VIVIAN PEDRINELLI

Determinação das concentrações de macro e micro minerais e metais pesados em alimentos caseiros para cães e gatos adultos

São Paulo

2018

VIVIAN PEDRINELLI

**Determinação das concentrações de macro e micro minerais e metais pesados
em alimentos caseiros para cães e gatos adultos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências

Departamento:

Clínica Médica

Área de concentração:

Clínica Veterinária

Orientador:

Prof. Dr. Márcio Antonio Brunetto

De acordo: _____

Orientador

São Paulo
2018

Obs.: A versão original encontra-se disponível na Biblioteca da FMVZ/USP.

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 3705
FMVZ

Pedrinelli, Vivian
Determinação das concentrações de macro e micro minerais e metais pesados em alimentos caseiros para cães e gatos adultos / Vivian Pedrinelli. – 2018.
107 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Clínica Médica, São Paulo, 2018.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Veterinária.

Área de concentração: Clínica Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Antonio Brunetto.

1. Canino. 2. Felino. 3. Alimento caseiro. 4. Necessidades nutricionais. 5. Deficiência nutricional. I. Título.

CERTIFIED

We certify that the Research "Concentrations of macro and micro minerals and heavy metals in home-prepared diets for adult dogs and cats", protocol number CEUAX 3721060418 (ID 000901), under the responsibility Márcio Antonio Brunetto, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Ethic Committee in the Use of Animals of School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo), and was approved in the meeting of day May 09, 2018.

Certificamos que o protocolo do Projeto de Pesquisa intitulado "Determinação das concentrações de macro e micro minerais e metais pesados em alimentos caseiros para cães e gatos adultos", protocolado sob o CEUAX nº 3721060418, sob a responsabilidade de Márcio Antonio Brunetto, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, e foi aprovado na reunião de 09 de maio de 2018.

Profa. Dra. Anneliese de Souza Traldi
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Roseli da Costa Gomes
Secretária
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: PEDRINELLI, Vivian

Título: **Determinação das concentrações de macro e micro minerais e metais pesados em alimentos caseiros para cães e gatos adultos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado (processo 155454/2016-1), que foi fundamental para que me mantivesse no programa de pós-graduação e realizasse este estudo.

Ao meu orientador, professor Márcio Antonio Brunetto, pela confiança, pela paciência, pela dedicação e por todo o auxílio ao longo do período do mestrado, sem os quais o projeto não seria possível.

Aos colegas Fábio A. Teixeira e Mariana Y. H. Porsani, pela companhia em congressos e viagens e por sempre me ajudarem quando precisei. Ao colega Rafael Zafalon, que foi meu braço direito em Pirassununga e ajuda indispensável para as análises bromatológicas.

À equipe do Laboratório Multiusuário do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ-USP/Pirassununga, em especial à Renata e à Simi, que ajudaram muito na análise laboratorial dos alimentos e foram além para me ajudar. E ao professor Julio C. de Carvalho Balieiro, pelas análises estatísticas do estudo.

À professora Maria Cláudia Araripe Sucupira, que concordou em ser minha orientadora acadêmica no início do curso de mestrado, e sempre me socorreu com as burocracias do programa. E à professora Márcia de Oliveira Sampaio Gomes, que foi minha orientadora temporária e sempre esteve à disposição para ajudar.

E finalmente à minha família, pois sem ela nada do que faço seria possível. Ao meu namorado e noivo Fernando Moysés Chaim, por sempre me incentivar a melhorar e me apoiar, mesmo nas decisões mais difíceis. Ao meu irmão, Thomas, por me ajudar (muito) com planilhas do Excel e gráficos. Ao meu pai, André, por sempre me apoiar e ter paciência com minha bagunça pela casa. E especialmente à minha mãe, Verena, por sempre corrigir meus trabalhos e que sem sua ajuda não teria conseguido fazer todos os alimentos deste estudo a tempo.

Agradeço a todos de coração!

“All our dreams can come true, if we have the courage to pursue them.”

Walter E. Disney

RESUMO

PEDRINELLI, V. **Determinação das concentrações de macro e micro minerais e metais pesados em alimentos caseiros para cães e gatos adultos.** [Concentrations of macro and micro minerals and heavy metals in home-prepared diets for adult dogs and cats]. 2018. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

Cada vez mais os proprietários de cães e gatos procuram dietas caseiras, porém muitos desconhecem a necessidade de formulação por um profissional capacitado. Assim, podem utilizar receitas de fontes como internet, fornecendo dietas inadequadas e que podem resultar em riscos à saúde do animal. O objetivo deste estudo foi avaliar a composição de minerais de alimentos caseiros e compará-las com as recomendações do *National Research Council* (NRC, 2006) e da *Fédération Européenne de l'Industrie des Aliments pour Animaux Familiars* (FEDIAF, 2018), além de avaliar as concentrações de metais pesados nestes mesmos alimentos. Foram avaliados 100 alimentos caseiros para animais adultos saudáveis, 75 para cães e 25 para gatos, produzidos de acordo com receitas obtidas de websites. Análises bromatológicas foram realizadas por métodos convencionais e, análises de minerais e metais pesados foram realizadas por espectrometria de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES). Os resultados obtidos foram analisados no programa estatístico SAS pelo emprego de testes paramétricos e não paramétricos ($P < 0,05$). Das 100 dietas avaliadas, nenhuma atingiu os valores recomendados de todos os nutrientes e, mais de 84,0% das dietas apresentaram três ou mais nutrientes abaixo da recomendação. Os nutrientes com maior incidência de valores abaixo da recomendação foram: selênio, cálcio e potássio nos alimentos para cães; e selênio, ferro e zinco nos alimentos para gatos. Quanto às concentrações de metais pesados, os teores de chumbo, cobalto, mercúrio, urânio e vanádio estavam acima dos níveis máximos tolerados (NMT) para cães e gatos. Estes resultados apontam a necessidade de formulação de dietas por profissional treinado para evitar riscos à saúde dos animais por desequilíbrios nutricionais.

Palavras-chave: Canino. Felino. Alimento caseiro. Necessidades nutricionais. Deficiência nutricional.

ABSTRACT

PEDRINELLI, V. **Concentrations of macro and micro minerals and heavy metals in home-prepared diets for adult dogs and cats.** [Determinação das concentrações de macro e micro minerais e metais pesados em alimentos caseiros para cães e gatos adultos]. 2018. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

Owners of dogs and cats increasingly seek home-prepared diets, however many of them don't acknowledge the need of formulation by a trained professional. Therefore, owners may end up using diets from sources such as internet, providing diets often imbalanced and that may cause health risks for the animal. The aim of this study was to evaluate mineral composition of home-prepared diets and to compare it to recommendations of the *National Research Council* (NRC, 2006) and *Fédération Européenne de l'Industrie des Aliments pour Animaux Familiars* (FEDIAF, 2018), and also evaluate concentrations of heavy metals on these diets. For the present study, 100 recipes for healthy adult animals, 75 for dogs and 25 for cats, were prepared according to recipes obtained from websites and were evaluated. Bromatological analyses were performed according to conventional methods and mineral and heavy metal analyses were performed by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). Results were analyzed by SAS software with parametric and non-parametric tests ($P<0.05$). Of the 100 recipes evaluated, none met recommended levels for all nutrients and more than 84.0% of diets presented three or more nutrients below recommendation. Nutrients with higher incidence of levels below recommendation were: selenium, calcium and potassium in recipes for dogs; and selenium, iron and zinc in recipes for cats. As for heavy metal concentrations, levels of lead, cobalt, mercury, uranium and vanadium were above maximum tolerable levels (MTL) for dogs and cats. These results point to the need of diet formulation by a trained professional to avoid health risks to animals caused by nutritional imbalances.

