou, mesmo, eliminar alguns desses fatores, melhorando significativamente a qualidade dessas matérias-primas (Carciofi, 2008).

Segundo Aldrich (2009), carnes frescas seriam o material preferido nas formulações de rações para animais de companhia, mas isso nem sempre é praticado, por várias razões: 1) despesas associadas com congelamento e refrigeração, 2) despesas envolvidas com o transporte de matérias-primas com grandes quantidades de umidade, 3) o processo de extrusão não suporta mais de 25% de carne fresca em uma fórmula, 4) as carnes frescas reduzem a eficiência de produção e 5) dietas à base de carne fresca podem ser mais difíceis de estabilizar. Portanto, o uso de alimentos secos com proteína concentrada é, muitas vezes, necessário.

Portanto, é necessário conhecer alguns aspectos do uso de ingredientes proteicos alternativos e de origem animal e rever definições de subprodutos, processamento, limitações de uso, as quais envolvem aspectos nutricionais e sanitários e composição dos ingredientes (Bellaver, 2001).

### **2.2.2 Fontes de carboidratos (amido) em *pet food***

O amido dos cereais é a mais abundante fonte de energia para a maioria dos animais domésticos. Para animais monogástricos, é desejável maximizar a utilização do amido, por meio de uma alta digestibilidade no intestino delgado do amido contido nos cereais (Nocek & Tamminga, 1991).

Alguns estudos realizados por diferentes pesquisadores a respeito da utilização e do aproveitamento de amido em animais de companhia demonstraram que, na maioria das rações extrusadas para cães e gatos, os amidos constituem a maior fonte de energia. Podem representar de 40% a 55% da matéria seca desses alimentos, fornecendo de 30% a 60% de sua energia metabolizável. Suas características nutritivas dependem da composição dos seus

açúcares, de seus tipos de ligação química, de fatores físico-químicos de digestão e de seu processamento (Carciofi, 2008).

A maioria dos alimentos disponíveis no mercado de alimentos secos para cães e gatos é fabricada utilizando a tecnologia de cozimento por extrusão (Dziezak, 1989). Características benéficas de um tratamento térmico, como a extrusão, incluem a realização de forma física desejada, a inativação dos fatores antinutricionais, o aumento do prazo de validade, o aumento da digestibilidade de nutrientes e a palatabilidade reforçada. Além disso, o processo de extrusão do amido gelatinizado torna-o mais digerível para as enzimas digestivas (Murray et al., 2001).

Existem duas frações distintas que compõem o amido: a amilopectina, que consiste em cadeias de glicose com ligações  $\alpha$  1-4 e com ramificações frequentes devido a ligações  $\alpha$  1-6, enquanto a amilose é caracterizada por poucas ramificações (Buléon et al., 1998). Segundo Svihus et al. (2005). As características estruturais do amido afetam a taxa de digestão, sendo a razão amilose/amilopectina de extrema importância sobre a digestibilidade do amido.

A maior parte dos amidos contém entre 200 e 250 g de amilose/kg. Embora alguns amidos cerosos contem muito pouco, outros, como *amylomaize*, podem conter em torno de 650-700 gramas de amilose/kg (Parker e Ring, 2001). Segundo alguns autores citados por Svihus et al. (2005), a proporção de amilose no amido de cevada varia de 30 a 460 g/kg e, no milho, 0-700 g/kg. Em trigo, uma variação de 30 a 310 g/kg tem sido relatada.

Essas informações são importantes. De acordo com Saad et al. (2005), a amilopectina tem maior capacidade de gelatinização, responsável por maior digestibilidade do amido e a amilose, um maior poder de retrogradação, proporcionando uma menor digestibilidade do amido. De modo geral, o conteúdo médio de amido nos cereais é de 70%, sendo de 70% a 80% de amilopectina e os restantes, de 20% a 30% de amilose.

Segundo Anfal-Pet (2008), alguns ingredientes podem ser citados como exemplos de fontes de carboidratos. São elas: fécula de mandioca, milho (grão integral), amido de milho, farelo de gérmen de milho, sorgo, arroz (grão integral), grão integral de cevada, entre outras. Ainda, segundo Thompson (2008), fontes de carboidratos de fácil digestão em alimentos para animais incluem os seguintes: várias farinhas de trigo, arroz, aveia, sorgo, batata etc.

### **2.2.3 Fontes de lipídeos em *pet food***

Os lipídeos desempenham pelo menos três funções em rações para carnívoros (e em alguns herbívoros) e devem ser observadas antes mesmo do início da formulação. Elas fornecem energia, ácidos graxos essenciais e *flavor*, este último diretamente relacionado ao aroma e paladar do alimento. O consumo alimentar é mais uma função regulada por ambos, energia e teor de gordura da dieta, porém, é variável com a espécie. Em muitas espécies, incluindo cães, o consumo de energia (níveis de energia da dieta) é o primeiro regulador do consumo de alimento (Zoran, 2002).

Segundo Willard (2003), os lipídeos animais são mais palatáveis do que os vegetais. Consequentemente, a melhor fonte de lipídeo é determinada pela função requerida na formulação. Se a energia é o primeiro objetivo, um tipo de lipídeo é escolhido; se o perfil ou razão de ácido graxo é requerido, outro tipo de lipídeo adicional pode ser escolhido e, se a energia, o perfil de ácido graxo e a palatabilidade são todos igualmente importantes, seguramente, então, haverá necessidade de ser uma mistura de duas ou mais fontes de lipídeos.

Devido à sua alta densidade energética, quando comparada com a de carboidratos e proteínas, os lipídeos dietéticos contribuem significativamente para o fornecimento de energia para cães. Os lipídeos dietéticos são compostos, principalmente, por triglicerídeos, representados por uma mistura de ácidos saturados e insaturados de origem animal e vegetal respectivamente. Os

triglicerídeos de origem animal são conhecidos pela sua alta proporção de ácidos graxos saturados em comparação com os de origem vegetal (Hussein, 2003).

Segundo a Anfal-Pet (2008), as fontes de óleo de origem vegetal utilizados nas rações para cães e gatos são: óleo de abacate, óleo de alecrim, óleo de arroz, óleo de linhaça (bruto ou cru), óleo de palma, óleo de girassol, óleo de soja (bruto ou cru), óleo de soja degomado, óleo de soja refinado e lecitina de soja. Já os de origem animal seriam óleo de aves, óleo de peixes, gordura bovina e gordura suína.

Na Tabela 4 são apresentados dados referentes à porcentagem de ácidos graxos, suas relações (ácidos graxos saturados e poliinsaturados) e calorias (kcal/100g de alimento) contidas em lipídeos de origem animal e vegetal.

TABELA 4 Porcentagem de ácidos graxos, suas relações (ácidos graxos saturados e poli-insaturados) e fornecimento de energia em calorias (kcal/100g de alimento) contidas em lipídeos de origem animal e vegetal.

<b>FONTES</b>	<b>Total de AGS<sup>1</sup> (%)</b>	<b>Total PUFA<sup>2</sup> (%)</b>	<b>PUFAS/ AGS Relação</b>	<b>n-6 Total</b>	<b>n-3 Total</b>	<b>Calorias (kcal/100g)</b>
<b>Animal</b>						
Sebo bovino	47,4	3,7	0,08	3,1	0,6	902
Banha suína	38,9	11,2	0,29	10,2	1,0	902
Gordura de aves	28,6	20,5	0,71	19,5	1,0	900
<b>Óleo peixe</b>						
Salmão	18,6	47,4	2,55	2,1	31,4	902
<b>Óleos vegetais</b>						
Canola	5,8	29,6	5,10	20,3	9,3	884

continuação...						
Palma	48,9	9,3	0,19	9,1	0,2	884
Soja	14,2	57,8	4,07	51,0	6,8	884
Girassol	8,9	40,0	4,49	39,8	0,2	884

<sup>1</sup> AGS: ácido graxo saturado

<sup>2</sup> PUFA: ácido graxo poliinsaturado

Fonte: Adaptado de NRC (2006); Saad & Saad (2004).

#### 2.2.4 Segurança alimentar em *pet food*

Todo ano, animais de estimação adoecem ou morrem em resultado de adulteração microbiológica ou química de alimentos, resultando em elevados custos veterinários. Tais situações podem ser evitadas com um abrangente e bem documentado plano de garantia de qualidade completa, que deve incluir análises microbiológicas e químicas de matérias-primas e produtos finais, bem como o monitoramento ambiental das instalações de produção dos alimentos (Stawick, 2003).

Geralmente, os ingredientes são testados antes de serem utilizados em produtos para garantir que não possuem adulterantes ou existem problemas de qualidade que possam afetar a integridade do produto final. O produto final é também testado para determinar a segurança e ou o nível de qualidade. O teste é, geralmente, realizado antes que seja lançada no mercado. O ambiente também deve ser monitorado em uma base regular para ajudar a controlar a microflora na instalação de processamento e manter organismos nocivos fora do produto. Vários métodos de ensaio estão disponíveis e pode ser difícil determinar o método apropriado para um determinado ingrediente ou tipo de produto (Stawick, 2003).

A *Salmonella* é um agente patogênico comumente encontrado em produtos secos e produtos derivados de carne. Como a maioria dos alimentos se

encaixa nessas categorias, a salmonela é um dos organismos que oferecem grande preocupação. Exemplos são alimentos secos para animais de estimação, bem como petiscos e ossinhos mastigáveis recreacionais. Nos últimos anos, alertas têm sido emitidos sobre a presença de salmonela em ossos de couro processado, especialmente relacionada à manipulação humana desses petiscos. Os efeitos da salmonelose têm sido estudados extensivamente nos seres humanos, mas nem tanto em animais. É seguro, no entanto, extrapolar os efeitos gerais dos seres humanos aos animais (Stawick, 2003).

Quando consumidas, as salmonelas podem causar desconforto gastrointestinal em animais e, dependendo da gravidade da infecção, provocar condições mais duradouras, tais como a artrite crônica. Períodos prolongados de diarreia podem causar desidratação nos animais. Além disso, o organismo pode ser transmitido dos animais de estimação aos proprietários, sendo as crianças particularmente vulneráveis (Stawick, 2003).

A *Salmonella* é facilmente eliminada pelo calor, processo normalmente utilizado na produção de alimentos. No entanto, se o produto não for manuseado corretamente após ser submetido ao aquecimento, ele pode ser contaminado e o organismo pode sobreviver (Stawick, 2003).

A *Escherichia coli* é um exemplo de um organismo indicador, uma vez que é comumente encontrada no trato intestinal de mamíferos e, muitas vezes, é utilizada para determinar a contaminação de um produto por fezes. Isso pode estar relacionado a práticas de higiene dos trabalhadores da produção ou ao saneamento geral no ambiente de processamento. Pode indicar problemas não só com o produto final, mas também com todos os ingredientes utilizados no produto. Assim como a *Salmonella*, muitas etapas de processamento facilmente eliminam a *E. coli*, incluindo o processamento térmico. No entanto, o produto pode ser contaminado após a etapa de eliminação no pós-processamento. Apenas

algumas cepas de *E. coli* são patogênicas. Estirpes patogênicas não são normalmente usadas como indicadores (Stawick, 2003).

Outro organismo comumente encontrado em produtos que contenham carne é o *Clostridium perfringens*, uma bactéria anaeróbia em forma de bastonete, gram-positiva, esporogênica, sulfito redutora, amplamente distribuída na natureza e considerada como parte da microbiota intestinal normal do homem e de animais (Hatheway et al, 1980). A presença de *Clostridium perfringens* é motivo de preocupação adicional porque é formador de esporos. Isso significa que a bactéria pode ir de um estado ativo para um estado dormente, em que é muito resistente aos processamentos por calor e muitos outros que eliminam o patógeno. Se o organismo é favorecido a desenvolver-se e é consumido pelos animais, a diarreia é o sintoma principal. A doença, geralmente, é de curta duração. Se não for tratada, a diarreia pode levar à desidratação (Stawick, 2003).

Os resultados de análise para *Clostridium perfringens* são representados em unidades formadoras de colônia por gramas de produto (UFC/g) e refletem o número de organismos presentes em um grama de produto. Este resultado difere dos obtidos em testes de *Salmonella*, que representam um resultado positivo ou negativo, sem dizer nada da densidade populacional do organismo no produto (Stawick, 2003).

A temperatura mínima requerida para a eliminação de alguns microrganismos pode ser observada na Tabela 5.

TABELA 5 Temperatura mínima requerida para eliminar microrganismos.

<b>Bactéria</b>	<b>Temperatura mínima (°C)</b>
<i>Salmonella</i>	80
<i>Escherichia coli</i>	70
<i>Listeria monocytogenes</i>	80
<i>Staphylococcus aureus</i>	90
<i>Bacillus cereus</i>	126
<i>Clostridium perfringens</i>	126

Fonte: Mair (2003)

Segundo Stawick (2003), essas temperaturas variarão, dependendo do pH, da umidade e do tipo exato do organismo. Há muitas espécies diferentes de *Salmonella*, com uma vasta gama de resistência ao estresse térmico.

Para a indústria alimentícia humana no Brasil, os ministérios da Saúde e da Agricultura estabeleceram, por meio da Portaria nº1428/93, a obrigatoriedade da utilização dos programas Boas Práticas de Produção (BPP) e Análise dos Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) como ferramentas para a inspeção de todo o processo de produção da indústria de alimentos. O programa BPP é recomendado para a fabricação dos produtos sob condições sanitárias adequadas e como rotina de inspeção. Contempla aspectos higiênicos sanitários, incluindo a eliminação ou a redução dos riscos de contaminação microbiológica, química e física. O sistema APPCC foi desenvolvido para garantir a inocuidade dos alimentos para o consumidor final, frente aos perigos microbiológicos, químicos e físicos. Busca estabelecer o controle em todo o processo produtivo, considerando a matéria-prima, o processamento, o ambiente e até os operadores envolvidos na produção (Cardoso e Tessari, 2008).

Da mesma forma, foi sugerida a implantação do sistema BPF e do sistema APPC em indústrias produtoras e comercializadoras de alimentos para cães e gatos. O objetivo é definir infraestrutura, equipamentos, práticas de armazenamento, procedimentos básicos de higiene e de boas práticas de fabricação, limpeza, sanitização e organização, comportamento e treinamento de funcionários, controle de processo e controle de qualidade, controle de pragas de alimentos fabricados e industrializados para o consumo dos animais, assim como para atender às exigências sanitárias e aos requisitos de qualidade, ditados pelos principais mercados internacionais e pelo mercado interno, estabelecendo os princípios para a eficaz prevenção, eliminação e ou redução a níveis aceitáveis no tocante aos riscos de contaminação de origem química, física e biológica. A indústria *pet food*, dessa forma, pode garantir alimentos saudáveis e seguros aos animais de companhia, atendendo, com isso, aos padrões de identidade e qualidade (Anfal-Pet, 2008).

No Guia de Identidade e Qualidade Pet (2008), alguns limites de contaminantes biológicos são estabelecidos e aqui apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 Limites para contaminantes biológicos em alimentos comerciais para cães e gatos.

Contaminantes biológicos	Limites			
	Satisfatório	Limite de aceitabilidade	Não satisfatório	Inaceitável perigo
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente em 25g	-----	-----	Presente em 25g
<i>Escherichia coli</i>	Ausente em 25g	-----	-----	Presente em 25g
<i>Clostridium botulinum</i> *	Ausente	-----	-----	Presente
<i>Clostridium perfringens</i>	<10	10-10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> - 10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
<i>Bacillus cereus</i>	<10	10-10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	<10	10-10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	>10 <sup>4</sup>
<i>Bolores e leveduras</i>	<10	10-10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	>10 <sup>4</sup>
<i>Campylobacter jejuni</i>	Ausente em 25g	-----	-----	Presente em 25g
<i>Clostridium sulfito reductor</i>	<10	10-10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>	>10 <sup>5</sup>
<i>Coliformes fecais</i>	<10	10-10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	>10 <sup>4</sup>
<i>Enterobacterias</i>	<10	10-10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup>	>10 <sup>4</sup>

\*Para alimentos enlatados

Fonte: Anfal-Pet (2008).

Nos Estados Unidos, dois conjuntos de orientações foram recentemente criados, um para a fabricação de *petiscos* naturais para animais de estimação e um para a fabricação e rotulagem de alimentos à base de carne crua para animais de companhia. As orientações para a fabricação de *petiscos* naturais para

animais de estimação foram examinadas pelos membros da American Pet Product Manufacturers Association (APPA), bem como pelo FDA, e a adesão a estas orientações, por parte das indústrias, é voluntária e não obrigatória. O principal objetivo das diretrizes é promover um avanço na fabricação de alimentos para animais de estimação.