Keywords: Canine. Feline. Homemade diet. Nutritional requirements. Nutritional deficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico representativo da curva de dose-resposta do consumo de nutrientes	18
Figura 2 - Exemplo de mudança de coloração de pelagem de cão, de preto para marrom avermelhado, como ocorre na deficiência de fenilalanina e tirosina	27
Figura 3 - Radiografias de cães com evidências de osteopenia (A, B e C) e fraturas por consequência de hiperparatireoidismo secundário nutricional (B e C), em comparação com radiografia de cão adulto saudável (D).....	29
Figura 4 - Relação entre metais pesados e saúde de cães e gatos.....	31
Figura 5 - Suprimento de nutrientes abaixo das recomendações de consumo diário do NRC (2006) e da FEDIAF (2018) dos alimentos para cães avaliados	61
Figura 6 - Suprimento de nutrientes abaixo das recomendações de consumo diário do NRC (2006) e da FEDIAF (2018) dos alimentos para gatos avaliados	61
Figura 7 - Número de vezes acima do nível máximo tolerado (NMT) de metais pesados em alimentos para cães e gatos avaliados no presente estudo	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis máximos tolerados de metais pesados sugeridos para cães e gatos.....	33
Tabela 2 - Limite máximo permitido de arsênio total em produtos alimentícios..	37
Tabela 3 - Limite máximo permitido de cádmio total em produtos alimentícios..	38
Tabela 4 - Limite máximo permitido de chumbo total em produtos alimentícios.	40
Tabela 5 - Limite máximo permitido de mercúrio total em produtos alimentícios	43
Tabela 6 - Composição nutricional de suplemento comercial próprio para alimentação caseira de cães adultos saudáveis, como indicado no rótulo pelo fabricante.....	48
Tabela 7 - Condições operacionais da espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) com configuração axial.....	50
Tabela 8 – Principais ingredientes utilizados como fontes de proteína, carboidrato, gordura e fibras das 75 receitas para cães adultos saudáveis	54
Tabela 9 – Principais ingredientes utilizados como fontes de proteína, carboidrato, gordura e fibras das 25 receitas para gatos adultos saudáveis	55
Tabela 10 - Resultados das análises bromatológicas e de minerais (expressos em por 1000 kcal) de 75 alimentos caseiros para cães adultos saudáveis, em comparação com as recomendações para cães adultos do NRC (2006)	57
Tabela 11 - Resultados das análises bromatológicas e de minerais (expressos em por 1000 kcal) de 75 alimentos caseiros para cães adultos saudáveis, em comparação com as recomendações para cães adultos pouco ativos da FEDIAF (2018)	58
Tabela 12 - Resultados das análises bromatológicas e de minerais (expressos em por 1000 kcal) de 25 alimentos caseiros para gatos adultos saudáveis, em comparação com as recomendações para gatos adultos do NRC (2006)	59
Tabela 13 - Resultados das análises bromatológicas e de minerais (expressos em 1000 kcal) de 25 alimentos caseiros para gatos adultos saudáveis, em comparação com recomendações para gatos adultos inativos da FEDIAF (2018)	60
Tabela 14 - Comparação entre número de ingredientes de alimentos com concentrações de macro nutrientes e minerais acima e abaixo das recomendações para alimentos para cães do NRC (2006) e FEDIAF (2018)	62

Tabela 15 - Comparação entre número de ingredientes de alimentos com concentrações de macro nutrientes e minerais acima e abaixo das recomendações para alimentos para gatos do NRC (2006) e FEDIAF (2018)	63
Tabela 16 - Comparação entre concentrações médias de macro nutrientes e minerais em alimentos para cães com e sem suplementação mineral	64
Tabela 17 - Comparação entre concentrações médias de macro nutrientes e minerais em alimentos para gatos com e sem suplementação mineral	64
Tabela 18 - Comparação entre concentrações médias de macro nutrientes e minerais em alimentos para cães com carne e/ou vísceras e em alimentos vegetarianos e veganos	65
Tabela 19 - Comparação entre concentrações médias de macro nutrientes e minerais em alimentos para gatos com carne e/ou vísceras e em alimentos vegetarianos e veganos	66
Tabela 20 - Concentrações de metais pesados detectados nos 75 alimentos para cães avaliados no presente estudo e comparação com o nível máximo tolerado (NMT)	67
Tabela 21 - Concentrações de metais pesados detectados nos 25 alimentos para gatos avaliados no presente estudo e comparação com o nível máximo tolerado (NMT).....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fatores de risco associados à nutrição de cães e gatos.....	26
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Importância da alimentação balanceada	17
2.2	Motivos para escolha de alimento caseiro	18
2.3	Diferenças entre os tipos de alimentos caseiros	20
2.4	Como avaliar alimentação caseira	22
2.5	Riscos e consequências da alimentação caseira	24
2.6	Contaminação por metais pesados	30
2.6.1	Alumínio (Al)	34
2.6.2	Arsênio (As)	35
2.6.3	Cádmio (Cd)	36
2.6.4	Chumbo (Pb)	39
2.6.5	Cobalto (Co)	40
2.6.6	Mercúrio (Hg)	41
2.6.7	Urânio (U)	43
2.6.8	Vanádio (V)	44
3	HIPÓTESE	45
4	OBJETIVOS	45
5	MATERIAI E MÉTODOS	46
5.1	Aprovação pela comissão de ética	46
5.2	Alimentos	46
5.2.1	Seleção de receitas de alimentos	46
5.2.2	Obtenção dos alimentos e preparo das receitas selecionadas	47
5.3	Análises laboratoriais	48
5.3.1	Análises bromatológicas	48
5.3.2	Análises de minerais e metais pesados	49
5.4	Análises estatísticas	51
6	RESULTADOS	53

6.1 Receitas selecionadas.....	53
6.2 Análises bromatológicas e de minerais.....	56
6.3 Análises de metais pesados	66
7 DISCUSSÃO	70
7.1 Composição nutricional e concentrações de minerais	70
7.2 Concentrações de metais pesados.....	77
8 CONCLUSÕES.....	80
REFERÊNCIAS.....	81
APÊNDICES	93

1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais os donos de cães e gatos buscam dietas caseiras como alimento principal para seus animais, motivados por dificuldade de compreensão de rótulos de alimentos industrializados, preocupação com presença de conservantes e corantes, vontade de cozinhar para seu animal e maior palatabilidade. No entanto, muitos deles não imaginam que uma dieta caseira balanceada pode apresentar maior custo e preparo complexo, além da necessidade de ser formulada por um profissional capacitado (BERSCHNEIDER, 2002; MICHEL, 2006; REMILLARD, 2008). Assim, como alternativa, acabam utilizando receitas de dietas obtidas em fontes como internet, livros e pessoas sem formação na área, fornecendo dietas muitas vezes inadequadas que podem trazer riscos à saúde do animal e das pessoas, como deficiências nutricionais e contaminação bacteriana e parasitária (STREIFF et al., 2002; FREEMAN et al., 2013; STOCKMAN et al., 2013; PEDRINELLI; GOMES; CARCIOFI, 2017).

Fornecer alimentos caseiros para cães e gatos como fonte de mais de 10% das calorias diárias é considerado fator de risco nutricional, assim como o fornecimento de dietas veganas e vegetarianas (FREEMAN et al., 2011). Estudos demonstraram que muitas vezes alimentos caseiros podem apresentar composição química inadequada e levar cães e gatos a consumirem nutrientes abaixo das quantidades recomendadas ou acima dos limites superiores de segurança (STREIFF et al., 2002; STOCKMAN et al., 2013; PEDRINELLI; GOMES; CARCIOFI, 2017). Além disso, estudos foram realizados para avaliar dietas caseiras consumidas por animais com diversas afecções e, os mesmos encontraram riscos semelhantes. Dietas caseiras publicadas em mídias populares propostas especificamente para pacientes caninos com câncer nos Estados Unidos foram avaliadas quanto à composição nutricional estimada e, nenhuma delas apresentou teores de todos os nutrientes acima das recomendações do NRC e AAFCO (HEINZE; GOMEZ; FREEMAN, 2012). Em estudo semelhante, 67 dietas caseiras para cães e gatos com doença renal crônica foram avaliadas com a utilização de software de formulação, e nenhuma atingiu os teores recomendados pelo NRC (LARSEN et al., 2012).

A avaliação de dietas caseiras pode ser realizada por meio de análises bromatológicas e laboratoriais. Estas possibilitam a avaliação da composição de dietas quanto à sua adequação nutricional, o que permite comparar se os resultados encontrados estão de acordo com as recomendações para cada espécie (NRC, 2006). Porém deve-se ressaltar a importância da avaliação de outros fatores relacionados aos alimentos que estão envolvidos na saúde animal, como por exemplo, a contaminação por metais pesados.

Em 2016, o Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas registrou mais de 56.000 casos de intoxicação em seres humanos por medicamentos e substâncias químicas (SINITOX, 2016). Os elementos considerados como potencialmente tóxicos são: alumínio (Al), arsênio (As), cádmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe), mercúrio (Hg), níquel (Ni), chumbo (Pb), antimônio (Sb), selênio (Se), estanho (Sn) e zinco (Zn) (BRASIL, 2013). Metais pesados podem ser definidos como metais e semi-metais que apresentam potencial tóxico para seres humanos, animais e até para o meio ambiente, mesmo em concentrações baixas. A presença de metais pesados nos alimentos depende de diversos fatores, como: condição do ambiente em que o alimento foi cultivado, como composição do solo; local de origem do produto; métodos de produção, incluindo exposição à defensivos e fertilizantes; e métodos de processamento do alimento (FERNANDES et al., 2018).

Considerando o aumento pela procura por alimentos caseiros para cães e gatos, os potenciais riscos do fornecimento deste tipo de alimento devem ser investigados. Poucos estudos avaliaram a composição de minerais em dietas caseiras, e nenhum deles avaliou a presença de metais pesados em dietas caseiras para cães e gatos. Estes aspectos demonstram a necessidade de avaliação de composição mais detalhada de dietas caseiras para cães e gatos, para gerar maior conhecimento sobre este tipo de alimento e melhorar a abordagem nutricional de cães e gatos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DA ALIMENTAÇÃO BALANCEADA

Fornecer uma dieta adequada do ponto de vista nutricional faz parte do cuidado responsável e é essencial para manutenção da saúde do animal e sua longevidade. Em 2011 a *World Small Animal Veterinary Association* publicou diretrizes para a avaliação nutricional e considerou esta avaliação como o 5º parâmetro vital – acompanhado de temperatura, pulso, respiração e avaliação da dor. Nestas diretrizes propostas há uma lista de fatores de risco relacionados à nutrição, entre eles a alimentação realizada com dieta não convencional (por exemplo, dietas cruas, feitas no domicílio e vegetarianas), assim como o uso de petiscos e comida caseira em mais de 10% do consumo diário de calorias (FREEMAN et al., 2011).

O *National Research Council* (NRC, 2006), da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, é a principal fonte de recomendações nutricionais para cães e gatos. Além desta publicação, outras recomendações podem ser utilizadas, como as da *European Pet Food Industry* (FEDIAF, 2018), que são baseadas no NRC e em pesquisas de profissionais renomados da área de nutrição de pequenos animais. Assegurar a nutrição adequada, no entanto, não depende apenas do suprimento de nutrientes recomendados, mas também de outros fatores relacionados ao animal e à dieta. Fatores que estão relacionados ao animal incluem idade, status fisiológico (reprodução e lactação, por exemplo), grau de atividade física e doenças. Já os fatores relacionados à dieta podem incluir segurança de ingredientes, modo de preparo do alimento e armazenamento (THATCHER; HAND; REMILLARD, 2010; FREEMAN et al., 2011).

A necessidade de um determinado nutriente é estabelecida através de evidências de deficiência e excesso. Os valores mínimos recomendados são estabelecidos de acordo com estudos que observaram sinais clínicos, metabólicos ou laboratoriais ocasionados por deficiência de dado nutriente. De forma semelhante, o valor máximo é conhecido para alguns nutrientes e é estabelecido

considerando evidências de alterações causadas por determinada quantidade ingerida de um nutriente, acima da qual são observados sinais de toxicidade. Os valores entre o mínimo e máximo recomendado representam o intervalo de consumo seguro e adequado de um nutriente e, a extensão deste intervalo varia de acordo com o nutriente em questão, e também a composição da dieta (NRC, 2006; GROSS et al., 2010; FEDIAF, 2018) (Figura 1).

Figura 1 – Gráfico representativo da curva de dose-resposta do consumo de nutrientes.

Fonte: Adaptado de Gross e colaboradores (2010).

Os efeitos positivos da alimentação adequada já foram bem estabelecidos para cães e gatos. A alimentação adequada nas diferentes fases de vida pode auxiliar na prevenção de doenças relacionadas à má nutrição, assim como agir como coadjuvante no tratamento de diversas doenças, melhorar a qualidade de vida e aumentar a longevidade (BALDWIN et al., 2010; GROSS et al., 2010; FREEMAN et al., 2011; LARSEN; FARCAS, 2014).

2.2 MOTIVOS PARA ESCOLHA DE ALIMENTO CASEIRO

Para seres humanos, a escolha do consumo de alimentos é um ato complexo que envolve fatores sociais e culturais, e que muitas vezes pode influenciar na escolha de alimentos para cães e gatos (MICHEL, 2006). A quantidade de

fabricantes de alimentos para cães e gatos, incluindo alimentos orgânicos e naturais, aumenta rapidamente (VILELA, 2013). Não há dados sobre o número de animais que consomem alimento caseiro no Brasil, porém estudo realizado com proprietários dos Estados Unidos e Austrália mostrou que, na população avaliada, em torno de 18% dos animais consumiam dieta caseira como parte ou todo do alimento diário (LAFLAMME et al., 2008). Outro estudo mais recente que incluiu a avaliação de 3.000 animais no grupo experimental por meio de questionário, realizado por Dodd, Cave e Verbrugghe (2018), apontou que mais de 60% dos proprietários de cães e gatos entrevistados de 55 países ofereciam dietas caseiras como parte da dieta e, 12,0% dos cães e 6,0% dos gatos consumiam dieta caseira como único alimento. Muitos proprietários de cães e gatos acreditam que seus animais não gostam do alimento comercial. Além disso, para animais que apresentam mais de uma afecção que necessita de intervenção nutricional, e não há dieta comercial disponível, o alimento caseiro torna-se uma opção (MICHEL, 2006).

Em estudo realizado com 110 proprietários de cães que forneceram por pelo menos seis meses alimento caseiro atendidos no Hospital Veterinário da FMVZ-USP, sendo destes 21,9% hígidios, foi observado que 45,9% dos proprietários relataram que o animal não aceitava alimento comercial, enquanto 27% buscaram orientação nutricional por acreditarem que seria uma opção mais saudável (HALFEN et al., 2017). Outro estudo com proprietários de cães que consumiam dietas caseiras, realizado na Universidade de Tufts, nos Estados Unidos, observou que a maior motivação para o uso de alimento caseiro foi o de adequação para necessidades clínicas (72%), seguido de acreditar que esta opção é superior aos alimentos comerciais (19%) e estes são mais palatáveis (17%) (JOHNSON et al., 2016).

Atualmente cães e gatos são considerados por muitos como membros da família (CHARLES; DAVIES, 2008; MACKAY; MOORE; HUNTINGFORD, 2016). A alimentação e as refeições são importantes para interação social de seres humanos, e também entre tutores e seus pets. Com a humanização de cães e gatos, muitos tutores transferem suas escolhas alimentares para seus animais. Muitos proprietários também, seguindo a mesma linha de humanização, tem vontade de cozinhar para seus pets (MICHEL, 2006).

Um dos motivos para a migração da alimentação convencional para o alimento caseiro é a desconfiança do uso de coprodutos da indústria humana em alimentos comerciais. Os coprodutos não são utilizados pela indústria de alimentos para seres humanos pelo baixo apelo comercial, e então são comercializados para a indústria pet. Deve-se lembrar que os coprodutos podem apresentar valor nutricional importante, mesmo que o apelo para consumo humano seja baixo e, representam uma alternativa sustentável (MICHEL, 2006; NRC, 2006; THOMPSON, 2008).

A preparação de um alimento caseiro demanda muito mais tempo do que fornecer um alimento comercial se preparada pelo proprietário, pois envolve desde a compra dos ingredientes, preparo específico de cada um deles, preparo do alimento como um todo e acondicionamento de porções (MICHEL, 2006). Outro fator importante considerado pelos proprietários é o custo de alimentação. Por muito tempo acreditou-se que alimentos caseiros tinham custo mais baixo do que alimentos comerciais. Recentemente, Casna, Shepherd e Delaney (2017) avaliaram a diferença de custo de alimentos comerciais, extrusados e úmidos e alimentos caseiros para cães. Neste estudo, os alimentos caseiros apresentaram custo médio de US\$ 3,99/1000 kcal, enquanto alimentos extrusados apresentaram custo médio de US\$ 1,20/1000 kcal e alimentos úmidos apresentaram custo médio de US\$ 5,56/1000 kcal, demonstrando que alimentos caseiros são de fato mais caros do que alimentos extrusados comerciais para cães em manutenção. Em outro estudo realizado por Márquez, Shepherd e Delaney (2018), que avaliou a diferença de preços de dietas comerciais e caseiras coadjuvantes renais para cães, foi observado que o alimento caseiro para cães renais foi a opção mais barata, custando US\$ 1,80/1000 kcal, enquanto os alimentos coadjuvantes secos custaram US\$ 2,18/1000 kcal e os úmidos custaram US\$ 5,71/1000 kcal.

2.3 DIFERENÇAS ENTRE OS TIPOS DE ALIMENTOS CASEIROS

Atualmente há algumas modalidades de alimentação caseira, que pode ser cozida ou crua, como BARF, *meaty bones* e *prey model*. O alimento caseiro cozido é composto da maior parte de seus alimentos cozidos em água, assados ou até

mesmo cozidos no vapor. Geralmente este tipo de alimento se assemelha mais em composição aos alimentos destinados a seres humanos, e contém carboidratos, proteínas e vegetais como legumes ou folhas cozidos em proporções diversas, e pode ou não conter suplementos (REMILLARD, 2008; REMILLARD; CRANE, 2010; PARR; REMILLARD, 2014).