Um guia de orientação para a indústria foi criado para fornecer orientações específicas sobre a forma como produtos com carne crua, destinados a animais carnívoros e onívoros de companhia e de cativeiro devem ser fabricados e rotulados e para que os animais de estimação e seus donos estejam protegidos contra os riscos relacionados à segurança alimentar (APPA, 2002; FDA 2002).

### **2.3 Processamento de alimentos convencionais para cães**

A maioria dos alimentos disponíveis no mercado de alimentos secos para cães e gatos é fabricada utilizando a tecnologia de cozimento por extrusão. Esse processo complexo permite uma flexível abordagem para a fabricação do produto em relação ao cozimento e à granulação. A tecnologia no cozimento por extrusão é caracterizada por temperatura alta em um processo em curto espaço de tempo (Dziezak, 1989), ou seja, a mistura de alimentos é exposta a alta pressão e temperatura (80-200°C), por um período relativamente curto de tempo (10-270s). Características benéficas de um tratamento térmico como a extrusão incluem a realização da forma física desejada, a inativação dos fatores antinutricionais, o aumento do prazo de validade, o aumento da digestibilidade de nutrientes e a palatabilidade reforçada. Além disso, o processo de extrusão do amido gelatinizado torna-o mais digerível para as enzimas digestivas (Murray et al., 2001).

O sistema tipicamente moderno de extrusão incorpora meios de condicionar uma pré-extrusão da massa com vapor e água. Após isso, a massa é

direcionada para o tambor de extrusão, onde é adicionado vapor, água e, em alguns casos, uma pasta de carne pode ser incorporada à massa. Dentro do tambor de extrusão, o material é “cozido” por uma combinação de fricção, corte e calor indireto, até um ponto em que o amido é gelatinizado e a população microbiana termolábil é reduzida a zero (Rokey e Huber, 1994).

Segundo Mathias (2009), a capacidade das extrusoras para processar alimentos, utilizando alta temperatura e curto tempo de residência, é denominada STHT. Esta técnica tem sido benéficamente utilizada no tratamento térmico dos alimentos para desnaturar enzimas indesejáveis, inativar fatores antinutricionais e reduzir sensivelmente a população microbiana neles presente. O cozimento dos alimentos pelo processo STHT também melhora a digestibilidade de seus constituintes por meio da gelatinização do amido e da desnaturação da proteína, enquanto minimiza a perda de vitaminas e a perda de lisina disponível pela reação com açúcares redutores (reação de *Maillard*), pois o curto tempo de retenção (20 a 60 segundos) dentro da extrusora não é longo o suficiente para que isso ocorra.

Durante o processo de extrusão, a forma física de amido nos materiais crus muda sensivelmente, desaparecendo sua estrutura granular e cristalina, tornando-se total ou parcialmente gelatinizado. Inicialmente, a adição de água rompe a cristalinidade da amilose e desfaz sua estrutura ordenada. Na continuidade do processo, os grãos de amido incham, aumentando seu volume de 20 a 30 vezes. Com a adição de mais água e calor, atinge-se a temperatura de gelatinização, ou seja, a faixa de temperatura acima da qual o processo de gelatinização ocorre. A amilose começa a se difundir, os grânulos se rompem e mais moléculas de água se unem aos grupos hidroxílicos expostos na cadeia de amido, resultando em uma estrutura de gel coloidal, com a amilose suportando os grânulos rompidos que consistem, basicamente, de amilopectina. No estágio final do cozimento por extrusão, as moléculas de amido se recombina-

ligando-se a outros ingredientes e formando uma estrutura porosa relativamente estável e que serve para absorver gordura e umidade. Todavia, o processo de extrusão reduz a área superficial do *kibble*, que pode ser dissolvida em água (Mathias, 2009).

As propriedades de inchamento e gelatinização são controladas, em parte, pela estrutura molecular da amilopectina (comprimento de cadeia, extensão de ramificação, peso molecular), pela composição do amido (proporção amilose:amilopectina e teor de fósforo) e pela arquitetura granular (proporção de regiões cristalinas e amorfas). Normalmente, altas temperaturas de transição têm sido associadas a altos graus de cristalinidade, os quais fornecem a estabilidade estrutural e tornam os grânulos mais resistentes à gelatinização (Singh et al., 2003).

Por outro lado, o tratamento térmico do amido em ausência de água leva a uma expansão da massa, sem perda de material solúvel, produzindo-se a desgelatinização parcial do amido, que passa de um estado solúvel, disperso e amorfo a um estado cristalino insolúvel. Este fenômeno se denomina retrocessão ou retrogradação. A amilose apresenta maior capacidade de retrocessão, enquanto a amilopectina apresenta maior capacidade de gelatinização. Os dois processos são importantes na qualidade dos grânulos e na qualidade nutricional das rações para cães (Borges, 2002; Figueiredo & Guerreiro, 2003).

As características de retrogradação da amilose e amilopectina são cineticamente diferentes. A amilose retrograda mais rapidamente; por outro lado, a amilopectina retrograda a uma taxa muito menor durante um longo período de tempo. A retrogradação é um fenômeno complexo e varia de acordo com diversos fatores, como temperatura e tempo de armazenamento, pH, fonte de amido, presença de outros componentes (lipídios, eletrólitos e açúcares) e condições de processamento (Denardin & Silva 2009).

Quanto à digestibilidade, pode-se relacionar a retrogradação, principalmente da amilose, com menor disponibilidade de nutrientes às enzimas digestivas. Esse evento torna a digestão e a absorção, especialmente do amido, menores e/ou mais lentas, resultando em menor resposta glicêmica (Björck et al., 1994).

Segundo Saad et al. (2005), efeito da extrusão sobre a qualidade de proteínas e aminoácidos tem dois pontos positivos quanto ao aproveitamento das proteínas pelos animais, rompendo a parede celular dos cereais, liberando a proteína encapsulada pela fração fibrosa e a eliminação de fatores antinutricionais responsáveis pelo baixo aproveitamento proteico.

É importante ressaltar que a digestibilidade do amido pode ser afetada pela fração proteica dos cereais. A natureza da matriz proteica dos cereais e as interações entre a matriz proteica e o amido podem afetar a digestibilidade do mesmo. É importante levar em consideração que a digestão da proteína precede, geralmente, a digestão do amido. Assim, as camadas da proteína devem significativamente ser degradadas antes que a digestão do amido ocorra (Brennan et al., 1996).

Já o processamento de alimentos enlatados é um pouco complexo. Tipicamente, os ingredientes de carne e gordura são misturados com algumas quantidades de água e, depois, com quantidades apropriadas de ingredientes secos, tais como vitaminas, minerais e aminoácidos. Esses ingredientes, ao serem então misturados, e se o alimento é para ter uma textura fina, a mistura é moída finamente para formar uma pasta grossa. A mistura pode ser aquecida no início do processo de cozimento ou pode ser adicionada diretamente à lata por meio de um dispositivo de enchimento. Após o enchimento, as latas são seladas com uma tampa dupla e a emenda entortada. O processo de entortamento da tampa é, essencialmente, um processo de cozimento com calor, pressão e esterilização que garante a destruição de patógenos (NRC, 2006).

Por causa do calor e da pressão envolvidas durante o enlatamento, existe certa destruição de nutrientes críticos. Por exemplo, a tiamina é destruída pelo calor, especialmente em condições alcalinas ou neutras, e perdas extensivas podem ocorrer em alimentos enlatados durante o processo e estocagem (Baggs et al., 1978 citado por NRC, 2006). Em um estudo, o conteúdo de tiamina foi reduzido para 74% em alimentos enlatados para cães, devido ao enlatamento e à estocagem por 14 dias (Hoffmann-La-Roche, 1981 citado por NRC, 2006). Indústrias respeitadas de alimentos para animais de companhia têm conduzido extensivas pesquisas para determinar a extensão dessas perdas e têm colocado estes nutrientes em excesso para compensar as perdas (NRC, 2006).

#### **2.4 Digestibilidade aparente e qualidade fecal de cães adultos**

Segundo Murray et al. (1998), dietas nutricionalmente completas requerem ingredientes de alta digestibilidade, proporcionando nutrientes adequadas para garantir a saúde e o bem-estar dos animais de companhia.

Atualmente, a digestibilidade dos principais nutrientes para cães tem sido determinada por três técnicas: a) cálculos matemáticos a partir da composição química da ração e de equações de predição; b) extrapolação de dados obtidos em outras espécies e c) determinação direta em animais, utilizando-se ensaios de digestibilidade. Ainda que as duas primeiras técnicas possam ser entendidas como meios de facilitar as estimativas, é possível que subestimem os valores de digestibilidade dos alimentos de alta qualidade ou superestimem os dos alimentos de baixa qualidade. Portanto, pode-se classificar a determinação direta como a técnica mais adequada (Case et al., 1998).

A digestibilidade afeta também o volume e forma das fezes. À medida que aumenta a capacidade de digestão da dieta, o volume fecal diminui de forma considerável. Um alimento altamente digerível produz fezes sólidas e bem formadas (Case et al., 1998).

A consistência e a qualidade das fezes correlacionam-se com sua quantidade de água. Quanto mais água as fezes possuem, mais moles e malformadas se tornam. Fezes com teor de água muito baixo, por outro lado, podem predispor à retenção fecal e a distúrbios digestivos (Cowell et al, 2000).

A dieta tem sido responsabilizada por alterar a qualidade fecal em cães. A consistência fecal, obrigatoriamente, responde à manipulação dietética em alguns casos. As dietas secas proporcionam a melhor performance comparada a dietas enlatadas ou a alimentos ricos em proteínas cozidos em casa. Fatores potenciais para as mudanças na qualidade fecal são a quantidade e o tipo de proteína dietética, o conteúdo de umidade e os agentes geleficantes (Zentek, 1995).

Zentek et al. (2002), em estudo comparando dietas com diferentes conteúdo em água (60% ou 75%) e uma dieta seca como referência para três raças distintas de cães, verificaram que consistência fecal foi melhor com a dieta seca do que com as dietas úmidas.

Murray et al. (1999) compararam a digestibilidade das farinhas de cevada, milho, batata, arroz, sorgo e trigo para cães. Os resultados demonstraram digestibilidade ileal do amido acima de 99% para todas as fontes, mas a digestão de proteína, matéria orgânica, matéria seca e a qualidade das fezes variaram entre as dietas, destacando a importância da fonte de amido sobre a digestão geral da ração.

Bazolli et al. (2007), avaliando a influência do grau de moagem do arroz, do milho e do sorgo sobre a digestibilidade e respostas metabólicas em cães, verificaram que a redução do diâmetro geométrico médio (grau de moagem) para o milho e o sorgo aumentou a digestibilidade e melhorou a qualidade das fezes de cães e gatos, enquanto para o arroz, o grau de moagem não interferiu nesses aspectos.

Outro aspecto importante relacionado à digestibilidade de nutrientes, principalmente das fontes proteicas, é o odor fecal, que é de suma importância, pois ele é proveniente de substâncias geradas por bactérias endógenas e de substratos não digeridos da degradação de proteínas que são amônia, amins alifáticas, ácidos graxos de cadeia ramificada, indóis, fenóis e compostos voláteis contendo enxofre (Hesta et al.,2003).

O odor fecal pode ser influenciado pela quantidade elevada de proteína na dieta. Hesta et al. (2003) trabalharam com uma dieta seca controle com 29,5% de proteína (na matéria seca) e com a substituição dessa dieta, em 50%, de outras três fontes de proteína animal: farinha de carne e osso, farinha de aves e farinha de suínos (*greaves meal*), constituindo dietas com 48,5% de proteína na MS, 53,5 % de proteína na MS e 48,3% de proteína na MS respectivamente, para cães adultos da raça beagle. Esses autores verificaram que as digestibilidades aparentes de nitrogênio nas diferentes fontes proteicas nos grupos suplementados tenderam a aumentar em comparação com o controle. A digestibilidade dessas fontes de proteína animal foi, na verdade, um pouco maior, em comparação com a proteína da dieta controle, que também continha ingredientes vegetais (milho como ingrediente principal). Como o teor de proteína bruta dessas dietas suplementadas quase dobrou em comparação com a dieta controle, em termos absolutos, muito mais proteína indigesta chegou ao intestino grosso, ficando disponível para a microbiota do intestino grosso. A farinha de carne e ossos foi a fonte de proteína que proporcionou maior quantidade de nitrogênio amoniacal, em comparação às demais fontes e ao controle.

## **2.5 Efeitos dos alimentos sobre os parâmetros fisiológicos e microbiológicos de cães adultos**

Muitas doenças estão relacionadas com metabolismo de glicose, lipídeos e proteínas, entre outros. Porém, mais pesquisas são necessárias para firmar uma estabilidade entre os componentes dietéticos e indicações das doenças para cada condição (Kvamme & Phillips, 2003). A preocupação com a qualidade das matérias-primas utilizadas na fabricação de alimentos para cães e gatos aumentou grandemente nesses últimos anos, devido à utilização de dietas à base de ingredientes de origem animal crus, um dos principais contaminantes dessas dietas são as *Salmonellas* sp.

### **2.5.1 Efeito dos alimentos sobre níveis de ureia e creatinina plasmática de cães**

Segundo Oliveira (2004), as substâncias não-proteicas que contêm nitrogênio são produtos metabólicos envolvidos na excreção de nitrogênio. As de maior importância diagnóstica na clínica de pequenos animais são a ureia, a creatinina e a amônia.

A creatinina plasmática é analisada, com maior frequência, em humanos e em clínicas veterinárias, em laboratórios químicos, como uma medida indireta da taxa de filtração glomerular (TFG) (Spencer, 1986; Wyss & Kaddurah-Daouk, 2000).

A creatinina é uma molécula pequena (massa molecular 113 daltons) produzida pela ciclização de creatina fosfato e creatina, e altamente hidrossolúvel (~750 mmol/L, ~85 g/L). A creatina e a creatinina originam-se, principalmente, da biossíntese dos aminoácidos glicina, arginina e metionina e, parcialmente, da suplementação alimentar. A última é mais importante nos carnívoros do que em outros animais, devido à elevada concentração de creatina e, em menor grau, de creatinina na carne (Braun et al., 2003).

A creatina está envolvida no metabolismo energético, particularmente na estabilização de ligações de fosfato de alta energia não-necessárias para uso

imediatamente. A única reação catabólica sofrida pela creatina é a decomposição a creatinina (Oliveira, 2004).

Em alimentos, a creatina tem elevada concentração na carne, enquanto a concentração de creatinina é cerca de 10 vezes menor, com valores de 30-45 mmol/g e 2-4 mmol/g, respectivamente, em carne crua. Cerca de 20% a 65% da creatina é transformado em creatinina por cozimento. Em alimentos comerciais, as concentrações de creatina e creatinina são muito inferiores, em geral, na escala de 0,5-2,0 mmol/g (Harris et al., 1997).

Os valores dos intervalos de referência para creatinina em cães são altamente questionáveis. Muitos livros didáticos relatam "valores normais", sem indicação das características da população ou do método de dose utilizado. Isso pode explicar notavelmente o grande leque de valores relatados, 35-250 mmol/L, incluindo alguns intervalos que sequer se sobrepõem (Lefebvre et al., 1998). Assim, recomenda-se a não utilização de dados ou dos limites indicados na literatura, mas comparar os resultados com o intervalo de referência do laboratório ou analisador utilizado (Braun et al., 2003).

Como a concentração da creatinina plasmática é influenciada por poucas variáveis extrarrenais e a creatinina não é reabsorvida pelos túbulos renais, a sua concentração serve como melhor índice da taxa de filtração glomerular. A concentração plasmática da creatinina não é afetada pela dieta ou qualquer outro fator que afete o metabolismo hepático ou o ciclo da ureia. A creatinina é bastante estável no sangue e não sofre alteração em amostras lipêmicas ou hemolisadas (Oliveira, 2004).

As concentrações de creatinina plasmática em recém-nascidos foram maiores em cães de raças grandes (Kuhl et al., 2000). Em cães adultos, as concentrações de creatinina plasmática aumentaram com o aumento do peso corporal (van der Brom & Bienwega, 1981; Médaille et al., 2004).

Segundo estudo realizado por Médaille et al. (2004), as concentrações plasmáticas de creatinina variaram de 106  $\mu\text{mol/L}$ , no caso de cães de raças pequenas a 133  $\mu\text{mol/L}$ , em cães de raças grandes e gigantes.

A síntese de ureia provém do mecanismo de excreção da amônia durante o catabolismo de aminoácidos. A formação da ureia é uma reação que requer a utilização de energia e ocorre quase que exclusivamente no fígado. A taxa de formação da ureia depende da taxa de catabolismo proteico (Kaneko, 1989). A ureia atravessa o filtro glomerular e de 40% a 50% dela é reabsorvida quando passa através dos túbulos (Alvin & Gordon, 1937).

Segundo algumas pesquisas relatadas por Kaneko (1989), a taxa de formação de ureia depende da taxa de catabolismo proteico. Um aumento nos níveis de nitrogênio ureico do sangue pode refletir uma taxa acelerada de catabolismo proteico, em vez de diminuir a excreção urinária de ureia. Em estudo envolvendo 14 cães clinicamente normais alimentados com dietas com teor de proteínas conhecidas, por três dias, a ureia decresceu de 5,7 mmol/L com uma dieta rica em proteínas 8,5% a 4,89 mmol/L com uma dieta com 5% de proteína. Estudo com 4 horas pré-prandial e 4 horas pós-prandial indicaram que a ureia no sangue aumentou de 4,89 mmol/L para 5,71 mmol/L, com uma dieta com 5% de proteína e de 5,7 mmol/L para 9,57 mmol/L com a dieta 8,5% de proteína. Em outro estudo, a ureia foi elevada para 10-18 horas após a ingestão de alimentos. O grau de elevação da ureia no sangue nesses estudos, provavelmente, não foi clinicamente importante, desde que o intervalo normal de caninos, 3,57-10,71mmol/L, não foi excedido.

O nível de ureia pode ser aumentado com o aumento do consumo dietético de proteína, de colapso metabólico ou de hemorragia no interior do trato gastrointestinal (Meyer et al., 1995).

Em cães, existe particularidade racial, segundo Oliveira (2004). Grande parte dos cães Yorkshire terrier, de meia-idade ou mais velhos, demonstra

concentrações de ureia maiores que 15 mmol/L (normal: 3,6-8,9 mmol/L), sem nenhuma razão aparente. E, no caso de insuficiência renal, os Yorkshires frequentemente apresentam concentrações de ureia desproporcionalmente altas em relação à creatinina.

### **2.5.2 Efeito dos alimentos sobre as frações lipídicas de cães**

Estudos envolvendo lipídios plasmáticos sistêmicos de animais, muitas vezes, incluem comparações de animais doentes afetados com animais controle. A escolha dos animais controle é crítica e os fatores que podem influenciar os lipídios plasmáticos e as lipoproteínas devem ser compreendidos e levados em consideração nos estudos de populações de vida livre. Em cães, escalas normais definitivas ainda não foram definidas e vários fatores têm demonstrado afetar o perfil de lipídios e de lipoproteínas de cães normais, como, por exemplo, a dieta (Lindall et AL., 1971) e, ainda, segundo outros autores, as diferenças entre cães experimentais e cães de estimação, a idade, a raça e, em ambos, os hormônios sexuais masculinos e femininos.

Segundo Sousa et al. (2004), os lipídeos são digeridos e absorvidos no intestino delgado. Os ácidos graxos de cadeia curta e média são diretamente absorvidos para o sangue e diretamente encaminhados para o fígado através do sistema porta, enquanto os ácidos graxos de cadeia longa são associados a apoproteínas e fosfolipídeos e transportados via sistema linfático até atingir a circulação sistêmica. O transporte dos lipídeos no sangue ocorre através de estruturas denominadas de lipoproteínas (Tabela 7).

TABELA 7 Composição das lipoproteínas em cães e gatos.

Lipoproteína	Espécie	Diâmetro (nm)	Densidade (g/mL)	%				
				TAG	COL	FOS	P	Apo
Quilomícron	Can/fel	75-1200	<0,960	90	3	5	2	B48, A, C, E
VLDL	Can/fel	26-80	0,930-1,006	62	12	14	12	B100, C, E
LDL	Can/fel	16-25	1,019-1,087 <sup>1</sup> 1,030-1,043 <sup>2</sup>	8	42	23	27	B100
HDL1	Can	10-35	1,025-1,100	1	36	40	23	A, E, C
HDL2	Fel	9-12	1,063-1,100	2	30	35	33	A, C, E
HDL3	Can/fel	5-9	1,100-1,210	1	21	35	43	A, C

<sup>1</sup> em cães

<sup>2</sup> em felinos

Can: Canino; Fel: Felino; TAG: triglicerídeos; COL: colesterol; FOS: fosfolípido; P: proteína; Apo: apoproteína

Fonte: Adaptado de Watson & Barrie (1993) e Lane et al.(1993), citados por Sousa et al (2004).

O metabolismo lipídico pode ser dividido em duas vias básicas: a via exógena, que está associado ao metabolismo de lipídeos exógenos (dieta), e a via endógena, que está associada ao metabolismo de lipídios produzidos endogenamente (Bauer, 2004).

A via exógena envolve a digestão e o aproveitamento de lipídeos da dieta, com a formação de quilomícrons e um sistema de apolipoproteínas e ativação enzimática realizando hidrólise de triglicerídeos presentes nos quilomícrons e liberando ácidos graxos livres e glicerol para o tecido adiposo, a musculatura estriada e outros tecidos, e o colesterol encontrado em quilomícrons remanescentes pode ser utilizado para lipoproteínas (VLDL) e ou a formação de ácidos biliares, estocados como ésteres de colesterol (Bauer, 1995, 1996), assim como síntese de esteroides.

A via endógena ocorre, pois, embora os quilomícrons sejam responsáveis pelo transporte de lipídeos dietéticos, as lipoproteínas VLDL, LDL e HDL estão principalmente envolvidas no metabolismo dos lipídeos produzidos endogenamente (Bauer, 1996).

Em sua revisão sobre o metabolismo lipídico em cães, Xenoulis e Steiner (2009) descrevem vários achados a respeito de as lipoproteínas do plasma diferirem em suas características físicas e químicas, tais como tamanho, densidade e composição. As lipoproteínas de cães podem ser divididas, com base em sua densidade, em quatro classes principais: (1) quilomícrons, (2) lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), (3) lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e (4) lipoproteínas de alta densidade (HDL). A HDL pode ser, ainda, subdividida em HDL1 (que é exclusivo para cães), HDL2, e HDL3. Nos seres humanos, lipoproteínas de densidade intermediária (IDL) foram identificadas, mas a sua existência não foi verificada em cães. Isso pode ser resultado do tempo de coleta utilizado no referido estudo.

Além disso, segundo pesquisadores, os vertebrados diferem em suas quantidades relativas de lipoproteínas plasmáticas. Na grande maioria dos mamíferos, incluindo o cão, a HDL é a fração predominante (Chapman, 1986; Lehmann et al., 1993; Bauer, 1996). Propriedades físico-químicas das lipoproteínas caninas e as enzimas envolvidas no seu metabolismo são de interesse porque, em contraste com os seres humanos, o cão é substancialmente resistente para o desenvolvimento de aterosclerose e de hipercolesterolemia.

Segundo Maldonado et al. (2001), as classes de lipídeos e seus ácidos graxos foram estudados nas frações de lipoproteínas de cães, em comparação com o plasma humano. Em cães, a lipoproteína de alta densidade (HDL), a principal transportadora de fosfolipídeos no plasma, éster de colesterol e colesterol livre, foi a lipoproteína mais abundante, seguida pela lipoproteína de baixa e de muito baixa densidade (LDL e VLDL). Notavelmente, a LDL e a

VLDL contribuem de forma semelhante no total de triacilglicerol no plasma de cães. A composição de fosfolipídeos foi semelhante em todas as três lipoproteínas, dominadas pela fosfatidilcolina. Mesmo que o conteúdo e a composição de lipídios dentro e entre as lipoproteínas tenham diferido significativamente entre o cão e o homem, o montante total de lipídios circulantes foi semelhante. Todas as lipoproteínas caninas foram relativamente mais ricas do que as dos seres humanos para os ácidos graxos de cadeia longa C20-C22 e os ácidos graxos poli-insaturados n-6 e n-3 (PUFAs), mas tiveram proporções comparáveis às do total de ácidos graxos saturados e monoenoicos, com 18:2n-6 PUFA sendo o principal em ambos os mamíferos.

Ainda no mesmo estudo, os autores puderam concluir que o perfil de ácidos graxos das lipoproteínas de caninos e o de humanos diferem, pois elas apresentaram proporções distintas de seus principais lipídeos. No cão, as HDL e LDL contribuem com quase 87% e 11% do colesterol total do plasma, respectivamente, oposto ao de seres humanos, em que as HDL e LDL contribuem com cerca de 11% e 86% do colesterol total, respectivamente.

As lipoproteínas podem conter apenas uma ou uma variedade de apolipoproteínas, que regulam as funções de seu metabolismo (Bauer, 2004). Em geral, apolipoproteínas estão envolvidas em várias funções fisiológicas, como a facilitação do transporte de lipídeos pelas lipoproteínas, a manutenção da integridade estrutural e a ativação de certas enzimas que desempenham papéis importantes no metabolismo lipídico (Bauer, 2004, Johnson, 2005).

A lipoproteína lipase é uma enzima que está localizada na superfície luminal dos capilares das células endoteliais e hidrolisa os triglicerídeos dentro das lipoproteínas em ácidos graxos livres, mono e diacilglicéris, e glicerol (Wang e Hartsuck, 1992). A apolipoproteína CII é um importante cofator da lipoproteína lipase (Bauer, 2004, Johnson, 2005). A lipase hepática está localizada em células endoteliais dos sinusoides hepáticos e vários tecidos extra-

hepáticos e está envolvida na captação hepática de triglicerídeos e fosfolípidos de quilomícrons e VLDL remanescentes, na conversão de VLDL em LDL e na conversão de HDL2 a HDL3 (Connelly, 1999). A lecitina:colesterol aciltransferase (LCAT) que circula no sangue, principalmente vinculada a HDL (Jonas, 2000), atua em moléculas da HDL para converter o colesterol em ésteres de colesterol e desempenha papel crucial em uma via conhecida como transporte reverso do colesterol (Jonas, 2000; Bauer, 2004, Johnson, 2005). A função de transporte reverso do colesterol é realizada pela HDL, contribuindo de maneira significativa para a manutenção dos níveis de lipoproteínas fisiologicamente apropriados e saudáveis, ajudando, assim, a prevenir a aterosclerose, por facilitar a captação celular de LDL (Berne e Levy, 1998).

Nos seres humanos, mais uma enzima, a proteína de transferência de ésteres do colesterol (CETP), está envolvida no metabolismo lipídico. O papel desta enzima é a transferência de triacilglicerídeos a partir de VLDL e quilomícrons para HDL2 e ésteres de colesterol da HDL2 para a VLDL e a LDL (Johnson, 2005). A atividade da proteína de transferência de ésteres do colesterol não foi documentada em cães (Tsutsumi et al., 2001; Bauer, 2004; Johnson, 2005). Como resultado, as moléculas de HDL2 de cães continuam a adquirir ésteres de colesterol produzidos pela LCAT, levando à formação da única molécula HDL1 (Bauer, 2004, Johnson, 2005). Em HDL1, os ésteres de colesterol são transferidos a partir de tecidos para o fígado, para eliminação ou reutilização e não a moléculas de LDL e VLDL (como no homem), que transferem o colesterol para tecidos periféricos (Bauer, 2004; Johnson, 2005). Tem sido sugerido que essa é a função da HDL1, o que representa a menor incidência de transtornos de aterosclerótica em cães, em comparação com os seres humanos (Johnson, 2005).

Em experimento com cães com diferentes teores de gorduras e atividades físicas, Reynolds et al. (1994) verificaram que os cães alimentados com uma

dieta muito alta em gordura (60% da dieta) apresentaram concentrações plasmáticas mais elevadas de ácidos graxos livres após corrida intensa e apresentaram melhor potencial de mobilização e uso de ácidos graxos do que os cães alimentados com dieta rica em carboidratos (60% da dieta).

Denardin et. al. (2007), estudando o efeito do teor de amilose sobre o desempenho e o metabolismo lipídico em ratos, verificaram que os níveis de triglicérides e colesterol total foram afetados pelo conteúdo de amilose, sendo significativamente maiores nos animais que consumiram dietas com teor de amilose intermediário e baixo. Essa diferença também pode ser explicada pela relação entre a digestibilidade das frações do amido e seu efeito no metabolismo de glicose e lipídios. Por ser mais facilmente degradada, a amilopectina proporciona maior fluxo de glicose para o fígado, o qual a converte em ácidos graxos que serão transportados para serem armazenados no tecido adiposo.

Portanto, a relação entre triglicérides do fígado e glicérides do plasma foi quantificada no rato, verificando-se que, em ratos alimentados com dietas de glicose elevada, quase todos os triglicérides sintetizados no fígado foram eliminados como lipoproteínas plasmáticas, presumivelmente como VLDL (Baker & Sholtz, 1964 citado por Kaneko 1989). Assim como os cães, os ratos também possuem resistência ao desenvolvimento da arteriosclerose em dietas com alta gordura e colesterol, pois seu principal carreador de colesterol plasmático é a HDL (Kwiterovich, 1997).

### **2.5.3 Efeito dos alimentos sobre pH urinário de cães**

A urina é uma solução complexa e um meio eficiente para a eliminação de produtos de excreção do organismo, sendo a principal rota pela qual se eliminam produtos do metabolismo proteico, minerais e água. O pH urinário varia como consequência da manutenção homeostática do equilíbrio ácido-básico (DiBartola, 1992). Em função disso, as características da dieta

determinarão, em grande parte, o pH urinário de cães e gatos. A determinação e a modulação dietética do pH urinário, por sua vez, tornam-se importantes, devido à sua relação com as urolitíases (Davies, 1999; Osborne et al., 2000; Yamka et al., 2006).

A composição mineral da dieta influencia significativamente o pH pós-prandial e, portanto, pode predispor cães e gatos a desenvolverem cristalúria ou urolitíase (Kienzle et al., 1991; Zentek et al., 2004). Sais minerais produzem efeito variável sobre o pH urinário, pois são fontes potenciais de ácido ou base. Os óxidos e os carbonatos são alcalinizantes, enquanto os cloretos, os fosfatos e os sulfatos produzem efeito acidificante (Carciofi, 2007).

Ingredientes da dieta, digestibilidade, composição química e métodos de alimentação afetam o volume, o pH e a gravidade específica da urina (Carciofi et al., 2005). Estratégias dietéticas e de manejo para prevenção e dissolução de urólitos são baseadas nos princípios de saturação da urina. Estas são direcionadas para criar um estado de subsaturação de minerais calculogênicos. A subsaturação é alcançada pela redução na quantidade de precursores de urólitos na dieta, diminuição da concentração de minerais mediante aumento do volume urinário e ou diminuição de sua excreção urinária e, por fim, por modificação do pH urinário, medidas estas que aumentam a solubilidade dos cristais (Carciofi, 2007).

Alguns outros fatores intrínsecos também são importantes na variação do pH urinário, assim como o nível de magnésio da dieta e o nível de proteína, pois sabe-se que, pela natureza, os carnívoros têm alta ingestão de aminoácidos sulfurados de fontes proteicas de origem animal e a oxidação desses aminoácidos conduz à excreção de sulfato, juntamente com a urina, provocando um abaixamento do pH urinário. Ao contrário, a inclusão de cereais à dieta provoca uma alcalinização da urina, predispondo os animais à ocorrência de urolitíase, porém, acometidos pela formação de urólitos de oxalato de cálcio,

como resultado da alcalinização, ou seja, aumento do pH urinário (Case et. al, 1998).

Zentek & Schulz (2004) verificaram que a entrada dietética de proteína interfere na composição da urina e dos urólitos formados em gatos. O oxalato é importante devido ao seu potencial de formação de cristais com cálcio. A excreção urinária do oxalato é resultante do oxalato dietético e do metabolismo do ácido ascórbico, da glicina, do triptofano, da fenilalanina e da hidroxiprolina. A excreção urinária mais elevada do oxalato ocorreu com ambas as dietas que continham o tecido do colagenoso como a fonte da proteína, pois a hidroxiprolina e a glicina são aminoácidos típicos no tecido conjuntivo e poderiam ter aumentado a produção endógena do oxalato. O número de cristais do estruvita, no geral, foi reduzido com as dietas baixas em proteína, provavelmente devido à excreção urinária mais baixa de nitrogênio. O mesmo autor concluiu que entrada dietética da proteína e a fonte de proteína determinaram a excreção urinária de metabólitos de nitrogênio e oxalato e o nível e o caráter do cristalúria.

Alimentos para cães utilizados para a prevenção de urólitos de estruvita devem levar à produção de urina com pH entre 6,2 e 6,4, enquanto para a dissolução deste urólito, pH entre 5,9 e 6,1 (Carciofi, 2007).

#### **2.5.4 Efeito dos alimentos sobre aspectos microbiológicos de cães adultos**

Segundo Santos et al. (2000), a prática empregada para produtos alimentares na determinação da qualidade higiênica dos alimentos é a determinação de organismos indicadores. Em relação aos microrganismos mais indicativos ou representativos da qualidade sanitária, destacam-se o grupo coliforme fecal e, no caso das rações, a presença de salmonelas.