Já a dieta BARF, um acrônimo para a expressão em inglês “*biologically appropriate raw food*”, ou alimento cru biologicamente apropriado em tradução livre (BILLINGHURST, 2001; BARF WORLD, 2017), é um dos tipos de dieta crua. O princípio desta dieta é o fornecimento de carnes, vegetais, frutas e ossos, todos em sua forma crua, baseando-se numa dieta dos ancestrais dos cães. Além disso, evita-se o fornecimento de grãos e suplementos. O modelo intermediário seria o de *meaty bones*, que consiste no fornecimento de ossos com carnes ou carcaças, além de restos de comida para complementação nutricional (LONSDALE, 2001). Já o modelo *prey model* proporciona a oportunidade de cães e gatos domiciliados consumirem uma dieta que replica a dieta de cães selvagens sem que os mesmos precisem caçar seu próprio alimento. Uma alimentação tipo *prey model* consiste no fornecimento de: 80,0% de músculo de espécies como bovinos, caprinos, aves ou peixes; 10,0% de ossos comestíveis, como costelas, rabo bovino e pescoço de frango; 5,0% de fígado; e 5,0% de outras vísceras, como rim, baço, timo e cérebro (PERFECTLY RAW SOME, 2018). Freeman e Michel (2001) classificaram as dietas com alimentos crus em três categorias: dietas comerciais balanceadas, geralmente vendidas congeladas; dietas produzidas em domicílio, que inclui BARF; e dietas com carnes cruas em conjunto com grãos que podem ser cozidos.

Os proprietários que optam pelo fornecimento de alimentos crus para cães alegam benefícios como melhora no hálito e saúde dental, melhora de qualidade de pele e pelos, redução da quantidade de fezes e melhor digestão e absorção de nutrientes (BILLINGHURST, 2001; LONSDALE, 2001; BARF WORLD, 2017). Um estudo realizado por Algya e colaboradores (2017) avaliou a digestibilidade aparente e parâmetros sanguíneos de alimentos comerciais extrusados, cozidos e crus em cães. Cães que consumiram alimento cozido apresentaram digestibilidade da proteína bruta maior do que cães que consumiram alimento cru e extrusado. Já a digestibilidade da gordura foi maior em cães que consumiram as dietas cruas e cozidas do que em animais que consumiram a dieta extrusada. Quanto aos

parâmetros sanguíneos, os cães que consumiram as dietas cruas e cozidas apresentaram concentrações de triglicérides séricos menores do que os animais que consumiram alimento extrusado, porém as dietas cozidas e cruas continham menores teores de gordura do que a dieta extrusada, de acordo com os fabricantes.

Outros estudos avaliaram a digestibilidade de alimentos caseiros. Felix e colaboradores (2009) observaram que o alimento caseiro cozido apresentou maiores coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta e matéria orgânica quando comparado com um alimento comercial econômico e um alimento comercial superpremium. Este mesmo estudo demonstrou que cães alimentados com dieta caseira cozida apresentaram menor produção de fezes do que cães alimentados com ambos os alimentos comerciais. Porém a composição das dietas era diferente, sendo que o alimento superpremium apresentou mais que o dobro de fibra bruta do que o alimento caseiro, o que pode ter influenciado nos resultados de digestibilidade (BURROWS et al., 1982).

França (2009) avaliou a digestibilidade de seis diferentes dietas: uma ração extrusada, uma ração úmida, uma caseira com frango cru, uma caseira com frango aquecido por três minutos em micro-ondas, uma caseira com carne bovina crua e uma caseira com carne bovina aquecida por três minutos em micro-ondas. No estudo, foi observado que a digestibilidade da proteína bruta da ração seca e ração úmida foi inferior à das dietas caseiras e, a digestibilidade da gordura foi maior nas dietas caseiras de frango e a de carne bovina cozida. Para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca, a ração seca não diferiu do alimento caseiro a base de carne bovina crua, mas foi menor do que os outros alimentos. Porém, novamente, a composição das dietas utilizadas foi diferente quanto aos teores de gordura e fibra.

2.4 COMO AVALIAR ALIMENTAÇÃO CASEIRA

O primeiro passo para avaliação de uma dieta é a realização de anamnese nutricional para obtenção de histórico alimentar. Esta parte da anamnese pode trazer informações importantes como fabricante, marca, quantidade oferecida e

número de refeições no caso de alimentação com produtos comerciais e, no caso de alimentos caseiros, a quantidade oferecida de cada ingrediente, o modo de preparo e armazenamento e número de refeições (FREEMAN et al., 2011; PARR; REMILLARD, 2014). Para se determinar a adequação nutricional de uma dieta existem três métodos: estimativa de composição do alimento em software baseado na necessidade nutricional; análise laboratorial do alimento; e estudos *in vivo* com cães e gatos (NRC, 2006; PARR; REMILLARD, 2014; AAFCO, 2016).

Quando a dieta caseira é considerada, há três principais preocupações: se o perfil nutricional é adequado; se o proprietário prepara o alimento conforme as instruções; e se o proprietário manterá a receita original (REMILLARD; CRANE, 2010; PARR; REMILLARD, 2014).

Checar a adequação nutricional de uma dieta pode ser um desafio para profissionais das áreas de medicina veterinária e zootecnia. É preciso conhecimento técnico, acesso a bancos de dados de ingredientes e software específico. Parr e Remillard (2014) sugeriram uma lista de itens que podem ser checados em uma consulta de rotina, caso o animal seja manejado com alimento não convencional. Tais cuidados possibilitam ao profissional a identificação da necessidade de encaminhamento do paciente para um especialista.

A avaliação do peso, aliado ao escore de condição corporal, pode trazer informações importantes sobre a nutrição do paciente. Considerando o escore de condição corporal na escala de 9 pontos de Laflamme (1997), cães com escore de 1 a 3 e gatos com escore de 1 a 4 são considerados animais abaixo do peso ideal, que pode indicar baixo consumo calórico ou gasto energético maior do que o consumo calórico. Já cães e gatos com escore 6 a 9 são considerados animais acima do peso ideal e, podem estar nessa condição por consumirem mais calorias do que a necessidade de manutenção ou apresentarem baixo gasto energético (GROSS et al., 2010).

Além do escore de condição corporal, que avalia a distribuição de gordura corporal, é importante avaliar a condição muscular, pois as duas podem não estar clinicamente associadas (FREEMAN et al., 2011). Para cães e gatos é utilizado o escore de condição muscular numa escala de 4 pontos, sugerida por Michel e colaboradores (2011), onde considera-se que no escore 3 não há perda muscular, e nos escores 2, 1 e 0 há perda muscular leve, moderada e intensa, respectivamente.

Outra avaliação simples e que pode indicar algumas deficiências nutricionais em longo prazo é a avaliação de condição de pele e pelos, com atenção especial para pelagem ressecada, repilação lenta, descamação, cicatrização lenta e mudanças na cor da pelagem (ROUDEBUSH; SCHOENHERR, 2001; FREEMAN et al., 2011). Exames laboratoriais como hemograma, bioquímicos, exames de urina e painel de hormônios tireoidianos devem ser realizados para avaliar presença de doenças sistêmicas que possam causar alterações de pele e pelagem, assim como descartar doenças dermatológicas primárias.

Muitos proprietários tendem a acreditar que a dieta está adequada quando os exames laboratoriais de rotina, como hemograma, perfis renal e hepático e urinálise, apresentam valores dentro da referência. Esta informação não pode ser tomada como verdade, uma vez que poucas deficiências e excessos nutricionais são detectados nestes exames de rotina (REMILLARD; CRANE, 2010). Deficiências nutricionais que levam a anemia ferropriva ou macrocítica e hipoalbuminemia, por exemplo, podem levar semanas a meses para resultarem em sinais laboratoriais. Exames diagnósticos adicionais, como dosagem de cobalamina, folato, paratormônio (PTH) e cálcio iônico podem ser solicitados dependendo do caso, e podem ser úteis para auxiliar no diagnóstico. Porém a análise de micronutrientes é cara e de disponibilidade restrita no país, tornando os sinais clínicos e a suplementação como diagnóstico terapêutico os principais pontos para a avaliação da melhora da condição nutricional (PARR; REMILLARD, 2014).

2.5 RISCOS E CONSEQUÊNCIAS DA ALIMENTAÇÃO CASEIRA

O risco do animal desenvolver doenças relacionadas à má nutrição existe caso o mesmo consuma uma dieta inadequada, não importando o produtor, como o produto é posicionado no mercado ou mesmo se o produto é conhecido do médico-veterinário (PARR; REMILLARD, 2014).

Poucos estudos avaliaram a adequação nutricional de alimentos caseiros. Streiff e colaboradores (2002) avaliaram por análise bromatológica dietas de cães filhotes e adultos manejados com alimentos caseiros preparados pelos proprietários

previamente à atendimento veterinário em Viena, Áustria. Tanto as dietas de filhotes quanto de adultos tiveram medianas de zinco, potássio e cobre e as médias de cálcio, fósforo e vitamina E abaixo do recomendado pela *Association of American Feed Control Officials* (AAFCO). Outro estudo realizado por Stockman e colaboradores (2013) avaliou em software 200 dietas publicadas em websites, livros veterinários e livros de cuidados básicos para proprietários nos Estados Unidos. Destas, apenas três dietas estavam iguais ou acima da necessidade recomendada pelo NRC (2006). Das dietas avaliadas, 95% tinham pelo menos um nutriente que não atingia as recomendações mínimas e 83,5% apresentaram múltiplas deficiências.