Dietas compostas por ingredientes crus podem ser compradas congeladas, em lojas de pet e algumas clínicas veterinárias ou, ainda, preparadas

em casa. Independentemente dos possíveis benefícios que as dietas de alimentos crus podem proporcionar, os cães que se alimentam com essas dietas correm o risco de infecção por *Salmonella*. As matérias-primas utilizadas para a produção dessas dietas podem provir de várias fontes (FDA, 2002); como elas não sofrem qualquer tipo de tratamento térmico ou esterilização, as bactérias e os parasitas existentes podem estar presentes no momento de consumo do alimento pelos animais (Finley et al., 2007).

As salmonelas são habitantes naturais do trato intestinal de animais domésticos e selvagens de todos os tipos e são transmitidas por animais infectados por meio das fezes, frequentemente, pela urina. A partir dessas fontes, as bactérias contaminam o meio ambiente e podem crescer em alimentos e água e em objetos inanimados. Salmonelas crescem bem na faixa de temperatura de 24°-26°C e, portanto, são capazes de aumentar em número em alimentos contaminados. O processamento fornece oportunidade para que o alimento possa ser contaminado pelo ambiente, pelo trabalhador levando o patógeno ou de um trabalhador infectado pelo organismo. Segundo os números de casos notificados e as opiniões de muitos funcionários da saúde pública, a salmonelose é uma das mais comuns doenças infecciosas transmitidas por contaminação de alimentos (Guthrie, 1991 citado por Chengappa et al., 1993).

Segundo alguns dados relatados por Chengappa et al. (1993), a salmonelose, geralmente, é comum em cães e quase sempre ocorre como resultado da ingestão de alimentos contaminados. Infecções por *Salmonella* em cães têm sido atribuída à carne de cavalo crua (Caraway et al., 1959) e às dietas preparadas em hospitais veterinário. A *Salmonella* foi encontrada em mais da metade das amostras de abatedouros com processamento para o consumo humano. Dos 24 sorotipos verificados nas amostras, a *Salmonella typhimurium* foi o mais prevalente. O número de cães infectados com salmonelas é surpreendentemente elevado.

Fontes de *Salmonella* para cães são diferentes e incluem o consumo de roedores e coelhos infectados, coprofagia, e consumo de alimentos contaminados com *Salmonella* (Morse & Duncan, 1975; Kwaga et al., 1989). Segundo Carter e Quinn (2000), cães e gatos podem ser contaminados por diversos meios como apresentado na Figura 1.

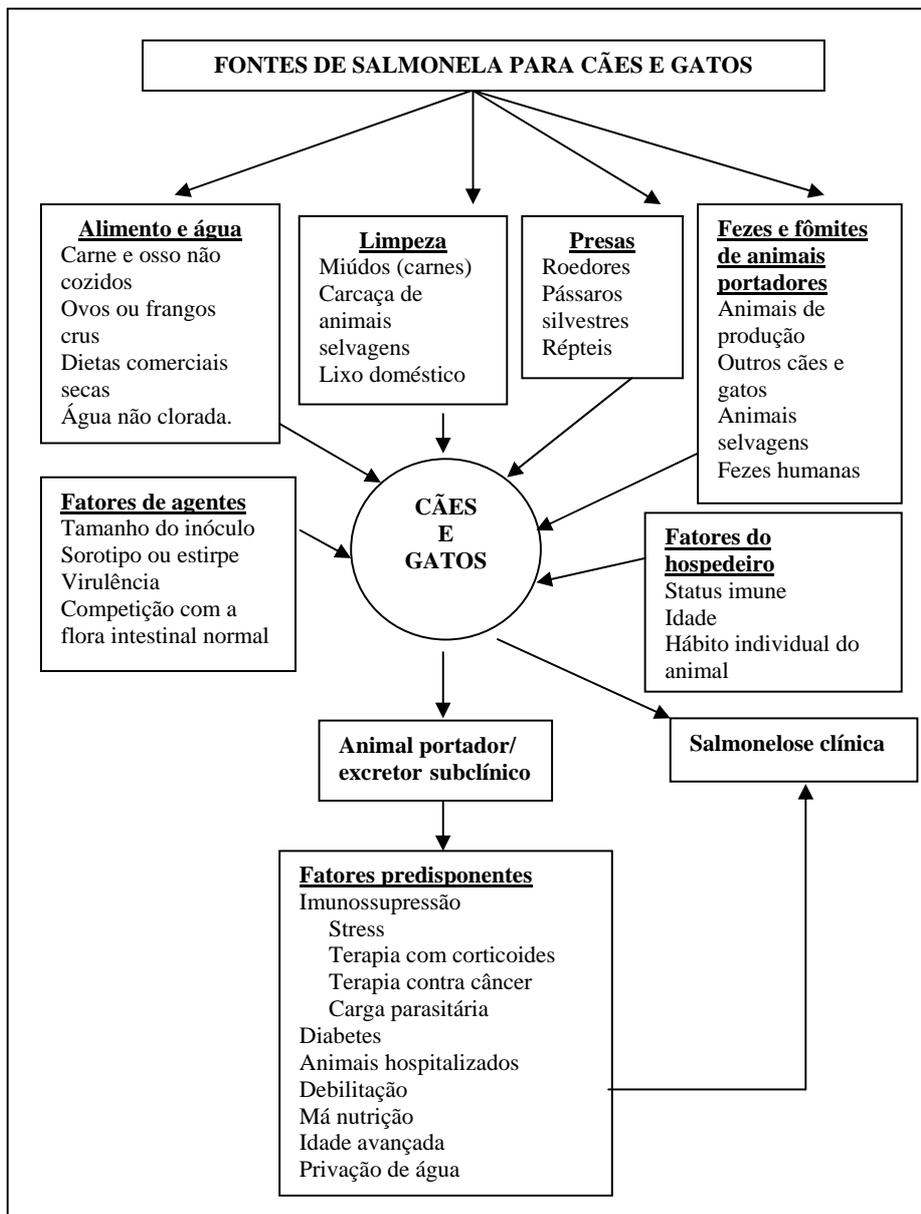


FIGURA 1 Fontes de *Salmonella* para cães e gatos e fatores predisponentes que podem favorecer a salmonelose clínica em animais portadores assintomáticos.

Fonte: Adaptado de Carter e Quinn (2000).

Há pouca informação sobre a duração da colonização de *Salmonella* em cães, no entanto, tem sido amplamente citado que, uma vez infectado, um cão pode verter organismos *Salmonella* em suas fezes por seis semanas ou mais, continuamente durante a primeira semana e, em seguida, de forma intermitente (Morse et al., 1976; Sanchez et al., 2002). A prevalência estimada de organismos *Salmonella* em situações normais, em cães saudáveis, é de 1% a 36% (Sanchez, et al. 2002).

Há relatos de cães de trenó, galgos, de corridas e cães de guarda com infecções por *Salmonella* devido ao consumo de carne crua contaminada (Caraway et al., 1959; Stone et al., 1993). As dietas de alimentos crus comercialmente disponíveis são produtos relativamente novos e têm sido associadas com salmonelose clínica. A contaminação de fezes foi avaliada em vinte cães em Calgary, Alberta, Canadá, para determinar se os cães expeliriam *Salmonella* após o consumo de alimentos caseiros crus (preparados em casa). A *Salmonella* foi isolada de 30% dos dez cães que foram alimentados com dieta caseira crua, mas, para os dez cães que foram alimentados com ração seca comercial, o resultado foi negativo para *Salmonella*. Nenhum dos cães exibiu sinais clínicos de salmonelose. Dos cães com colonização por salmonela, apenas um apresentou o mesmo sorotipo (*Salmonella* sorotipo Schwarzengrund) isolado de ambos, o seu alimento e uma amostra de fezes (Joff & Schlesinger, 2002).

Em um estudo similar realizado em 2004, cães beagles foram alimentados com dieta comercial de alimentos crus identificados como sendo contaminados por *Salmonella*. Cinco dos sete cães que expeliram *Salmonella* após terem consumido uma dieta com alimentos crus apresentaram o sorotipo *Salmonella*, que foi o sorotipo isolado correspondente ao da dieta com que o animal foi alimentado (Finley, 2004 citado por Finley et al., 2006). Nesse estudo, utilizaram-se dietas comerciais congeladas de alimentos crus que foram naturalmente contaminadas e cães clinicamente saudáveis. O resultado

demonstrou que os cães tornaram-se colonizados após a ingestão de uma única refeição.

Os resultados obtidos por Finley et al. (2007) mostraram que as infecções por *Salmonella* tendem a não serem clínicas e que pode ocorrer por quase duas semanas na sequência de uma única refeição em cães não previamente alimentados com dietas de alimentos crus. Apesar de nenhum cão ficar doente, eles foram facilmente colonizados, ainda que apenas temporariamente e, portanto, havendo o risco de desenvolver a salmonelose.

Porém, Billinghamurst sugeriu que esses patógenos são inofensivos e excepcionalmente adaptados no trato intestinal canino. Não existem relatórios documentando salmonelose clínica em cães alimentados com uma dieta de BARF, porém, quadros clínicos por *Salmonella* sp. são bem descritos em cães (Green, 1990; , LeJune & Hancock, 2001).

Segundo Rose et al. (2002), contaminação por *Salmonella* sp. foi identificada em amostras de carnes na incidência de 7,5% da carne bovina, de 44,6% da galinha e de 49,9% de peru.

A contaminação por *Salmonella* em animais de estimação é de extrema importância, pois eles podem ser uma fonte de infecção potencial para seres humanos, particularmente indivíduos de alto risco, como crianças, pessoas idosas e indivíduos imunocomprometidos (Weese et al., 2005).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e instalações

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Lavras, no Centro Experimental de Animais de Companhia (CENAC), pertencente ao Departamento de Zootecnia, em Lavras, MG, sul de Minas Gerais, nas coordenadas 21°14' S e 45°0' W, a 900 m de altitude e temperatura anual média de 19,4°C.

Na fase de adaptação dos períodos de digestibilidade, os animais foram alojados em boxes individuais compostos por área de solário e uma área coberta contendo comedouro suspenso giratório e bebedouros automáticos do tipo chupeta.

No período experimental de coleta de amostras, os animais foram alojados em gaiolas metabólicas com 0,85 m de largura por 0,7 m de profundidade e 0,7 m de altura, suspensas a 1,2 m do solo por estruturas de ferro providas de bebedouros e comedouros individuais.

#### 3.2 Animais e tratamentos experimentais

Foram utilizados 24 cães adultos da raça Beagle, com peso médio  $13,09 \pm (1,81)$  kg, todos saudáveis, previamente vacinados e vermifugados, identificados e distribuídos em blocos ao acaso, em dois períodos (blocos) experimentais consecutivos, com seis tratamentos e oito repetições por tratamento. Cada animal representou uma parcela experimental, totalizando 48 unidades experimentais.

A descrição dos tratamentos experimentais encontra-se na Tabela 8.

TABELA 8 Tratamentos experimentais.

<b>Tratamentos</b>	<b>Alimentos</b>
<b>1</b>	Ração seca comercial (superpremium)*
<b>2</b>	Ração úmida comercial (enlatada)
<b>3</b>	mix carne bovina cru*
<b>4</b>	mix de frango cru*
<b>5</b>	mix carne bovina cru* + aquecimento (3 minutos em forno de micro-ondas)
<b>6</b>	mix de frango cru* + aquecimento (3 minutos em forno de micro-ondas)

\* Produtos comerciais fornecidos pela empresa Pet Organic Ltda.

Os tratamentos 1 e 2 eram constituídos de rações comerciais processadas, e os tratamentos 3, 4, 5 e 6 de alimentos naturais, sendo o 5 e o 6 constituídos dos mesmos alimentos dos tratamentos 3 e 4, respectivamente, porém, com acréscimo de aquecimento térmico em forno de micro-ondas, por 3 minutos.

Os alimentos naturais eram armazenados em embalagens individuais com peso líquido de 500 g/embalagem e acondicionados em freezer congelados. As composições e os níveis de garantias dos tratamentos experimentais estão demonstrados na Tabela 9.

TABELA 9 Níveis de garantia e composição das dietas experimentais com base na matéria natural.

Níveis nutricionais MN (%)	Alimentos			
	Ração seca	Ração úmida	Mix carne bovina	Mix de frango
Umidade (max.)	10	80,00	75,0	73,0
Proteína bruta (min.)	25	8,00	10,0	11,0
Extrato etéreo (min.)	16	4,00	8,0	9,0
Fibra bruta (max.)	5,0	1,5	1,2	1,2
Matéria mineral (max.)	8,4	2,5	2,4	2,2
Cálcio (max.)	1,28	0,4	0,4	0,40
Fósforo (mín.)	0,74	0,2	0,3	0,35
Composição básica				
<b>Ração seca</b>	Carne de frango, farinha de subproduto de frango, farinha de milho, trigo integral moído, sorgo integral moído, farinha de peixe, gordura de frango, cevada, polpa de beterraba, hidrolisado de frango, levedura seca de cervejaria, ovo desidratado, cloreto de sódio (sal comum), vitamina E, betacaroteno, essência de alecrim, premix mineral-vitamínico-aminoácido.			
<b>Ração úmida</b>	Água, carne de frango, miúdos de bovinos, miúdos de aves, miúdos de suínos, cloreto de sódio (sal comum), carragena, premix vitamínico e mineral.			
<b>Mix carne bovina</b>	Músculo bovino cru, fígado boi cru, cenoura crua, tomate cru, ovo integral cozido, abóbora crua, beterraba crua, abobrinha crua, semente de linhaça, óleo de soja refinado, óleo de peixe, óleo de canola, couve-flor crua, brócolis cru, fosfato bicálcio, algas calcáreas, alfafa desidratada, levedura de cervejaria ativa ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> – probiótico natural), vinagre de uva, salsinha fresca, cloreto de sódio (sal comum), alecrim fresco, minerais quelatados (manganês, zinco e selênio)			
<b>Mix de frango</b>	Peito de frango, sobrecoxa de frango, pé de frango moído, pescoço de frango moído, cenoura crua, fígado frango, beterraba crua, abóbora crua, tomate cru, alfafa desidratada, levedura de cervejaria ativa ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> – probiótico natural), abobrinha crua, couve-flor crua, brócolis cru, semente de linhaça, óleo de peixe, vinagre de uva, óleo de canola, salsinha fresca, cloreto de sódio (sal comum), alecrim fresco, minerais quelatados (manganês, zinco e selênio)			

Os níveis de garantia das dietas experimentais na matéria seca (MS) analisada estão demonstrados na Tabela 10.

TABELA 10 Níveis de garantia das seis dietas experimentais na matéria seca analisada.

Níveis de garantia (%)	TRATAMENTOS					
	1	2	3	4	5	6
	Ração seca	Ração úmida	Mix carne cru*	Mix frango cru*	Mix carne aquecido*	Mix frango aquecido*
Umidade (max.)	4,6	78,68	75,24	73,0	72,71	71,47
Proteína bruta (min.)	26,8	43,93	43,88	45,2	41,05	44,25
Extrato etéreo (min.)	18,5	30,0	37,89	42,9	38,34	39,22
Matéria fibrosa (max.)	3,23	0,63	1,52	2,77	1,81	0,97
Matéria mineral (max.)	6,84	8,38	9,04	8,72	8,78	8,94
ENN <sup>1</sup> MS	44,63	17,06	7,67	0,41	10,02	6,62
Energia bruta (kcal/kg)	4809,27	5534,38	5490,25	5738,37	5696,88	5556,05

\*Alimentos comerciais naturais devidamente formulados, balanceados e equilibrados para cães adultos saudáveis.

<sup>1</sup> ENN= extrativo não nitrogenado; MS = matéria seca; ENNMS = 100 - ( %proteína bruta + %extrato etéreo + %matéria fibrosa + % matéria mineral).

Os alimentos naturais crus eram descongelados em ambiente higienizado, à temperatura ambiente, por 24 horas. Para os tratamentos 5 e 6, os alimentos eram colocados em forno de micro-ondas modelo Brastemp 30L BMS35 Maxi Branco 110 voltz, frequência 60 hertz e potência 900 wattz, por 3 minutos, utilizando a função: mais 30 segundos. O cozimento dos alimentos desses tratamentos era feito nas próprias embalagens de origem. Após esse procedimento, os alimentos eram retirados do forno de micro-ondas, pesados e distribuídos para os devidos animais experimentais de cada tratamento. Os alimentos eram fornecidos à temperatura ambiente para todos os tratamentos experimentais, no mesmo horário. Para evitar a contaminação dos alimentos, os comedouros utilizados foram todos identificados individualmente e higienizados diariamente, assim como o material para o manuseio das dietas, que também

foram individualizados, evitando qualquer tipo de contaminação cruzada entre as dietas. Luvas de procedimento descartáveis foram utilizadas para evitar a contaminação dos alimentos. Após o uso, as luvas eram descartadas em sacos plásticos. Esses procedimentos foram utilizados durante todo o período do experimento (fase de adaptação e coleta).