Foram avaliadas também dietas caseiras publicadas em mídias populares propostas especificamente para pacientes caninos com câncer nos Estados Unidos (HEINZE; GOMEZ; FREEMAN, 2012). Das 27 dietas avaliadas, nenhuma atingiu todos os teores nutricionais recomendados pelo NRC (2006), e apenas 10 foram propostas por veterinários. Um estudo realizado por Larsen e colaboradores (2012) avaliou dietas caseiras propostas para cães e gatos com doença renal crônica. Ao todo foram avaliadas 67 dietas, 39 para cães e 28 para gatos. Todas as dietas avaliadas atingiram a necessidade mínima recomendada pelo NRC (2006) de gordura e 15,0% das dietas para cães e 25,0% das dietas para gatos apresentaram teores abaixo do recomendado pelo NRC (2006) de proteína total, como esperado em alguns casos de doença renal crônica. Porém, diversas dietas apresentaram deficiências em aminoácidos, principalmente metionina, triptofano, fenilalanina e tirosina. Quanto a minerais e vitaminas, este estudo observou que mais da metade das dietas eram deficientes em colina, selênio, zinco, cobalamina e cálcio. Para as dietas de gatos observou-se que mais de 65,0% delas eram deficientes em colina e zinco e 25,0% eram deficientes em cálcio.

Um estudo realizado no Brasil avaliou em software dietas caseiras para cães e gatos publicadas em livros e websites (PEDRINELLI; GOMES; CARCIOFI, 2017). Das 106 dietas avaliadas, sendo 80 para cães, 24 para gatos e 2 para cães e gatos, nenhuma atendeu todas as necessidades de acordo com a FEDIAF (2017). As principais deficiências encontradas nas dietas foram: ferro, deficiente em 100% das dietas para gatos e 68,0% das dietas de cães; vitamina E, com mais de 80,0% de dietas deficientes para ambas as espécies; e cálcio, com 73,0% de dietas deficientes

para ambas as espécies. Outro dado importante levantado por este estudo foi a falha em informar a quantidade recomendada de alimento, ausente em 71,0% das dietas.

Os fatores de risco associados à alimentação são diversos, e incluem o fornecimento de dietas não-convencionais, o consumo de restos de alimento em quantidade correspondente a mais do que 10,0% das calorias diárias e o fornecimento de suplementos (Quadro 1) (BALDWIN et al., 2010; FREEMAN et al., 2011).

Quadro 1 – Fatores de risco associados à nutrição de cães e gatos.

Histórico
<p>Alterações da função gastrointestinal (como, por exemplo, vômito, diarreia, náusea, flatulência e/ou constipação);</p> <p>Doença diagnosticada previamente;</p> <p>Uso de medicação e/ou suplementos;</p> <p>Dietas não-convencionais (como, por exemplo, dietas cruas, caseiras, vegetarianas ou outras);</p> <p>Petiscos, agrados ou restos de comida em quantidade maior do que 10% das calorias diárias totais;</p> <p>Habitação inadequada;</p>
Exame físico
<p>Escore de condição corporal (escala de 9 pontos): escore menor do que 4 ou maior do que 5;</p> <p>Escore de massa muscular: perda muscular leve, moderada ou intensa;</p> <p>Alterações involuntárias de peso;</p> <p>Anormalidades ou doenças dentárias;</p> <p>Baixa qualidade de pele e pelos;</p> <p>Nova doença diagnosticada ou sinal clínico.</p>

Fonte: Adaptado de Baldwin e colaboradores (2010) e Freeman e colaboradores (2011).

As consequências de deficiências nutricionais são diversas. Quanto à alterações de pele e pelagem, uma das causas nutricionais que pode ser responsável é a desnutrição protéico-energética, que pode levar a escassez de pelame ou alopecia, queratinização anormal, mudança de coloração de pelame e

alterações na cicatrização (ROUDEBUSH; SCHOENHERR, 2001). Outro problema relacionado à má nutrição e que tem relação com pelagem é a deficiência de fenilalanina e tirosina, que pode ser consequência de deficiência de proteína total. A tirosina pode ser sintetizada a partir de fenilalanina e, portanto, não é considerada um aminoácido essencial, exceto em situações de aumento de necessidade de aminoácidos como gestação, lactação e crescimento, quando é considerada como condicionalmente essencial. A deficiência destes aminoácidos pode levar à mudança de coloração de pelagem, principalmente em animais de pelagem preta, que passam a apresentar pelagem marrom-avermelhada (Figura 2). A eumelanina e a feomelanina, dois pigmentos responsáveis pela coloração de pelagem de cães e gatos, são sintetizados a partir da dopaquinona, um produto da oxidação da tirosina. Uma vez que há menos tirosina do que o recomendado, a eumelanina não apresentará expressão total e o pigmento feomelanina prevalece, o que resulta em mudança de pelagem de preto para marrom avermelhado (ROUDEBUSH; SCHOENHERR, 2001; NRC, 2006).

Figura 2 – Exemplo de mudança de coloração de pelagem de cão, de preto para marrom avermelhado, como ocorre na deficiência de fenilalanina e tirosina.

Fonte: Arquivo pessoal.

A deficiência de ácidos graxos também pode levar a pelagem ressecada e opaca, descamação e eritema, além de redução na repilação e exsudação interdigital. O ácido linoleico (18:2, ω -6) é importante na manutenção da barreira transepidermal (NRC, 2006). A pele também pode ser afetada por deficiências de nutrientes como vitaminas A e E, biotina, riboflavina e zinco. A avaliação específica destes nutrientes é cara, portanto caso se desconfie do consumo inadequado de

algum destes nutrientes, pode-se fazer o diagnóstico terapêutico e fornecer uma dieta sabidamente balanceada (PARR; REMILLARD, 2014).

Cães que consomem dietas com baixas quantidades de retinol ou beta caroteno e gatos que consomem dietas com teores de retinol baixos podem desenvolver sinais de deficiência de vitamina A. Como a vitamina A é armazenada no fígado, os sinais de sua deficiência geralmente demoram de 3 a 6 meses para serem notados, dependendo do estoque prévio no organismo do animal. Alguns dos sinais clínicos de deficiência de vitamina A são a cegueira noturna, ou nictalopia, e ressecamento de conjuntiva (xeroftalmia) (WEDEKIND et al., 2010).

Uma das maiores preocupações em relação a dietas caseiras é a deficiência de cálcio. Relação cálcio:fósforo menor do que 1:1 ou deficiência de cálcio podem desencadear o hiperparatireoidismo secundário nutricional (HSN) como consequência da tentativa do organismo de manter a homeostase do cálcio. O mecanismo de desenvolvimento desta doença se caracteriza pelo aumento da secreção de paratormônio (PTH) em resposta à redução de cálcio iônico. O PTH, por sua vez, aumenta a reabsorção óssea, reabsorção de cálcio pelos rins e aumenta a eliminação de fósforo pela urina, além de aumentar a conversão nos rins de 25-hidroxivitamina D3 em 1,25-dihidroxivitamina D3, que aumenta a absorção de cálcio pelo intestino delgado. Como consequência, microfraturas ou fraturas completas podem ocorrer. Para o diagnóstico, pode-se dosar cálcio iônico, que pode estar dentro do intervalo de referência devido aos mecanismos acima explicados, e PTH, além de radiografias para investigação de fraturas e densidade óssea (Figura 3) (NRC, 2006; WEDEKIND et al., 2010).

Em relato de caso recente, Tal e colaboradores (2018) observaram claudicação e dor em membros pélvicos em filhote da raça Schnauzer Gigante de 6 meses de idade, que consumia alimento caseiro desde os dois meses. A dieta consistia de uma receita de internet, e apresentou teores de cálcio de 0,09%, fósforo de 0,37% e vitamina D menor que 100UI/kg de matéria seca após avaliação laboratorial, e consequente relação cálcio:fósforo 1:4. Nos exames laboratoriais, cálcio ionizado e 25-hidroxivitamina D₃ estavam abaixo do intervalo mínimo de referência, e a concentração sérica de PTH estava dentro do intervalo de referência para a espécie. O conjunto destes resultados sugere a presença de HSN, juntamente com raquitismo. Teixeira e Santos (2016) relataram HSN em cão adulto

da raça Shih Tzu de 5 anos de idade, que consumia dieta caseira de eliminação que consistia de carne bovina, arroz integral e cenoura cozidos desde um ano de idade

Figura 3 – Radiografias de cães com evidências de osteopenia (A, B e C) e fraturas por consequência de hiperparatireoidismo secundário nutricional (B e C), em comparação com radiografia de cão adulto saudável (D).