### **3.3 Período pré-experimental e período experimental**

O período pré-experimental teve duração total de 10 dias, para a medição do pH urinário inicial, antes da instalação do experimento, quando todos os animais foram alimentados com uma dieta seca extrusada comercial padrão. O período experimental teve duração total de 22 dias, divididos em dois períodos de 11 dias cada, para a digestibilidade e a coleta de amostras. Neste caso, cada período foi composto por uma fase de adaptação de cinco dias aos tratamentos experimentais e uma fase de coleta com duração de cinco dias para a digestibilidade (coleta de fezes e urina) e medição de pH urinário final após a instalação do experimento, seguindo o protocolo para teste de digestibilidade e pH urinário, disponibilizados no Manual PIQ PET, da ANFAL (2008), e um dia adicional para cada período, quando foram realizadas a coleta de sangue, para as análises dos parâmetros sanguíneos, no primeiro período, e as coletas de amostras de fezes e alimentos dos comedouros de todos os animais para análise de *Salmonella* e nitrogênio amoniacal nas fezes, no segundo período, para posteriores análises.

### **3.3.1 Medição do pH urinário inicial (antes dos tratamentos experimentais)**

Para a medição do pH urinário inicial, todos os animais receberam uma dieta comercial seca extrusada, utilizada como dieta padrão. A quantidade de alimento fornecida a cada animal foi estabelecida de acordo com suas necessidades energéticas diárias de manutenção, em kcal/dia, de acordo com o NRC (2006), utilizando a fórmula  $110 \times (PV)^{0,75}$ , seguida do protocolo para teste de pH urinário, disponibilizado no Manual PIQ PET, da ANFAL (2008). Utilizou-se um período de dez dias, sendo sete para a adaptação dos animais à dieta padrão e três dias de coleta de urina, totalizando 72 horas. A urina foi colhida em recipientes imersos em gelo, sob o funil coletor de urina e acoplado em cada gaiola metabólica de forma individual, e posteriormente resfriada em geladeira. A produção urinária individual de cada animal, em intervalo de 24 horas, foi homogeneizada, seu volume quantificado e o pH e a densidade determinados com peagâmetro digital.

### **3.3.2 Coleta de amostras para a digestibilidade e pH urinário final**

Para a digestibilidade, as dietas fornecidas foram pesadas diariamente e as sobras eventuais pesadas durante o período de coleta e para os tratamentos 2, 3, 4, 5 e 6 identificadas e armazenadas, para posterior análise de matéria seca em laboratório, de maneira a permitir o controle do consumo diário das seis dietas experimentais, o qual era obtido pela diferença entre o fornecido e a sobra. A quantidade de alimento fornecida a cada animal foi estabelecida de acordo com suas necessidades energéticas diárias de manutenção, em kcal/dia, de acordo com o NRC (2006), utilizando a fórmula  $110 \times (PV)^{0,75}$ . A quantidade total de alimento para cada animal foi fornecida em refeição única e diária, sempre às 9 horas da manhã de cada dia.

Durante os cinco dias de coleta de cada período experimental, foram realizadas as coletas de fezes e urina. Para a coleta de urina para a digestibilidade, nos dois primeiros dias desta fase, a urina foi coletada utilizando-se baldes plásticos adaptados ao fundo das bandejas coletoras das gaiolas metabólicas. Para a conservação da urina, diariamente, foi adicionado aos baldes coletores 1,0 mL de ácido sulfúrico a 1 Eq./L/dia e, nos três últimos dias da fase de coleta, a urina foi colhida em recipientes imersos em gelo sob o funil coletor de urina e acoplado em cada gaiola metabólica e, posteriormente, resfriada em geladeira. A produção urinária individual de cada animal em intervalo de 24 horas foi homogeneizada e seu volume quantificado e o pH e a densidade determinados com peagâmetro digital. Esta urina, posteriormente, era acrescida de 1 mL de ácido sulfúrico a 1 Eq./L e armazenada em garrafas pets e acondicionada em freezer, a -20°C, para posterior análise. Esse procedimento foi utilizado nos dois períodos experimentais para a determinação do pH urinário e as análises necessárias para a obtenção da digestibilidade de nutrientes e o cálculo das energias digestível e metabolizável. Após descongelamento, os volumes totais de urina para cada animal foram medidos e anotados. Da mesma forma, as fezes foram coletadas, guardadas em sacos plásticos devidamente identificados por animal e tratamento e armazenadas em freezer, à temperatura de -20° C. Após o período de coleta, as amostras de fezes foram descongeladas em temperatura ambiente (aproximadamente 12 horas), homogeneizadas e colocadas em bandejas de alumínio, com peso conhecido, pesadas e, em seguida, colocadas em estufa de ventilação forçada (65°C), por 72 horas. Após atingirem equilíbrio com a temperatura ambiente, foram pesadas novamente e moídas em moinho de Thomas-Wiley, utilizando peneira de 1 mm e acondicionadas em recipientes plásticos, para posterior análise.

### **3.3.3 Coleta de amostras sanguíneas e análises**

As amostras de sangue foram colhidas no último dia do primeiro período experimental (décimo primeiro dia, dia adicional ao período utilizado para a digestibilidade). Os animais foram mantidos em jejum de doze horas, a partir da última alimentação. Foram coletadas amostras de sangue da veia jugular de quatro animais de cada tratamento, em tubos coletores esterilizados e, posteriormente, enviadas em caixa de isopor devidamente refrigerada para o Laboratório In Vitro, em Lavras, MG, onde foram realizadas as análises.

### **3.3.4 Coleta de amostras para *Salmonella* e análise**

As amostras das dietas, dos alimentos dos comedouros e de fezes dos 24 animais, do primeiro período experimental, foram coletadas no décimo primeiro dia e acondicionadas em potes plásticos esterilizados e posteriormente enviadas para o laboratório M. Cassab, em São Paulo, SP, para análise, de acordo com AOAC Internacional (FDA, 1992). Para amostragem dos alimentos dos comedouros, o alimento foi colocado de maneira individual e deixado até que cada animal consumisse cerca de 70% do alimento disponibilizado. Os comedouros eram, então, retirados, anotada a hora e permaneciam em repouso por duas horas. Após este período, as amostras foram acondicionadas em potes plásticos esterilizados, identificados individualmente, por nome do animal, tratamento e posteriormente enviados ao laboratório para análise.

### **3.3.5 Coleta de amostras para nitrogênio amoniacal e análise**

A coleta das amostras de fezes, para a determinação do nitrogênio amoniacal, foi realizada no décimo primeiro dia do segundo período experimental, quando os animais foram retirados das gaiolas e colocados no chão de cada box individual, devidamente limpo, para a defecação instantânea sob ato condicionado e a coleta imediata. As amostras foram colocadas em sacos

plásticos, identificadas individualmente e imediatamente congeladas, para posterior análise no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Lavras, seguindo metodologia por destilação adaptada de Silva & Queiroz (2002).

### 3.3.6 Escore fecal

Durante todo o período de coleta, para a determinação dos coeficientes de digestibilidade, foi realizada a avaliação do escore fecal. Os escores fecais foram realizados de forma individual diariamente, conforme escala adaptada de Parreira (2003) (Tabela 11).

TABELA 11 Escore fecal de acordo com a consistência e aspectos das amostras recolhidas durante o período de determinação dos coeficientes de digestibilidade das dietas experimentais.

<b>Escore</b>	<b>Características</b>
<b>1</b>	Fezes líquidas, diarreia
<b>2</b>	Fezes macias, sem forma definida.
<b>3</b>	Fezes macias, bem formadas e úmidas
<b>4</b>	Fezes duras, secas, firmes e bem formadas.
<b>5</b>	Fezes muito duras e ressecadas.

Fonte: Adaptado de Parreira (2003).

### 3.4 Análises bromatológicas

As análises bromatológicas das seis dietas experimentais, fezes e urina, foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, de acordo com Silva e Queiroz (2002).

Para a avaliação da digestibilidade aparente das dietas experimentais, foram determinados os níveis de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo em hidrólise ácida (EEHA) e energia nas amostras de dietas e fezes, 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 seca (MS) (alimento e fezes): obtida em estufa, a 105°C, por 24 horas;
- energia bruta (EB) (alimento, urina e fezes): 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;
- extrato e etéreo por hidrólise ácida (EEHA) (alimentos A e B e fezes dos respectivos tratamentos): a determinação do teor de extrato etéreo das amostras foi feita por hidrólise ácida, segundo recomendações do AOAC (1995) e extrato etéreo (EE) (alimentos C, D e fezes dos respectivos tratamentos), pelo método convencional.

### **3.5 Parâmetros avaliados**

- Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), extrato etéreo (CDAEE), energia bruta (CDAEB), em porcentagem (%), energia digestível (ED) e metabolizável (EM), em kcal/kg, em base na matéria seca (MS).
- Escore fecal.
- pH urinário inicial (antes da instalação dos tratamentos experimentais) e pH final (após a instalação dos tratamentos experimentais).
- Nitrogênio amoniacal das fezes.

- Parâmetros sanguíneos: concentrações plasmáticas de ureia, creatinina, triglicerídeos, colesterol, lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), lipoproteína de alta densidade (HDL) e lipoproteína de baixa densidade (LDL), em mg/dL.
- Contaminantes biológicos (*Salmonella* sp., clostrídio sulfito redutor e coliformes fecais) nas dietas experimentais.
- Presença ou ausência de *Salmonella* sp., em 25 g, nas amostras de alimentos dos comedouros e nas fezes dos animais submetidos ao experimento.

### 3.6 Delineamento experimental e análises estatísticas

O experimento foi instalado segundo um delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos repetidos quatro vezes em cada um dos dois blocos (períodos), totalizando 48 unidades experimentais, para todos os parâmetros avaliados, com exceção dos parâmetros sanguíneos, presença ou ausência de *Salmonella* sp. nas fezes e amostras dos alimentos dos comedouros e nitrogênio amoniacal (quatro animais por tratamento, totalizando 24 unidades experimentais). As análises estatísticas foram realizadas utilizando do software R (2008). Para os parâmetros sanguíneos e de digestibilidade utilizou-se o teste F, para verificar a diferença entre os tratamentos e o teste de Scott-Knott com significância a 5% de probabilidade, para comparação de médias. Para verificar as pressuposições da análise de variância foram realizados o teste de Shapiro-Wilk para normalidade dos erros e do teste de Barlett para verificar a homogeneidade de variâncias, quando verificado a falta de um deste pressuposto utilizou-se a transformação adequada. Os dados de presença e ausência de *Salmonella* caracterizam-se por apresentar distribuição binomial (presença ou ausência da característica) sendo utilizada como preditor linear ( $\eta$ ) a uma função de ligação logística. Para o escore fecal utilizou-se a análise de variância

não-paramétrica por meio do teste de Kruskal-Wallis, por este se tratar de uma nota qualitativa. Para a variável pH urinário foi realizada a análise de covariância (ANCOVA) e o teste de Scott-Knott para comparação de médias, como covariável utilizou-se os valores de pH urinário antes da aplicação dos tratamentos experimentais.

### 3.6.1 Modelos Estatísticos

1. Modelo estatístico para análise de variância dos parâmetros sanguíneos e os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB EE, EB, energia digestível e metabolizável em kcal/kg, nitrogênio amoniacal em % é dado por:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

$Y_{ijk}$  é o valor da variável dependente da parcela submetida ao i-ésimo tratamento no j-ésimo bloco e k-ésima repetição no bloco;

$\mu$  é a constante inerente a todas as observação;

$T_i$  é o efeito do i-ésimo tratamento, com  $i = 1, \dots, 6$ ;

$B_j$  é o efeito do j-ésimo bloco, com  $j = 1$  e  $2$ ;

$\varepsilon_{ijk}$  é o erro experimental associado à parcela submetida ao i-ésimo nível do tratamento no j-ésimo bloco e k-ésima repetição no bloco, considerado aleatório, independente e identicamente distribuído de uma Normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

2. Modelo estatístico para análise de covariância pH urinário é dado por:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \alpha (X_{ijk} - \bar{X}_{...}) + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

$Y_{ij}$  é o valor da variável dependente da parcela submetida ao i-ésimo tratamento na k-ésima repetição;

$\mu$  é a constante inerente a todas as observações;

$T_i$  é o efeito do i-ésimo tratamento, com  $i = 1, \dots, 6$ ;

$B_j$  é o efeito do j-ésimo bloco, com  $j = 1$  e  $2$ ;

$\alpha$  é o coeficiente de regressão linear entre as variáveis mensuradas antes (X) e após (Y) a instalação do experimento;

$X_{ijk}$  é o valor da variável mensurada antes da instalação do experimento e que corresponde ao i-ésimo nível do tratamento no j-ésimo bloco e k-ésima repetição no bloco;

$\bar{X}_{...}$  é o valor médio da variável mensurada antes da instalação do experimento;

$\varepsilon_{ijk}$  é o erro experimental associado à parcela submetida ao i-ésimo nível do tratamento no j-ésimo bloco e k-ésima repetição no bloco, considerado aleatório, independente e identicamente distribuído de uma Normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

3. Modelo estatístico para análise de deviance presença e ausência de *Salmonella* sp.

Os dados de presença e ausência de *Salmonella* sp. caracterizam-se por apresentar distribuição binomial (presença ou ausência da característica) sendo utilizada como preditor linear ( $\eta$ ) a função de ligação logística, dada por:

$$\eta = \ln \left( \frac{\mu_i}{1 - \mu_i} \right)$$

Em que:

$\mu_i$ : O preditor linear foi caracterizado por um modelo de acordo com o delineamento experimental, dado por:

$$\eta = \mu + T_i$$

Em que:

$\mu$  é a constante inerente a todas as observação;

$T_i$  é o efeito do i-ésimo tratamento, com  $i = 1, \dots, 6$ ;

### 3.7 Metodologia de cálculos

Os cálculos para a obtenção dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), extrato etéreo (CDAEE), da energia bruta (CDAEB) em percentagem (%), energia digestível (ED) e metabolizável (EM) em kcal/kg em base na matéria seca (MS) estão demonstrados a seguir:

Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS):

$$CDAMS = [(a-b)/a] \times 100$$

Em que:

a = consumo de alimento na matéria seca;

b = fezes excretadas na matéria seca.

Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes na matéria seca (CADPBMS; CDAEEMS, CDAEBMS):

$$CDA \text{ nutriente MS} = \{[(a \times b) - (c \times d)] / (a \times b)\} \times 100$$

Em que:

a = consumo de alimento na matéria seca;  
b = % do nutriente no alimento;  
c = quantidade excretada de fezes na matéria seca;  
d = % do nutriente nas fezes.

Energia metabolizável aparente (EMA):

$$\text{EMA} = (a \times e) - ((b \times h) + (f \times g))$$

Em que:

a = consumo de ração na matéria seca  
e = energia bruta da ração na matéria seca;  
b = excreção fecal na matéria seca;  
h = energia bruta das fezes na matéria seca;  
f = energia bruta da urina;  
g = volume total de urina.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Coeficientes de digestibilidade aparente das dietas experimentais

Os valores de coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), extrato etéreo (CDAEE), da energia bruta (CDAEB), em percentagem (%) em base na matéria seca (MS), de todos os tratamentos experimentais, encontram-se a seguir na Tabela 12.

TABELA 12 Valores médios e seus respectivos desvios padrões dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB), extrato etéreo (CDAEE), da energia bruta (CDAEB), em percentagem (%), em base na matéria seca (MS), segundo os tratamentos estudados.

TRATAMENTOS	VALORES MÉDIOS <sup>1</sup>			
	CDAMS	CDAPB	CDAEE	CDAEB
(1) Ração seca	83,33(±2,45)B	82,17(±3,96)C	93,64(±0,68)B	86,53(±1,49)C
(2) Ração úmida	87,33(±0,76)A	90,39(±1,95)B	93,77(±0,92)B	90,80(±0,57)B
(3) Mix carne cru	83,70(±2,84)B	92,98(±1,10)A	94,19(±1,18)B	91,19(±1,60)B
(4) Mix frango cru	85,76(±2,33)A	93,79(±1,31)A	96,16(±0,53)A	93,53(±1,03)A
(5) Mix carne aquecido	86,17(±2,04)A	93,90(±1,28)A	95,12(±0,77)A	93,13(±1,27)A
(6) Mix frango aquecido	87,07(±5,00)A	93,83(±2,77)A	96,00(±1,55)A	93,72(±2,54)A
Média	85,56	91,18	94,81	91,48
CV (%)	3,38	2,54	1,02	1,68
Erro-padrão	1,03	0,82	0,34	0,54

<sup>1</sup>Médias seguidas de letra distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-knott a um nível nominal de significância de 5%.

Para matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo estipulados pela Anfal-Pet, os tratamentos com alimentos naturais demonstraram valor nutricional semelhante ou superior ao dos alimentos classificados como superpremium, pois todos apresentaram os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes citados anteriormente de 80%, 80% e 90%, respectivamente, o que é exigido

pela Anfal-Pet, na classificação de alimentos completos industrializados para cães.