Fonte: Arquivo pessoal.

por conta de prurido, com relação cálcio:fósforo estimada de 0,09:1. Neste caso, as concentrações séricas de cálcio total, cálcio ionizado e fósforo estavam dentro dos intervalos de referência para a espécie, porém a concentração de PTH estava aumentada e a proteína relacionada ao PTH não foi detectada, concluindo o diagnóstico.

Quanto à saúde oral de cães e gatos, um estudo conduzido por Gawor e colaboradores (2006) avaliou os efeitos de diferentes alimentos nesse parâmetro. Os autores observaram que cães e gatos que consumiram alimentos moles (alimentos úmidos comerciais e/ou alimentos caseiros) apresentaram pior saúde oral do que animais que consumiram alimento seco extrusado ou mistura de alimento seco e alimento úmido ou caseiro.

Em estudo semelhante publicado por Buckley e colaboradores (2011), foi avaliada por meio de questionários e avaliação clínica a influência do tipo de

alimento no index de higiene oral de cães e gatos (IHO), calculado com base nos escores de depósitos dentários, tamanho de linfonodos e saúde de gengiva, sendo que quanto menor o valor melhor a condição de higiene oral. Para os gatos avaliados, o IHO foi menor naqueles que consumiram dietas úmidas, dietas extrusadas, mistura de dietas extrusada e úmida e mistura de dieta extrusada ou úmida com alimento caseiro quando comparados com os animais que consumiram somente alimento caseiro, sugerindo que a adição de alimentos comerciais na dieta pode ser benéfica para a saúde oral de gatos. Já quanto aos resultados de cães, os que foram manejados com alimentos extrusados ou mistura de alimentos extrusados apresentaram IHO menor do que cães que consumiam alimento caseiro ou mistura de alimento caseiro e ração extrusada ou úmida, e o IHO de cães que consumiam alimentos úmidos não diferiu do de cães que consumiam alimento caseiro.

Além de potenciais deficiências e excessos nutricionais, os alimentos crus também podem apresentar o risco de contaminação por bactérias e parasitas, como *Salmonella* sp. e *Toxoplasma gondii* (FREEMAN et al., 2013). Um estudo realizado por Strohmeyer e colaboradores (2006) avaliou mais de 57 alimentos crus comerciais para cães. Destes, 59,6% tiveram algum tipo de contaminação bacteriana, e a maior parte das amostras apresentou mais de um patógeno contaminante.

O parasita *Toxoplasma gondii*, da subclasse coccidia, é muito estudado por sua importância zoonótica. Seu ciclo vital inclui felinos como hospedeiro definitivo, e pode envolver outros mamíferos, como cães e seres humanos (FORTES, 2004). Os cães, quando ingerem oocistos esporulados, podem eliminar a forma infecciosa nas fezes (LINDSEY et al., 1997). Vegetais e produtos de origem animal contaminados com oocistos, principalmente carne suína ou de ovinos, além do consumo ou contato com fezes contaminadas, são os grandes responsáveis pela infecção de *T. gondii* (FORTES, 2004; FREEMAN et al., 2013). Um estudo conduzido por Camossi e colaboradores (2008) realizado na cidade de Botucatu, em São Paulo, apontou, entre outros fatores, o consumo de carne crua como fator de risco de infecção de *T. gondii* em cães.

2.6 CONTAMINAÇÃO POR METAIS PESADOS

Metais pesados podem ser definidos como metais e semimetais que apresentam potencial tóxico para seres humanos, animais e até para o meio ambiente, mesmo em concentrações baixas. Estas substâncias podem ser do meio natural, por exemplo, originárias da crosta terrestre ou de atividade vulcânica, ou podem ser decorrentes da ação antrópica, como atividades agrícolas, industriais e mineração (BECKETT; NORDBERG; CLARKSON, 2007; SHIBAMOTO; BJELDANES, 2009). Os metais pesados podem adentrar o organismo através de inalação, ingestão de líquidos, inclusive água classificada como potável, e consumo de alimentos industrializados ou in natura. Alguns destes elementos são considerados essenciais para a saúde de animais e plantas, mas em altas dosagens podem se tornar tóxicos (BECKETT; NORDBERG; CLARKSON, 2007; BECKING; NORDBERG; NORDBERG, 2007) (Figura 4).

Figura 4 – Relação entre metais pesados e saúde de cães e gatos.

Fonte: adaptado de *Mineral Tolerance of Animals* (NRC, 2005).

Pela legislação brasileira, os elementos considerados como potencialmente tóxicos são: alumínio (Al), arsênio (As), cádmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe), mercúrio (Hg), níquel (Ni), chumbo (Pb), antimônio (Sb), selênio (Se), estanho (Sn) e zinco (Zn) (BRASIL, 2013). Já a *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*, dos Estados Unidos, considera como substâncias que podem afetar a saúde humana, além dos elementos citados acima, os seguintes: boro (B), bário (Ba), berílio (Be), cobalto (Co), tântalo (Ta) e vanádio (V) (ATSDR, 2017).

A presença de metais pesados em alimentos depende de diversos fatores, como: condição do ambiente em que o alimento foi cultivado, incluindo composição do solo; local de origem do produto; métodos de produção, incluindo exposição à defensivos e fertilizantes; e métodos de processamento do alimento. O solo é um importante compartimento ambiental, e funciona como depósito de minerais e outras substâncias. As principais fontes de metais pesados que podem influenciar na deposição no solo são fertilizantes, agroquímicos, irrigação, lodo e deposição atmosférica de emissões industriais ou urbanas (AITIO et al., 2007; BECKETT; NORDBERG; CLARKSON, 2007).

A absorção de metais pesados raramente ocorre na mucosa oral. Geralmente estes elementos são absorvidos no intestino, onde a presença de microvilosidades proporciona maior superfície de absorção e onde há maior quantidade destas substâncias em sua forma não ionizada (POLÁK et al., 1996; BECKETT; NORDBERG; CLARKSON, 2007). Um fator importante que deve ser considerado quando da ingestão de substâncias é a bioacumulação, que ocorre quando a absorção excede a capacidade de excreção, o que aumenta as concentrações de determinada substância no organismo. Os principais pontos de acúmulo de metais pesados são proteínas plasmáticas, fígado, rins, ossos, tecido adiposo, cabelos e leite materno (BECKETT; NORDBERG; CLARKSON, 2007; MOFFETT; EL-MASRI; FOWLER, 2007; EXLEY; MOLD, 2015; PASSLACK et al., 2015; COSTA JR et al., 2018).

A toxicidade de um metal pesado está relacionada ao seu acúmulo nos tecidos, e depende da frequência de exposição do organismo, quantificação de exposição e via de exposição. A toxicidade pode ser aguda ou crônica. A fase aguda pode ser consequência de uma única exposição ou múltiplas exposições dentro de um período de 24 horas. Os efeitos da intoxicação aguda podem ser observados imediatamente ou no decorrer dos dias seguintes. Já a intoxicação crônica ocorre quando a exposição aos metais pesados ocorre por período prolongado, de meses a anos (BECKING; NORDBERG; NORDBERG, 2007; MOFFETT; EL-MASRI; FOWLER, 2007). Fatores que interferem na toxicidade de metais são: forma química do metal pesado, que pode interferir na biodisponibilidade do mesmo; idade do indivíduo exposto; frequência e quantidade de exposição; interação entre metais; interação entre nutrientes comuns na dieta, como ferro, fósforo, cálcio e vitaminas A,

C e D; e formação de complexos metal-proteína (BECKETT; NORDBERG; CLARKSON, 2007; JUHASZ et al., 2008).

Há poucos estudos que avaliaram a composição destes elementos em alimentos extrusados para cães, um deles no Brasil. Fernandes e colaboradores (2018) avaliaram 95 rações para cães adultos e filhotes, de diversos segmentos de mercado quanto à quantidade de metais pesados. Neste estudo, arsênio, cádmio e mercúrio não estavam presentes em quantidades alarmantes, porém alumínio, antimônio e urânio apresentaram altas concentrações em algumas amostras, quando comparados às concentrações recomendadas para seres humanos. Neste mesmo estudo, foi observado que amostras que apresentaram altos teores de antimônio continham corantes.

A divisão *Center for Veterinary Medicine*, da *United States Food and Drug Administration* (FDA), publicou em 2011 uma revisão sobre a segurança de metais pesados em alimentos destinados a cães e gatos (FDA, 2011). O FDA sugere que não se utilize os limites para seres humanos, mas sim o nível máximo tolerado (NMT) sugerido para diferentes mamíferos pelo *Committee on Minerals and Toxic Substances in Diet and Water for Animals* (NRC, 2005) (Tabela 1). O NMT é o nível do elemento que, quando fornecido por um determinado período, não causará dano ao desempenho ou saúde do animal, e a duração do consumo do elemento influencia o teor que leva à toxicose (NRC, 2005).

Tabela 1 – Níveis máximos tolerados de metais pesados sugeridos para cães e gatos.