Para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca, os alimentos ração úmida, mix de frango cru, mix de carne aquecido e mix de frango aquecido apresentaram os maiores valores, respectivamente, de 87,33%, 85,765%, 86,17% e 87,07% ( $P < 0,05$ ).

Dos seis alimentos testados, os maiores valores de coeficientes de digestibilidade aparente da proteína foram para os alimentos: mix de carne cru (92,98%), mix de frango cru (93,79%), mix de carne aquecido (93,90%) e mix de frango aquecido (93,83%) ( $P < 0,05$ ). Já para os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo (CDAEE) e para energia bruta (CDAEB), os alimentos mix de frango cru, mix de carne aquecido e mix de frango aquecido apresentaram os maiores valores, de 96,6%, 95,12% e 96,00%, para o CDAEE e de 93,53%, 93,13% e 93,72% para a energia bruta (CDAEB), respectivamente ( $P < 0,05$ ). De acordo com Neirinck et al. (1991), os maiores CDAMS e CDAPB e CADEE foram obtidos com fontes proteicas de origem animal na forma crua para cães, sendo de 90,36%, 91,21% e 96,79%, respectivamente. Já Hackenburger & Atkinson (1983), trabalhando com dietas baseadas em carne crua para tigres, obtiveram coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, energia e proteína variando de 86% a 98%, de 91% a 98% e de 92% a 98%, respectivamente, semelhantes aos dados do presente estudo. Para o CDEB, os valores encontrados no presente estudo para os alimentos naturais (tratamentos 3, 4, 5 e 6) foram superiores ou semelhantes aos encontrados por José (2008) em alimentos secos extrusados superprêmio, que variaram de 87,75% a 91,35%.

O CDAPB da ração úmida foi inferior a dos alimentos naturais ( $P < 0,05$ ), possivelmente devido a utilização de subprodutos proteicos de origem animal, diferentemente dos alimentos naturais compostos por ingredientes proteicos destinados ao consumo humano com maior valor biológico da proteína.

## 4.2 Energia digestível e energia metabolizável

Os valores obtidos para energia digestível aparente (EDA) e energia metabolizável aparente (EMA) na matéria seca, em kcal/kg, encontram-se na Tabela 13.

TABELA 13 Valores médios e seus respectivos desvios padrões obtidos para energia digestível aparente (EDA) e energia metabolizável aparente (EMA) na matéria seca, em kcal/kg.

TRATAMENTOS	VALORES MÉDIOS <sup>1</sup>	
	EDA	EMA
(1) Ração seca	4161,34(±71,83)D	3652,90(±177,81)B
(2) Ração úmida	5025,23(±31,72)C	4144,15(±298,94)A
(3) Mix carne cru	5006,52(±87,69)C	3865,21(±410,17)B
(4) Mix frango cru	5367,29(±58,81)A	4133,23(±172,91)A
(5) Mix carne aquecido	5305,45(±72,24)A	4253,34(±323,54)A
(6) Mix frango aquecido	5207,01(±141,31)B	4264,78(±660,09)A
Média	5012,14	4052,27
CV (%)	1,67	7,82
Erro-padrão	29,63	111,98

<sup>1</sup>Médias seguidas de letra distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-knott a um nível nominal de significância de 5%.

Os maiores valores de EDA foram determinados para os alimentos mix frango cru e mix carne aquecido, com valores de 5.367,29 e 5.305,45 kcal/kg, respectivamente ( $P < 0,05$ ). Para a EMA, os alimentos ração úmida, mix frango cru, mix carne aquecido e mix frango aquecido apresentaram os maiores valores, de 4.144,15, 4.133,23, 4.253,34 e 4264,78 kcal/kg, respectivamente. Os valores de EDA para os alimentos naturais, tratamentos 3, 4, 5 e 6, juntamente com o tratamento 2 (ração úmida comercial) encontrados neste estudo foram superiores aos encontrados por José (2009). Este autor, trabalhando com alimentos secos extrusados para cães classificados como padrão, prêmio e superprêmio, verificou

que, na categoria superprêmio, os alimentos apresentaram EDA variando de 4.295,34 a 4.421,83 kcal/kg. Já para a EMA, o valor médio encontrado pelo mesmo autor nas categorias de alimentos avaliados (padrão e prêmio) foi de  $3.511 \pm 476$  kcal/kg. Os valores dos alimentos testados no presente estudo foram superiores a estes e os alimentos naturais apresentaram valores de EMA de 3.865,21 a 4.264,78 kcal/kg.

### 4.3 Escore fecal

Os valores médios de escore fecal obtidos durante a determinação dos coeficientes de digestibilidade encontram-se na Tabela 14.

TABELA 14 Escore fecal médio, de acordo com a consistência e o aspecto das amostras de fezes recolhidas durante os períodos do teste de digestibilidade dos alimentos testados para cães adultos.

TRATAMENTOS	ESCORE FECAL
	Média <sup>1</sup>
(1) Ração seca	3,00C
(2) Ração úmida	2,62D
(3) Mix carne cru	3,00C
(4) Mix frango cru	4,00B
(5) Mix carne aquecido	3,00C
(6) Mix frango aquecido	4,38A

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a um nível nominal de significância de 5%.

Os alimentos ração seca, mix carne cru, mix carne aquecido apresentaram escore fecal médio 3, fezes macias bem formadas e úmidas, consideradas ideais para a saúde do intestino. De acordo com Zentek et al. (2002), dietas secas proporcionam melhor resultado se comparada a dietas enlatadas. Porém, dietas com base nos alimentos naturais, como nos tratamentos 3 e 5, que contêm, em média, 73% de umidade, também apresentaram melhor

escore fecal, assim como a ração seca. Isto sugere que somente o teor de umidade não é efetivo para avaliar a influência do conteúdo de umidade da dieta na qualidade fecal, de acordo com Zentek (1995), e que fatores potenciais para as mudanças na qualidade fecal são a quantidade e o tipo de proteína dietética, conteúdo de umidade e agentes geleficantes.

As dietas naturais à base de frango apresentaram os escores fecais mais altos, com a produção de fezes secas e duras, podendo comprometer a saúde do trato gastrintestinal. Segundo Felix (2009) fezes muito ressecadas e duras, apesar de facilitar a higienização do ambiente, predis põem a retenção fecal e podem resultar em distúrbios intestinais e o prolongamento da permanência das fezes no intestino grosso que permite maior tempo de fermentação da fração protéica não digerida e, por conseguinte, maior exposição da mucosa intestinal a compostos putrefativos tóxicos. Portanto, a qualidade das proteínas é um fator importante na formulação de dietas, a fim de promover a saúde intestinal dos animais e a produção de fezes com escore “ideal”.

#### **4.4 Nitrogênio amoniacal**

Os valores de nitrogênio amoniacal nas fezes de todos os tratamentos encontram-se na Tabela 15.

TABELA 15 Valores médios e respectivos desvios padrões para nitrogênio amoniacal das fezes, em g/100g, dos animais submetidos às dietas experimentais em estudo.

TRATAMENTOS	Valores médios <sup>1</sup>
	N amoniacal (g/100g)
(1) Ração seca	0,415(0,057)B
(2) Ração úmida	1,018(0,125)A
(3) Mix carne cru	0,465(0,136)B
(4) Mix frango cru	0,375(0,070)B
(5) Mix carne aquecido	0,350(0,132)B
(6) Mix frango aquecido	0,378(0,096)B
<b>Média</b>	0,50
<b>CV (%)</b>	21,42
<b>Erro-padrão</b>	0,05

<sup>1</sup>Médias seguidas de letra distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a um nível nominal de significância de 5%.

Houve diferença significativa entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ). A ração úmida apresentou o maior valor para o nitrogênio amoniacal, em relação aos demais tratamentos. Aquino (2009) relatou resultados semelhantes ao deste estudo, tendo encontrado teor de nitrogênio amoniacal nas fezes de 0,82 (% mg), em gatos alimentados com uma dieta úmida enlatada com 34% PB na MS. De acordo com Zentek (1995), cães alimentados com dieta à base de carne e ossos apresentaram maiores concentrações de sulfeto de hidrogênio do que os alimentados com uma dieta à base de soja, sugerindo que as dietas contendo só proteína de carne podem resultar em mais flatulência que aquelas com misturas de origem animal e fontes de proteína vegetal. Isto, provavelmente, se deve ao desequilíbrio de aminoácidos e a um excesso de aminoácidos sulfurados em relação às necessidades do corpo por dietas de alta proteína de carne.

#### 4.5 pH urinário

Os valores médios de pH urinário final, em função dos tratamentos estudados, estão demonstrados na Tabela 16.

TABELA 16 Valores médios do pH urinário final e em função dos tratamentos estudados.

TRATAMENTOS	Valores médios <sup>1</sup>
	pH urinário
(1) Ração seca	6,09C
(2) Ração úmida	5,80D
(3) Mix carne cru	6,58B
(4) Mix frango cru	6,37B
(5) Mix carne aquecido	6,83A
(6) Mix frango aquecido	6,44B
Erro-padrão	0,11

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a um nível nominal de significância de 5%.

Os maiores valores de pH urinário final foram verificados para os alimentos mix carne aquecido, mix frango aquecido, mix de carne cru e mix frango cru, de 6,83; 6,44; 6,58 e 6,37, respectivamente ( $P < 0,05$ ), os quais, porém, não sofreram influência da covariável pH urinário inicial. De acordo com Osborne et al. (2000), alimentos para cães coma finalidade de prevenir urólitos de estruvita devem levar à produção de urina com pH entre 6,2 e 6,4. Em relação aos urólitos de oxalato de cálcio, as dietas de prevenção devem manter o pH urinário entre 6,6 e 6,8 (Kruger & Allen, 2000). O mesmo valor de pH mais baixo para a dieta úmida enlatada no tratamento 2 foi verificado em experimento com gatos relatado por Case et al. (1998). Estes animais apresentaram pH de 5,82, quase exatamente o mesmo valor encontrado neste experimento para cães adultos, que foi de 5,80. De acordo com Zentek & Schulz (2004), a quantidade e

a fonte de proteína têm papel importante na determinação do pH, pois maior excreção de nitrogênio conduzirá à maior acidificação do pH urinário.

#### 4.6 Parâmetros sanguíneos

Os valores mensurados para as concentrações plasmáticas de ureia, creatinina (CRE.), triglicerídeos (TAG), colesterol (COL.), lipoproteína de baixa densidade (VLDL), lipoproteína de alta densidade (HDL) e lipoproteína de baixa densidade (LDL), em mg/dL, dos cães que receberam os alimentos testados, encontram-se na Tabela 17.

TABELA 17 Valores mensurados para as concentrações plasmáticas de ureia, creatinina (CRE.), triglicerídeos (TAG), colesterol (COL.), lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL), lipoproteína de alta densidade (HDL) e lipoproteína de baixa densidade (LDL), em mg/dL, dos cães que receberam os alimentos testes.

TRATAMENTO	VALORES MÉDIOS <sup>1</sup>						
	CRE.	UREIA	TAG	COL.	VLDL	HDL	LDL
(1) Ração seca	0,80	38,75	143,25A	196,50	28,65A	132,00	51,83
(2) Ração úmida	0,73	47,50	37,25B	212,75	7,45B	123,75	81,55
(3) Mix carne cru	0,68	44,00	47,50B	142,75	9,50B	84,75	48,50
(4) Mix frango cru	0,70	41,25	35,50B	171,75	7,10B	104,75	59,90
(5) Mix carne aquecido	0,65	45,75	44,50B	206,75	8,90B	118,63	79,23
(6) Mix frango aquecido	0,68	43,00	40,50B	174,75	8,10B	109,50	57,15
CV(%)	13,90	13,78	6,48	27,60	11,05	23,37	39,38
Erro-padrão	0,05	2,99	0,13	25,43	0,13	13,12	12,41

<sup>1</sup>Médias seguidas de letra distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a um nível nominal de significância de 5%.

Para os parâmetros sanguíneos, apenas as concentrações plasmáticas de lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL) e triglicerídeos apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (P<0,05).

Os níveis de triglicerídeos e de lipoproteína VLDL, em mg/dL, foram maiores para o alimento ração seca extrusado: cerca de 143,25 e 28,65 mg/dL, respectivamente. Isso pode ser explicado pela necessidade de quantidades adequadas de amido para que ocorram a correta extrusão e o beneficiamento da melhora na digestibilidade do mesmo, principalmente da fração de amilopectina, que tem maior capacidade de gelatinização responsável por uma maior digestibilidade do amido (Borges, 2002). Por ser mais facilmente degradada, a amilopectina proporciona maior fluxo de glicose para o fígado, que a converte em ácidos graxos para serem armazenados no tecido adiposo (Denardin et al., 2007).

No jejum ocorre uma mobilização das reservas corporais de tecido adiposo, de acordo com Sousa et al. (2004) as VLDL que são sintetizadas no fígado possuem importante substrato para sua formação como os ácidos graxos sintetizados no próprio fígado ou derivados de remanescentes das lipoproteínas, de forma que estas lipoproteínas são produzidas quase que continuamente de modo que na condição de jejum, realizam parte do transporte de triglicerídeos plasmáticos.

Para os valores de creatinina e ureia não houve diferença significativa entre os tratamentos ( $P>0,05$ ). As mudanças dietéticas não alteram os níveis de creatinina plasmática, pois, estes níveis em cães adultos aumentam com o aumento do peso corporal (van der Brom & Bienwega, 1981; Médaille et al., 2004).

#### 4.7 Contaminantes biológicos das dietas experimentais, alimentos dos comedouros e fezes

Para as amostras das seis dietas experimentais, foram realizadas análises de *Salmonella* sp. (presença ou ausência), clostrídio sulfito redutor (NMP/g) e coliformes fecais (UFC/g) (Tabela 18).

TABELA 18 Análises das seis dietas experimentais para *Salmonella* sp. (presença ou ausência), clostrídio sulfito redutor (NMP/g) e coliformes fecais (UFC/g).

TRATAMENTOS	Contaminantes biológicos		
	Salmonella presença em 25 g	Clostrídio sulfito reductor (NMP/g)	Coliformes fecais (UFC/g)
(1) Ração seca	ausente	<10,00	>2400,00
(2) Ração úmida	presente	5,0 x 10 <sup>1</sup>	>1000,00
(3) Mix carne cru	presente	2,3 x 10 <sup>2</sup>	>2400,00
(4) Mix frango cru	presente	1,6 x 10 <sup>2</sup>	>1000,00
(5) Mix carne aquecido	presente	<10,00	680
(6) Mix frango aquecido	presente	1,0 x 10 <sup>1</sup>	<3,00

Segundo os limites de contaminantes biológicos estabelecidos pela Anfal-Pet (2008), nenhum dos alimentos atendeu a todos os limites satisfatórios para os contaminantes biológicos apresentados na Tabela 18. Para que os alimentos atingissem limites satisfatórios do produto final, teriam que apresentar para *Salmonella* ausente em 25 g; clostrídio sulfito reductor <10 NMP/g e coliformes fecais <10 UFC/g. Porém, somente o tratamento 1 (ração seca extrusada) apresentou limite satisfatório para *Salmonella* sp. e clostrídio sulfito

reductor. O tratamento 5 foi satisfatório para clostrídio sulfito reductor e o tratamento 6, para coliformes fecais. Existem limites de aceitabilidade e os tratamentos 2, 3 e 4 atenderam aos limites para clostrídio sulfito reductor na faixa de  $10-10^4$ ; o tratamento 5 apresentou limite de aceitabilidade para coliformes fecais na faixa de  $10$  a  $10^3$  e o tratamento 6, para clostrídio sulfito reductor.

Verificou-se que o tempo e a temperatura de cozimento não foram efetivos para a eliminação da *Salmonella* sp. das amostras dos alimentos naturais.

Para a análise das amostras dos alimentos dos comedouros e fezes de todos os animais para *Salmonella* sp., os resultados encontram-se na Tabela 19.

TABELA 19 Proporção para presença ou ausência de *Salmonella* nas amostras de fezes e de alimentos dos comedouros de todos os animais, segundo os tratamentos estudados.