Nível máximo tolerado (NMT) (mg/kg de matéria seca)	
Arsênio (As)	12,5
Berílio (Be)	5,0
Cádmio (Cd)	10,0
Cobalto (Co)	2,5
Cromo (Cr)	10,0
Mercúrio (Hg)	0,27
Níquel (Ni)	50,0
Chumbo (Pb)	10,0
Antimônio (Sb)	40,0
Urânio (U)	10,0
Vanádio (V)	1,0

Fonte: U.S. Food and Drug Administration (FDA, 2011).

2.6.1 Alumínio (Al)

O alumínio ocorre naturalmente no ambiente, e representa cerca de 8,0% da composição da crosta terrestre. Pode estar presente como silicatos, óxidos e hidróxidos, em conjunto com outros elementos como sódio e flúor e complexos de matéria orgânica. Sua absorção ocorre pelo trato gastrointestinal e pelos pulmões, enquanto a excreção é feita principalmente pelos rins, como citrato de alumínio (WHO, 2010).

Alguns aditivos utilizados na alimentação animal, como a bentonita e a zeólita, contém alumínio na forma de aluminossilicatos hidratados. A biodisponibilidade deste elemento no trato gastrointestinal é menor do que 1,0% em animais, e alguns dos fatores que influenciam a absorção podem ser solubilidade, pH do meio e apresentação química (BERTHON, 2002). O alumínio pode estar presente na água potável, pelo uso de sais deste composto para auxiliar no tratamento, e também em alguns alimentos como batatas, espinafre e chá (WHO, 2010).

O alumínio reage facilmente com carbono e oxigênio, ocasionando implicações para a saúde em longo prazo de animais e seres humanos, especialmente em sistema nervoso central (YOKEL, 2000; SHAW; TOMLJENOVIC, 2013; EXLEY; VICKERS, 2014). Em estudo realizado por Katz e colaboradores (1984), foi administrado fosfato sódico de alumínio para dois grupos de Beagles, um grupo com 6 machos e outro grupo com 6 fêmeas. Neste estudo, foram utilizadas doses de 0,0%, 0,3%, 1,0% e 3,0% por 6 meses. Não foram observadas alterações sugestivas de toxicidade em testes hematológicos, bioquímicos e exame de urina, porém o grupo de fêmeas apresentou menor consumo de alimento em todas as doses, sem alteração de peso corporal (PC). Para esta população neste período de tempo, estabeleceu-se que o nível de efeito adverso não observado (NOAEL) foi de 70mg/kg PC/dia. O *Codex Alimentarius* (2017) sugere que o limite diário de Al para humanos é de 1mg/kg PC. O FDA (2011) não estabeleceu NMT para alumínio.

2.6.2 Arsênio (As)

O arsênio é um elemento amplamente encontrado na natureza, em sua forma orgânica e inorgânica. Sua absorção depende da solubilidade do composto, e as espécies mais tóxicas são as mais solúveis em água, que podem ter absorção de até 95,0%. O arsênio apresenta similaridade química com fósforo e nitrogênio e pode se apresentar em mais de 20 diferentes compostos. As formas inorgânicas de arsênio, como o arsenito (As^{3+}) e o arsenato (As^{5+}), são as mais tóxicas quando comparadas com as formas orgânicas, como o dimetilarsênico (DMA) e o monometilarsênico (MMA) (FOWLER et al., 2007). Apesar de muitas vezes ser vista apenas como componente tóxico, estudos com diferentes espécies, como cabras, ratos e frangos indicam haver necessidade deste elemento para evitar sinais como redução de taxa de crescimento, comprometimento de fertilidade e mortalidade perinatal (NRC, 2006).

A contaminação por arsênio pode ocorrer em contato com atmosfera, água, plantas e produtos de origem animal que contenham o elemento. O contato com alguns produtos industrializados, como couro ou madeira, ou com produção de vidros, tintas e plásticos, além do contato com alguns pesticidas e herbicidas (FOWLER et al., 2007; NACHMAN et al., 2017).

Após o contato com arsênio, as concentrações deste elemento em fígado, rins, baço e pulmão podem se elevar. Após algumas semanas de contato contínuo com o elemento, ele pode ser translocado para cabelos, unha e pele. Em seres humanos as principais consequências de intoxicação são doenças cardiovasculares, distúrbios de sistema nervoso central e periférico e desenvolvimento de tumores (FOWLER et al., 2007).

Juhasz e colaboradores (2008) observaram que, para suínos, houve influência da composição de polissacarídeos de vegetais na absorção gastrointestinal de arsênio. No mesmo estudo, foi observado que a biodisponibilidade de arsênio inorgânico foi de 100,0%, e a de alface e acelga foi de 50,0%. Em aves de produção, pode ocorrer exposição ao arsênio pelo uso de medicamentos anticoccidianos. O maior impacto é causado pela fração do medicamento que é excretada nas fezes, e como a cama da granja é insumo

utilizado como fertilizante, pode atingir produtos de origem vegetal, solo e corpos d'água (FOWLER et al., 2007). Nachman e colaboradores (2012) avaliaram os tipos de arsênio em farinha de penas, que podem ser utilizadas como fertilizantes ou na alimentação animal. Todas as amostras, de 12 produtos da China e Estados Unidos, indicaram presença de arsênio, variando de 0,04 a 4,1mg/kg de produto. Quando feita a diferenciação de espécies de arsênio presentes, os do tipo inorgânico representaram de 37,0 a 83,0% do arsênio total das amostras.

Em cães, um estudo conduzido por Vásquez e colaboradores (2013) avaliou amostras de pelo como biomarcadores de contaminação por arsênico em duas regiões da Argentina, Los Alamos e Buenos Aires. Segundo os autores, a maioria dos animais consumiam dietas caseiras como principal fonte de alimento. O estudo encontrou que fêmeas tiveram maiores quantidades de arsênio do que machos, que pode ser explicada pela diferença de estrutura dos pelos entre machos e fêmeas. Além disso, o estudo demonstrou que a concentração média de arsênio encontrada nos pelos de cães da região de Los Alamos foi sete vezes maior do que de Buenos Aires, e 24 vezes maior do que o teor deste elemento observado em cães não expostos ao arsênio.

A recomendação de limite de arsênio total em alimentos para consumo humano pelo *Codex Alimentarius* (2017) é de 3µg/kg de peso corporal/dia. Os limites máximos de arsênio total por categoria de alimento de acordo com a legislação brasileira, assim como recomendações internacionais pelo *Codex Alimentarius* (2017), se encontram na Tabela 2. Para alimentos destinados a pets, a recomendação de NMT é de 12,5mg/kg de matéria seca (FDA, 2011).

2.6.3 Cádmio (Cd)

Devido ao seu comportamento químico no solo e da habilidade de plantas e animais de acumulá-lo, o cádmio é considerado um dos metais mais tóxicos da natureza. O cádmio não é essencial para processos biológicos de animais, e pode apresentar capacidade de combinação com outros elementos metálicos como zinco e cobre (NORDBERG et al., 2007).

Tabela 2 – Limite máximo permitido de arsênio total em produtos alimentícios.

Categoria	Limite máximo (mg/kg)	
	Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)	<i>Codex Alimentarius</i>
Óleos e gorduras de origem vegetal e animal	0,10	0,10
Trigo e derivados (exceto óleo)	0,20	---
Arroz e derivados (exceto óleo)	0,30	0,35
Arroz polido	---	0,20
Hortaliças do gênero <i>Brassica</i> (exemplos: couve, mostarda e couve-flor)	0,30	---
Hortaliças leguminosas	0,10	---
Raízes e tubérculos	0,20	---
Frutas frescas	0,30	---
Leite e produtos lácteos sem adição, sem diluir e sem concentrar	0,05	---
Creme de leite	0,10	---
Queijos	0,50	---
Sal para consumo humano	0,50	0,50
Carne de bovinos, ovinos, suínos, caprinos e aves e seus derivados	0,50	---
Miúdos de bovinos, ovinos, suínos, caprinos e aves	1,00	---
Ovos e produtos de ovos	0,50	---
Peixes	1,00	---

Fonte: Brasil (2013) e *Codex Alimentarius* (2017).

Mais de 90,0% do cádmio presente no meio ambiente é proveniente de fontes antrópicas, como indústria e agricultura. Este elemento está presente na fabricação de insumos agropecuários, principalmente fertilizantes fosfatados. O cádmio é mais facilmente absorvido por organismos aquáticos, na sua forma livre Cd^{2+} , portanto moluscos, crustáceos e fungos são acumuladores naturais de cádmio. O cádmio apresenta meia vida longa, de 10 a 30 anos (NORDBERG et al., 2007; PASSLACK et al., 2015).

O consumo de alimentos contaminados é a principal fonte de exposição ao cádmio, apesar da absorção após consumo ser baixa – de 3,0 a 5,0%. Fatores que podem aumentar a absorção de cádmio são o baixo teor de cálcio na dieta, assim como a deficiência de ferro (NORDBERG et al., 2007). O ácido fítico funciona como quelante, inibindo a absorção de cádmio no trato gastrointestinal. Os principais órgãos que acumulam cádmio são fígado e rins. As principais ações do cádmio no organismo são toxicidade renal, que resulta em lesão de células tubulares, e a desmineralização óssea pela substituição de cálcio (NORDBERG et al., 2007; PASSLACK et al., 2015).