TRATAMENTO	PROPORÇÃO	
	Salmonela Comedouro	Salmonela Fezes
(1) Ração seca	0,0001	1,0000
(2) Ração úmida	1,0000	1,0000
(3) Mix carne cru	1,0000	1,0000
(4) Mix frango cru	1,0000	1,0000
(5) Mix carne aquecido	1,0000	1,0000
(6) Mix frango aquecido	1,0000	1,0000

A contaminação bacteriana de comedouros de alimentação de animais de estimação pode ser uma fonte de infecção potencial para seres humanos, particularmente indivíduos de alto risco, como crianças, pessoas idosas e indivíduos imunocomprometidos (Weese et. al. 2005). Na análise de *Salmonella* sp., em 25 g de amostra, todos os tratamentos (dietas) apresentaram positividade de 100%, exceto para a ração seca extrusada. O mesmo foi verificado na análise

de amostras dos alimentos dos comedouros de todos os animais. Dados semelhantes foram encontrados por Chengappa et al. (1993), em carne crua utilizada em dietas para galgos de corridas, com positividade de 70% de contaminação e por Joff & Schlesinger (2002), que isolaram *Salmonella* de 30% dos 10 cães alimentados com dieta caseira crua. Mas, para os 10 cães que foram alimentados com ração seca comercial, o resultado foi negativo para *Salmonella* e nenhum dos cães exibiu sinais clínicos de salmonelose.

Em um estudo, *Salmonella* sp. foi identificada em amostras de carnes na incidência de 7,5% da carne bovina, de 44,6% da galinha e de 49,9% de peru (Rose et al., 2002). A predominância elevada de contaminação da carne destinada ao consumo humano por *Salmonellas* sp. não deve ser utilizada como razão para não atentar ao significado de sua predominância em dietas cruas de animais de estimação, pois a carne para seres humanos é cozida antes da alimentação de forma efetiva (Weese et al., 2005). De acordo com Maier (2003), a temperatura mínima para a eliminação de *Salmonella* é de 80°C. Os tratamentos que sofreram tratamento térmico neste estudo, provavelmente, não atingiram esta temperatura no tempo de três minutos em forno de micro-ondas e, portanto, não foram efetivos na eliminação do patógeno. Porém, segundo Stawick (2003), muitas espécies diferentes de *Salmonella* existem, com uma vasta gama de resistência ao estresse térmico.

Para as amostras de fezes, como já mencionado (Tabela 20), todos os cães apresentaram positividade para salmonela, mesmo aqueles que receberam o tratamento 1 (ração seca extrusada). Estes achados estão de acordo com Guthrie (1991), citado por Chengappa et al. (1993). As salmonelas são habitantes naturais do trato intestinal de animais domésticos e selvagens e, de acordo com Joff & Schlesinger (2002), os sorotipos para as *Salmonellas* que colonizam o trato gastrintestinal e são expelidas nas fezes podem ser diferentes dos sorotipos presentes nos alimentos contaminados.

## 5 CONCLUSÃO

Os alimentos naturais apresentaram parâmetros de digestibilidade de nutrientes e qualidade fecal (score fecal e nitrogênio amoniacal) superiores ou semelhantes aos alimentos comerciais industrializados classificados como superpremium para cães adultos.

Os alimentos naturais podem ser utilizados como fontes de nutrientes de alta qualidade nutricional para cães adultos. Porém, o tempo de cozimento utilizado neste estudo não foi efetivo para a eliminação de *Salmonella* sp., sendo necessário, portanto, utilizar tratamentos térmicos mais efetivos.

Alimentos com teores de carboidratos elevados podem aumentar os níveis de triglicerídeos e de lipoproteínas de muito baixa densidade em cães adultos. O tipo de processamento do alimento é importante na qualidade do produto final.

## 6 REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDRICH, G. Ingredients with regulatory issues. In: KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. **Petfood technology**. Mt Morris: Watt, 2003. p. 157-162.

ALDRICH, G. **USA poultry meal: quality issues and concerns in pet foods**. Topeka: Pet Food & Ingredient Technology, 2009. Disponível em: <[http://www.petfoodindustry.com/uploadedFiles/Petfood\\_Industry/Petfood\\_Industry\\_Articles/0811PETeditQuality.pdf](http://www.petfoodindustry.com/uploadedFiles/Petfood_Industry/Petfood_Industry_Articles/0811PETeditQuality.pdf)>. Acesso em : 20 maio 2009.

ALVIN, A.; GORDON, W. Studies of urea, creatinine and ammonia excretion in dogs in acidosis. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 120, p. 103-113, Aug. 1937.

AMERICAN PET PRODUCT MANUFACTURERS ASSOCIATION. **Guidelines for the manufacturing of natural part treats for pets**. Arlington 2009. Disponível em: <[http://www.appma.org/lawlibrary\\_article.asp?topicp20](http://www.appma.org/lawlibrary_article.asp?topicp20)>. Acesso em: 3 fev. 2009.

AQUINO, A. A. **Extrato seco de parede de levedura em dietas para gatos adultos**. 2009. 171 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO. **Manual do programa integrado de qualidade pet**. 2. ed. São Paulo, 2008. 238p.

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS. Atlanta,GA. Official Publication. 2003.

BAUER, J. E. Comparative lipid and lipoprotein metabolism. **Veterinary Clinical Pathology**, Santa Barbara, v. 25, n. 2, p. 49-56, Feb. 1996.

BAUER, J. E. Lipoprotein-mediated transport of dietary and synthesized lipids and lipid abnormalities of dogs and cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 224, n. 5, p. 668-675, Apr. 2004.

BAZOLLI, R. S.; VASCONCELLOS, R. S.; BRUNETTO, M. A. Influence of particles size of corn, sorghum, and rice in extruded dog foods on diet digestibility and postprandial glucose response. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY OF VETERINARY AND COMPARATIVE NUTRITION, 11., 2007, Leipzig. **Proceedings...** Leipzig : Merkur Druck, 2007. p. 55-55.

BEDNAR, G. E.; MURRAY, S. M.; PATIL, A. R.; FLICKINGER, E. A.; MERCHEN, N. R.; FAHEY JÚNIOR, G. C. Selected animal and plant protein sources affect nutrient digestibility and fecal characteristics of ileally cannulated dogs. **Archives of Animal Nutrition**, Montreux, v. 53, n. 2, p. 127-140, 2000.

BELLAVER, C. Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001.

BERNE, M. R.; LEVY, M. N. **Fisiologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 1034p.

BILLINGHURST, I. Feeding the adult dog. In: \_\_\_\_\_. **Give your dog a bone**. Alexandria: Bridge, 1993. p. 265-280,

BJÖRCK, I.; GRANFELDT, Y.; LILJEBERG, H.; TOVAR, J.; ASP, N. P. Food properties affecting the digestion and absorption of carbohydrates. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 59, n. 3, p. 699S-705S, Mar.1994. Supplement.

BORGES, F. M. O. Utilização do sorgo em alimentos para animais de estimação. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2002, Uberlândia. **Anais...** Campinas: CBNA, 2002. p. 39-48.

BRAUN, J. P., LEFEBVRE, H. P., WATSON, A. D. J. Creatinine in the dog: a review. *Veterinary Clinical Pathology*, Santa Barbara, v. 32, n. 4, p. 162-179, 2003.

BRENNAN, C. S.; HARRIS, N.; SMITH, D.; SHEWRY, P. R. Structural differences in the mature endosperms of good and poor malting barley cultivars. **Journal of Cereal Science**, London, v. 24, n. 2, p. 171-177, 1996.

BULÉON, A.; COLONNA, P.; PLANCHOT, V.; BALL, S. Starch granules: structure and biosynthesis. **International Journal of Biological Macromolecules**, Guildford, v. 23, n. 2, p. 85-112, Aug. 1998.

CARAWAY, C. T.; SCOTT, A. E.; ROBERTS, N. C.; HAUSER, G. H. Salmonellosis in sentry dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 16, n.135, p.599-602, Dec. 1959.

CARCIOFI, A. C. Classificação e avaliação de alimentos comerciais para cães e gatos. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE CÃES E GATOS, 3., 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2007. 296p.

CARCIOFI, A. C. Fontes de proteína e carboidratos para cães e gatos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, p. 28-41, 2008. Suplemento especial.

CARCIOFI, A. C.; BAZZOLI, R. S.; ZANNI, A.; KIHARA, L. R.L.; PRADA, F. Influence of water content and the digestibility of pet foods on the water balance of cats. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v. 42, n. 6, p. 429-434, 2005.

CARDOSO, A. L. S. P.; TESSARI, E. N. C. Divulgação técnica: salmonela na segurança dos alimentos. **Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 1, p. 11-13, 2008.

CARTER, M. E.; QUINN, P. J. Salmonella infections in cats and dogs. In: WRAY, C.; WRAY, A. **Salmonella in domestic animals**. Cambridge: CABI, 2000. cap. 14, p. 231-234.

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

CAVALARI, A. P. M.; DONZELE, J. L.; VIANA, J. A. M.; ABREU, L. T.; OLIVEIRA, A. L. S.; FREITAS, L. S.; PEREIRA, A. A.; CARCIOFI, A. C. Determinação do valor nutritivo de alimentos energéticos e protéicos utilizados em rações para cães adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.5, p. 1985-1991, 2006.

CHAPMAN, M. J. Comparative analysis of mammalian plasma lipoproteins. In: SEGREST, J. P.; ALBERS, J. J. (Ed.). **Methods in enzymology**. Orlando: Academic, 1986. v. 128A, p. 70-143.

CHENGAPPA, M. M.; STAATS, J.; OBERST, R. D.; GABBERT, N. H.; MCVEY, S. Prevalence of Salmonella in raw meat used in diets of racing greyhounds. **The Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, Minnesota, v. 5, n. 3, p. 372-377, July 1993.

CONNELLY, P. W. The role of hepatic lipase in lipoprotein metabolism. **Clinica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 286, n. 1, p. 243-255, Aug. 1999.

COWELL, C. S.; STOUT, N. P.; BRINKMANN, M. F.; MOSER, E.A.; CRANE, S.W. Making commercial pet foods. In: HAND, M. S.; THATCHER, C. D.; REMILLARD, R. L.; ROUDEBUSH, P. (Ed.). **Small animal clinical nutrition**. 4. ed. Kansas: Mark Morris Institute, 2000. p. 127-146.

DAVIES, M. Tratamiento de la urolitiasis canina y felina. In: BAINBRIDGE, J.; ELLIOTT, J. **Manual de nefrologia y urologia en pequeños animals**. Barcelona: Romanya/Valls, 1999. p. 275-289.

DAZINS, D. A. Petfood types quality assessment and feeding management. In: KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. **Petfood technology**. Mt Morris: Watt, 2003. p. 68-73.

DENARDIN, C. C. G.; BOUFLEUR, N.; RECKZIEGEL, P.; ALVES, B. M.; SILVA, L. P.; FAGUNDES, C. A. A. Efeito do teor de amilose sobre o desempenho e metabolismo lipídico em ratos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 27., 2007, Pelotas. **Anais eletrônicos...** Pelotas: SOSBAI, 2007. Disponível em: <[www.irga.rs.gov.br/arquivos/20070822220315.pdf](http://www.irga.rs.gov.br/arquivos/20070822220315.pdf)>. Acesso em: 5 fev. 2009.

DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 945-954, maio/jun. 2009.

DIBARTOLA, S. P. **Fluid therapy in small animal practice**. Philadelphia: W.B. Saunders, 1992. 719p.

DZIEZAK, D. J. Single-and twin-screw extruders in food processing. **Food Technology**, Chicago, v. 44, p. 164-174, Apr. 1989.

FÉLIX, A. P. **Avaliação de aditivos sobre as características das fezes de Cães**. 2009. 71 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Do Paraná– Curitiba/PR.

FIGUEIREDO, J; GUERREIRO, M. **O arroz, ciência viva**. 2003. Disponível em: <<http://www.ucv.mct.pt/docs/arrozdoce.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2005.

FINLEY, R.; REID-SMITH, R.; WEESE, J. C. Human Health implications of salmonella-contaminated natural pet treats and raw pet food. **Clinical Infectious Disease**, Chicago, v. 42, n. 5, p. 686-91, Mar. 2006.

FINLEY, R.; RIBBLE, C.; ARAMINI, J.; VANDERMEER, M.; POPA, M.; LITMAN, M.; REID-SMITH, R. The risk of salmonellae shedding by dogs fed Salmonella-contaminated commercial raw food diets. **The Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 48, n. 1, p. 69-75, Jan. 2007.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological analytical manual**. 7. ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists International, 1992.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Guidance for industry: manufacture and labelling of raw meat foods for companion and captive noncompanion carnivores and omnivores**. Arlington, 2002. Disponível em: <<http://www.fda.gov/cvm/guidance/dguide122.pdf>>. Acesso em: 3 fev. 2009.

FREEMAN, L.; MICHEL, K. Evaluation of raw food diets for dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 218, n. 5, p. 705-709, Mar. 2001.

GREEN, C.E. Salmonellosis. In: \_\_\_\_\_. **Infectious diseases of the dog and cat**. 2. ed. Philadelphia: WB Saunders, 1990. p. 235-240.

GROOT, J.; SHREUDER, W. **Biological, naturally logical**. Amsterdam: AFB International, 2009. Disponível em: <[www.afbinternational.com/images/upload/biological,%20naturally%20logical.pdf](http://www.afbinternational.com/images/upload/biological,%20naturally%20logical.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2009.

HACKENBURGER, M.; ATKINSON, J. **The apparent digestibilities of captive tigers (*Panthera tigris* spp.)** Chicago: Lincoln Park Zoo, 1983.

HARRIS, R. C.; LOWE, J. A.; WARNES, K.; ORME, C.E. The concentration of creatine in meat, offal and commercial dog food. **Research in Veterinary Science**, London, v. 62, n. 1, p. 58-62, Jan./Feb. 1997.

- HATHEWAY, C. L.; WHALEY, D. N. A.; DOWELL JÚNIOR, V. R. Epidemiological aspects of *Clostridium perfringens* foodborne illness. **Food Technology**, Chicago, v. 34, n. 4, p. 77-79, 1980.
- HENDRIKSAN, W. H.; SRITHARAN, K. Apparent ileal and fecal digestibility of dietary protein is different in dogs. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 132, p.1692S-1694S, June 2002.
- HESTA, M.; JANSSENS, G. P. J.; DEBRAEKELEER, J.; MILLET, S.; DE WILDE, R. Fecal odor components in dogs: nondigestible oligosaccharides and resistant starch do not decrease fecal h<sub>2</sub>s emission. **The International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, Washington, v. 1, n. 3, 2003. Disponível em: < <http://jarvm.com/articles/Vol1Iss3/Hesta.htm>>. Acesso em: 5 fev. 2009.
- HUBER, T. L.; WILSON, R. C.; MCGARITY, S. A. Variations in digestibility of dry dog foods with identical label guaranteed analysis. **Journal American Hospital Association**, Chicago, v. 22, p. 571-575, September-October, 1986.
- HUSSEIN, H. S. Petfood technology. In: NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Basic nutrient requirements for healthy adult dogs**. Washington: National Academic, 2003. p. 2-13.
- JOFFE, D. J.; SCHLESINGER, D. P. Preliminary assessment of the risk of Salmonella infection in dogs fed raw chicken diets. **The Canadian Veterinary Journal**, *Ottawa*, v. 43, n. 6, p. 441-442, June 2002.
- JOHNSON, M. C. Hyperlipidemia disorders in dogs. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, Trenton, v. 27, p. 361-364, Sept. 2005.
- JONAS, A. Lecithin cholesterol acyltransferase. **Biochimica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 1529, n. 2/3, p. 245-256, Feb. 2000.
- JOSÉ, V. A. **Digestibilidade e valores energéticos de alimentos extrusados para cães**. 2009. 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- KANEKO, J. J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4. ed. San Diego: Academic, 1989. 932p.

KIENZLE, E.; SCHUKNECHT, A.; MEYER, H. Influence of food composition on the urine pH in cats. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.121, p. S87-S88, Nov. 1991.

KRUGER, J. M.; ALLEN, T. A. Feline lower urinary tract disease. In: HAND, M. S.; TATCHER, C. D.; REMILLARD, R. L.; ROUDEBUSH, P. **Small animal clinical nutrition**. 4. ed. Missouri: Mark Morris Institute, 2000. p. 689-724.

KUHL, S.; MISCHKE, R.; LUND, C.; GÜNZEL-APEL, A. R. Reference values of chemical blood parameters for puppies during the first eight weeks of life. **Deutsche Tierärztliche Wochenschrift**, Hannover, v. 107, n. 11, p. 438-443, 2000.

KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. **Petfood technology**. Mt Morris: Watt, 2003. 576p.

KWAGA, J. K. P.; ADESIYUN, A. A.; ABDULLAHI, S. U.; BELLO, C. S. S. Prevalence of salmonellae, shigellae and plesiononas shigelloides in dogs in Zaria, Nigeria. **British Veterinary Journal**, London, v. 145, n. 2, p. 174-177, Mar. 1989.

KWITEROVICH, P. O. The effect of dietary fat, antioxidants, and pro-oxidants on blood lipids, lipoproteins, and atherosclerosis. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 97, n. 7, p. S31-S41, July 1997. Supplement.

LEFEBVRE, H. P.; WATSON, A. D. J.; TOUTAIN, P. L.; BRAUN, J. P. Lack of technical and biological validation of plasma creatinine in the dog: one of the difficulties in interpretation of results. **Revue médecine vétérinaire**. Toulouse. v. 149, p. 7-14, 1998.

LEHMANN, R.; BHARGAVA, A. S.; GUNZEL, P. Serum lipoprotein pattern in rats, dogs and monkeys, including method comparison and influence of menstrual cycle in monkeys. **European Journal of Clinical Chemistry and Clinical Biochemistry**, v. 31, n. 10, 663-667, Oct. 1993.

LEJUNE, J. T.; HANCOCK, D. D. Public health concerns associated with feeding raw meat diets to dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Chicago, v. 219, n. 9, p. 1222-1225, Nov. 2001.

LINDALL, A. W.; GRANDE, F.; SCHLITZ, A. The effect of dietary fats on the serum lipoproteins of normal dogs. **Proceedings of the Society of Experimental Biology and Medicine**, New York, v. 136, n. 4, p. 1032-1037, 1971.

MAIR, C. Conditioning. In: KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. **Petfood technology**. Mt Morris: Watt, 2003. p. 342-346.

MALAFAIA, M. I. F. R.; PEDROZO, E. A.; SANTOS, J. A. P.; RIBEIRO, M. D.; MALAFAIA, P.; LANA, A. M. Q. Consumo de nutrientes, digestibilidade in vivo e in vitro de dietas para cães contendo polpa de citrus e folha de alfafa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 121-126, 2002.

MALDONADO, E. N.; ROMERO, J. R.; OCHOA, B.; ALVEDAÑO, M. I. Lipid and fatty acid composition of canine lipoproteins. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part B** New York, v. 128, n. 4, p. 719-729, Apr. 2001.

MATHIAS, C. O efeito do processo de extrusão sobre o valor nutricional dos alimentos. **Revista Pet Food**, São Paulo, v. 1, n. 3 p.50, jul./ago. 2009.

MÉDAILLE, C.; TRUMEL, C.; CONCORDET, D.; VERGEZ, F.; BRAUN, J. P. Comparison of plasma/serum urea and creatinine concentrations in the dog: a 5-year retrospective study in a commercial veterinary clinical pathology laboratory. **Journal of Veterinary Medicine, Series A**, Berlin, v. 51, n. 3, p. 119-123, Apr. 2004.

MEEKER, D. L. **Essencial rendering**: all about the animal by-products industry. Arlington: Kirby Lithographic Company, 2006. 302p.

MERCIER, C.; FEILLIT, P. Modification of carbohydrate components by extrusion cooking of cereal products. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 52, n. 3, p. 283-297, 1975.

MEYER, D. J.; COLES, E. H.; RICH, L. J. **Medicina de laboratório veterinária**: interpretação e diagnóstico. São Paulo: Roca, 1995. 302p.

MICHEL, E. K. Unconventional diets for dogs and cats. **The Veterinary Clinics of North America**: Small animal practice, Philadelphia, v. 36, n. 6, p.1269-1281, 2006.

MORSE, E. V.; DUNCAN, M. A. Canine salmonellosis: prevalence, epizootiology, signs, and public health significance. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 167, n. 9, p. 817-20, Nov. 1975.

MORSE, E.V.; DUNCAN, M. A.; ESTEP, D. A.; RIGGS, W. A.; BLACKBURN, B. O. Canine salmonellosis: a review and report of dog to child transmission of Salmonella enteritidis. **American Journal of Public Health**, Boston, v. 66, n. 1, p. 82-84, Jan. 1976.

MURRAY, S. M.; FAHEY JUNIOR, G. C.; MERCHEN, N. R. Evaluation of selected high-starch flours as ingredients in canine diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 77, n. 8, p. 2180-2186, Aug. 1999.

MURRAY, S. M.; FLICKINGER, A.E.; PATIL, A. R.; MERCHEN, N. R.; BRENT JÚNIOR.; J. L.; FAHEY JÚNIOR., G. C. In vitro fermentation characteristics of native and processed cereal gains and potato starch using ileal chyme from dogs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 2, p. 435-444, Feb. 2001.

MURRAY, S. M.; PATIL, A. R.; FAHEY JÚNIOR., G. C.; MERCHEN, N. R.; HUGHES, D. M. Raw and rendered animal by-products as ingredients in dog diets. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia v. 128, n. 12, p. 2812S–2815S, Dec. 1998.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutriente requirements of dogs and cats**. Washington: National Academies, 2006. 398 p.

NEIRINCK, K.; ISTASSE, L.; GABRIEL, A.; EENAEME, C. V.; BIENFAIT, J. M. Amino acid composition and digestibility of four protein sources for dogs. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 121, n. 11, p. S64-S65, Nov. 1991. Supplement.

NOCEK, J. E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 74, n. 11, p. 3598-3629, Nov. 1991.

OLIVEIRA, S. T. **Alterações de compostos nitrogenados não-protéicos em cães e gatos**. Porto Alegre, 2004. Disponível em: <[http://www6.ufrgs.br/bioquimica/posgrad/TMAD/alteracoes\\_nnp.pdf](http://www6.ufrgs.br/bioquimica/posgrad/TMAD/alteracoes_nnp.pdf)>. Acesso em: 22 dez. 2008.

OSBORNE, C. A.; BARTGES, J. W.; LULICH, J. P.; UNGER, L.K., KOEHLER, L.A.; BIRD, K.A.; CLINTON, C.W.; DAVENPORT, M.P. Prevalence of cystine and urate uroliths in bulldogs and urate uroliths in dalmatians. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 204, n. 12, p. 1914-1918, June 2000.

PARKER, R.; RING, S. G. Aspects of the physical chemistry of starch. **Journal of Cereal Science**, London, v. 34, n. 1, p. 1-17, July 2001.

PARREIRA, P. R. **Efeito de dois alimentos comerciais secos e dois fornecimentos no consumo alimentar, peso vivo e metabólico, escore corporal, escore e volume fecal de cães adultos em atividade**. 2003. 84 p. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2008.

REYNOLDS, A. J.; FUHRER, L.; DUNLAP, K. L.; FINKE, M.; KALIFELZ, F. A. Lipid metabolic responses to diet and training in sled dogs. **The Journal of nutrition**, Philadelphia, v. 124, n. 12, p. 2754-2759S, Dec. 1994. Supplement.

ROKEY, G., HUBER, G. **Petfood tecnlogy**. In: \_\_\_\_\_. Feed Manufacturing Technology IV. Arlington.: American Feed Industry Association, 1994. p. 479-493

ROSE, B. E.; HILL, W. E.; UMHOLTZ, R.; RANSOM, G.M., JAMES, W.O. Testing for *Salmonella* in raw meat and poultry products collected at federally inspected establishments in the United States, 1998 through 2000. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 65, n. 6, p. 937-947, June 2002.

SAAD, F. M. O. B.; DUARTE, A.; SAAF, C. E. P.; SILVIA JÚNIOR, J. W.; LIMA, L. M. S.; LARA, L. B. **Aspectos técnicos-comerciais e avaliação da qualidade de alimentos para cães e gatos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 105p.

SAAD, F. M. O. B.; JOSÉ, V. A. Novas tendências nos alimentos comerciais de cães e gatos: naturais, orgânicos e livres de grãos (grain-free). In: PET FOOD FORUM-PET SOUTH AMERICA, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Petfood, 2008. 45p.

SAAD, F. M. O. B; SAAD, C. E. P. **Formulação de dietas para cães e gatos.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 253p.

SANCHEZ, S.; HOFACRE, C. L.; LEE, M. D., MAURER, J. J.; DOYLE, M. P. Animal sources of salmonellosis in humans. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 221, n. 4, p.492-497, Aug. 2002.

SANTOS, E. J.; CARVALHO, E. P.; SANCHES, R. L.; BARRIOS, B. E. B. Qualidade microbiológica de farinhas de carne e ossos produzidas no estado de minas gerais para produção de ração animal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p. 425-433, abr./jun. 2000.

SEIXAS, J. R. C.; ARAÚJO, W. A.; FELTRIN, C. A.; MUCIO, C. R. Fontes protéicas para alimentos pet. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 3., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal Campinas, 2003. 97-116p.

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

SINGH, N.; SINGH, J., KAUR, L.; SODHI, N., S.; GILL, B., S. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. **Food Chemistry**, London, v. 81, n. 2, p. 219-231, May 2003.

SOUSA, R. V.; MATA JÚNIOR, J. I.; RIBEIRO, P. A. P.; ALMEIDA, A. O.; RIBEIRO, L. C.; SOUZA, R. M. **Bioquímica aplicada à nutrição de cães e gatos.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2004.

SPENCER, K. Analytical reviews in clinical biochemistry: the estimation of creatinine. **Annals of Clinical Biochemistry**, London, v. 23, n. 1, p. 1-25, Jan. 1986.

STAWICK, B. Microbiological and chemical testing. In: KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. **Petfood technology.** Mt Morris: Watt, 2003. p. 490-499.

STEIFF, E. L.; BAUER, J. E. Nutritional adequacy of diets formulated for companion animals. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 219, n. 5, p. 601-604, 2001.

STONE, G. G.; CHENGAPPA, M. M.; OBERST, R. D.; GABBERT, N. H.; MCVEY, S.; HENNESSY, K. J.; MUENZENBERGER, M.; STAATS, J. Application of polymerase chain reaction for the correlation of Salmonella serovars recovered from greyhound feces with their diet. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, Columbia, v. 5, n. 3, p. 378-385, July 1993.

SVIHUS, B.; UHLEN, A. K.; HARSTAD, O. M. Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 122, n. 3/4, p. 303-320, Sept. 2005.

THOMPSON, A. Ingredients: where pet food starts. **Topics in Companion Animal Medicine**, v. 23, n. 3, p. 127-132, Aug. 2008.

TSUTSUMI, K.; HAGI, A.; INOUE, Y. The relationship between plasma high density lipoprotein cholesterol levels and cholesteryl ester transfer protein activity in six species of healthy experimental animals. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v. 24, n. 5579, p. 579-581, 2001.

VAN DER BROM, W. E.; BIENWEGA, W. J. Assessment of glomerular filtration rate in normal dogs: analysis of the <sup>51</sup>Cr-EDTA clearance and its relation to several endogenous parameters of glomerular filtration rate. **Research in Veterinary Science**, London, v. 30, n. 2, p. 152-157, Mar. 1981.

WEESE, J. S.; ROUSSEAU, J.; ARROYO, L. Bacteriological evaluation of commercial canine and feline raw diets. **Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 46, n. 6, p. 513-516, June 2005.

WILLARD, T. Choosing and sourcing the best ingredients. In: KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. **Petfood technology**. Mt Morris: Watt, 2003. p. 76-81.

WYSS, M.; KADDURAH-DAOUK, R. Creatine and creatinine metabolism. **Physiological Reviews**, Baltimore, v. 80, n. 3, p. 1107-1203, July 2000.

XENOULIS, P. G.; STEINER, J. M. Lipid metabolism and hyperlipidemia in dogs. **The Veterinary Journal**, London, v. 231, p. 79-88, Jan. 2009.

YAMKA, R. M.; FRIESEN, K. G.; SCHAKENRAAD, H. The prediction of urine pH using dietary cations and anions in cats fed dry and wet foods. **The International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, Newtown, v. 4, n. 4, p. 58-66, 2006.

ZENTEK, J. Influence of diet composition on the microbial activity in the gastro-intestinal tract of dogs: (I) effects of varying protein intake on the composition of the ileum chyme and the faeces. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 74, n. 1/2, p. 43-52, Sept./Dec. 1995.

ZENTEK, J.; KAUFMANN, D.; PIETRZAK, T. Digestibility and effects on fecal quality of mixed diets with various hydrocolloid and water contents in three breeds of dogs. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 132, p. 1679-1681, June 2002.

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

ZORAN, D. L. The carnivore connection to nutrition in cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 221, n. 11, p. 1559, Dec. 2002.

## ANEXOS

		<b>Pág.</b>
TABELA 1A	Análise de variância para de coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e proteína bruta (CDAPB) em percentagem (%) segundo os tratamentos estudados.....	91
TABELA 2A	Análise de variância para de coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo (CDAEE) e da energia bruta (CDAEB) em percentagem (%) segundo os tratamentos estudados.....	91
TABELA 3A	Análise de variância para energia digestível aparente (EDAMS) e energia metabolizável aparente (EMAMS) na matéria seca em kcal/kg segundo os tratamentos estudados.....	91
TABELA 4A	Análise de variância não paramétrica para o escore fecal de acordo com a consistência e aspecto das amostras de fezes recolhidas durante os períodos do teste de digestibilidade segundo os tratamentos estudados.....	92
TABELA 5A	Análise de variância para as concentrações plasmáticas de ureia, creatinina, triglicérides, colesterol, lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL), lipoproteína de alta densidade (HDL) e lipoproteína de baixa densidade (LDL) em mg/dL segundo os tratamentos estudados.....	92
TABELA 6A	Análise de variância para o pH urinário final e em função dos tratamentos estudados.....	93
TABELA 7A	Análise de deviance para a proporção para a presença ou ausência de <i>Salmonella</i> nas amostras de alimentos dos comedouros dos animais analisadas segundo os tratamentos estudados.....	93
TABELA 8A	Análise de variância para o teor de nitrogênio amoniacal nas fezes dos cães segundo os tratamentos estudados.....	93

TABELA 1A Análise de variância para de coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e proteína bruta (CDAPB) em percentagem (%) segundo os tratamentos estudados.

FV	GI	QM (valor <i>p</i> )	
		CDAMS	CDAPB
Tratamentos	5	22,7926 (0,0324)	170,1056 (0,0001)
Blocos	1	1,9845 (0,6287)	2,7122 (0,4802)
Erro	41	8,3621	5,3436
CV (%)		3,38	2,54

TABELA 2A Análise de variância para de coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo (CDAEE) e da energia bruta (CDAEB) em percentagem (%) segundo os tratamentos estudados.

FV	GI	QM (valor <i>p</i> )	
		CDAEE	CDAEB
Tratamentos	5	9,8672 (0,0001)	59,1818 (0,0001)
Blocos	1	3,3232 (0,0677)	2,5116 (0,3093)
Erro	41	0,9434	2,3699
CV (%)		1,02	1,68

TABELA 3A Análise de variância para energia digestível aparente (EDAMS) e energia metabolizável aparente (EMAMS) na matéria seca em kcal/kg segundo os tratamentos estudados.

FV	GI	QM (valor <i>p</i> )	
		EAD	EAM
Tratamentos	5	1.558.710,95 (0,0001)	472.123,25 (0,0017)
Blocos	1	9.433,49 (0,2533)	1.903.571,29 (0,0001)
Erro	41	7.025,92	100.319,36
CV (%)		1,67	7,82

TABELA 4A Análise de variância não paramétrica para o escore fecal de acordo com a consistência e aspecto das amostras de fezes recolhidas durante os períodos do teste de digestibilidade segundo os tratamentos estudados.

FV	GL	Qui-quadrado	valor-p
Tratamento	5	44,76	<0,0001

TABELA 5A Análise de variância para as concentrações plasmáticas de uréia, creatinina, triglicerídeos, colesterol, lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL), lipoproteína de alta densidade (HDL) e lipoproteína de baixa densidade (LDL) em mg/dL segundo os tratamentos estudados.

FV	GL	QM	valor-p	QM	valor-p	QM	valor-p
		Creatinina		Uréia		Triglicerídeos*	
Tratamento	5	0,0114	0,3523	39,2750	0,3950	1,0345	0,0000
Erro	18	0,0096		35,7361		0,0638	
CV		13,90%		13,78%		6,48%	
		Colesterol		VLDL*		HDL	
Tratamento	5	2749,84	0,4127	1,0345	<0,0001	1106,4104	0,2086
Erro	18	2586,48		0,0637		688,2743	
CV		27,60%		16,64%		23,37%	
		LDL					
Tratamento	5	789,05	0,3153				
Erro	18	616,28					
CV		39,38%					

\* valores transformados por  $\log(y)$

TABELA 6A Análise de variância para o pH urinário final e em função dos tratamentos estudados.

FV	GL	QM	valor-p
pH urinário			
Covariável	1	0,2352	0,1109
Tratamento	5	1,0734	<0,0001
Bloco	1	0,0111	0,7355
Erro	40	0,0943	
CV (%)		4,87	

TABELA 7A Análise de deviance para a proporção para a presença ou ausência de *Salmonella* nas amostras de alimentos dos comedouros dos animais analisadas segundo os tratamentos estudados.

FV	GL	deviance	valor-p
Tratamento	5	21,53	0,0006
Erro	18	<0,0001	

TABELA 8A Análise de variância para o teor de nitrogênio amoniacal nas fezes dos cães segundo os tratamentos estudados.

FV	GL	QM	valor-p
Tratamento	5	0,263510	<0,0001
Erro	18	0,011469	
CV (%)	21,42		