Os maiores responsáveis pela exposição de cádmio são cereais e vegetais. Alkmin Filho e colaboradores (2014) avaliaram a presença de metais pesados em tecidos de aves e suínos. De 110 amostras avaliadas de rins de aves, 16,3% indicaram presença de cádmio e apenas uma ultrapassou os limites estipulados pela ANVISA. Já em rins suínos, 67,8% das amostras indicaram presença de cádmio e 4 amostras excederam o limite estabelecido pela ANVISA.

A sugestão de limite de consumo humano de cádmio é de 25µg/kg de peso corporal/mês (CODEX ALIMENTARIUS, 2017). Os limites máximos de cádmio total por categoria de alimento de acordo com a legislação brasileira, assim como recomendações internacionais pelo *Codex Alimentarius* (2017), estão apresentados na Tabela 3. Para alimentos destinados a pets, a recomendação de NMT é de 10mg/kg de matéria seca (FDA, 2011).

Tabela 3 – Limite máximo permitido de cádmio total em produtos alimentícios.

Categoria	Limite máximo (mg/kg)	
	Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)	<i>Codex Alimentarius</i>
Cereais	0,10	0,10
Trigo e derivados	0,20	0,20
Arroz e derivados	0,40	0,35
Arroz polido	---	0,20
Soja em grãos	0,20	---
Hortaliças do gênero <i>Brassica</i> (exemplos: couve, mostarda e couve-flor)	0,05	0,05
Hortaliças leguminosas	0,10	0,10
Raízes e tubérculos	0,10	0,10
Frutas frescas	0,05	---
Leite e produtos lácteos sem adição, sem diluir e sem concentrar	0,05	---
Creme de leite	0,20	---
Queijos	0,50	---
Sal para consumo humano	0,50	0,50
Carne de bovinos, ovinos, suínos, caprinos e aves e seus derivados	0,05	---
Fígado de bovinos, ovinos, suínos, caprinos e aves	0,50	---
Rins de bovinos, ovinos, suínos e caprinos	1,00	---
Peixes	0,05	---

Fonte: Brasil (2013) e *Codex Alimentarius* (2017).

2.6.4 Chumbo (Pb)

O chumbo é encontrado em abundância na crosta terrestre, e parte desta abundância se dá pela ocorrência do minério galena, que possui 86,0% de chumbo em sua composição. A contaminação do solo pode acontecer de maneira natural ou por atividades antrópicas, como mineração, processos industriais e emissão de poluentes veiculares (SKERFVING; BERGDAHL, 2007).

As principais vias de exposição ao chumbo são a respiratória e gastrointestinal. Para seres humanos adultos, a taxa de absorção é de 16,0%, enquanto a de crianças pode chegar a 50,0%. Após introdução no organismo, o chumbo não sofre metabolização, sendo diretamente absorvido no duodeno, distribuído para a corrente sanguínea e excretado de forma gradual pelas vias renais e biliares. Sua absorção depende da ingestão de cálcio, ferro, fósforo e proteínas. A meia vida do chumbo na corrente sanguínea é de 37 dias, em tecidos de 40 dias e nos ossos de 27 anos (POLÁK et al., 1996; TOMZA-MARCINIAK et al., 2012).

Em estudo conduzido por Polak e colaboradores (1996) em ratos, foi observado que o chumbo foi mais absorvido quando não havia conteúdo alimentar no estômago quando comparado com período pós-prandial. No mesmo estudo, foi observado que a suplementação de cálcio reduziu a biodisponibilidade do chumbo.

Os efeitos da contaminação por chumbo são variados, podendo apresentar sinais de neurotoxicidade, distúrbios hematológicos, alterações renais, hipertensão arterial e carcinogênese (SKERFVING; BERGDAHL, 2007).

Baseado em análises de dose-resposta, as diretrizes antigas do *Codex Alimentarius* (2017) foram mantidas e não foi estabelecido novo limite seguro de ingestão. Os limites máximos de chumbo total por categoria de alimento de acordo com a legislação brasileira, assim como recomendações internacionais pelo *Codex Alimentarius* (2017), estão apresentados na Tabela 4. Para alimentos destinados a pets, a recomendação de NMT é de 10mg/kg de matéria seca (FDA, 2011).

Tabela 4 – Limite máximo permitido de chumbo total em produtos alimentícios.

Categoria	Limite máximo (mg/kg)	
	Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)	<i>Codex Alimentarius</i>
Óleos e gorduras de origem vegetal e/ou animal	0,10	0,10
Cereais	0,20	0,20
Trigo e derivados	0,20	---
Arroz e derivados	0,20	---
Hortaliças do gênero <i>Brassica</i> (exemplos: couve, mostarda e couve-flor)	0,30	0,10
Hortaliças leguminosas	0,10	0,10
Raízes e tubérculos	0,10	0,10
Frutas frescas	0,10	0,10
Leite e produtos lácteos sem adição, sem diluir e sem concentrar	0,02	0,02
Creme de leite	0,10	---
Queijos	0,40	---
Sal para consumo humano	2,00	2,00
Carne de bovinos, ovinos, suínos, caprinos e aves e seus derivados	0,10	0,10
Fígado de bovinos, ovinos, suínos, caprinos e aves	0,50	0,50
Rins de bovinos, ovinos, suínos e caprinos	0,50	0,50
Ovos e produtos de ovos	0,10	---
Peixes	0,30	0,30

Fonte: Brasil (2013) e *Codex Alimentarius* (2017).

2.6.5 Cobalto (Co)

Cobalto é um elemento relativamente raro na crosta terrestre, e é essencial para mamíferos na forma de cobalamina. A maior parte do cobalto ingerida geralmente é inorgânica, sendo a cobalamina ingerida apenas em frações pequenas. Alguns dos ingredientes que mais contém cobalamina são moluscos, fígado bovino e rim bovino (USDA, 2018). A microbiota intestinal de cães e gatos pode sintetizar cobalamina se cobalto estiver presente no lúmen, porém o sítio de produção é caudal ao sítio de absorção deste nutriente, portanto a adição de Co com esta finalidade não é indicada (NRC, 2006).

O cobalto presente no solo é parcialmente absorvido por plantas e animais. Altos teores de cobalto podem ser resultantes de despejo de lodo ou do uso de fertilizantes fosfatados (LISON, 2007). A biodisponibilidade por via oral deste

elemento varia muito de acordo com a solubilidade do composto, podendo ser de 5,0 a 45,0%. Em seres humanos, a principal via de contaminação de cobalto é a aérea, principalmente devido a exposição ocupacional, podendo causar asma e até mesmo câncer de pulmão (LISON, 2007). Em mamíferos, o fígado tem a maior concentração de cobalto, seguido de rim e coração (NRC, 2005).

Em ratos, o cobalto interage com ferro na mucosa intestinal e são antagonistas, podendo esta interferência ocorrer em outros mamíferos monogástricos (THOMSON; VALBERG; SINCLAIR, 1971). Já dietas para suínos com teores altos de cobalto, porém abaixo do NMT, tiveram absorção de zinco aumentada (CHUNG; HOEKSTRA; GRUMMER, 1976). Não há estudos sobre a toxicidade de cobalto em cães e gatos, mas em outros mamíferos monogástricos como ratos e suínos os sinais observados foram degeneração testicular, cardiomiopatia, diarreia e vômito (VAN VLEET; REBAR; FERRANS, 1977; ANDERSON et al., 1992).

Quanto à ingestão, tanto a Anvisa (BRASIL, 2013) quanto *Codex Alimentarius* (2017) não estipulam teores seguros de consumo ou de presença de Co em alimentos para seres humanos. Para alimentos destinados a pets, a recomendação de NMT é de 2,5mg/kg de matéria seca (FDA, 2011).

2.6.6 Mercúrio (Hg)

O mercúrio está presente naturalmente no ambiente como resultado de atividade vulcânica, desgaste de formações rochosas, movimentação de águas e processos biológicos. Sua existência ocorre em várias formas, como elementar e inorgânica, às quais ocorre a exposição através de ocupação laboral, e também na forma orgânica (metilmercúrio, por exemplo), à qual ocorre exposição através da alimentação (BERLIN; ZALUPS; FOWLER, 2007; WHO, 2017). Uma vez no ambiente, o mercúrio pode ser transformado em metilmercúrio através da ação de bactérias (WOOD; WANG, 1983). O metilmercúrio, então, é bioacumulado em organismos e pode se biomagnificar, o que ocorre quando um predador, como um peixe, por exemplo, consome presas que já apresentavam acúmulo do composto em

seu organismo (NRC, 2005; WHO, 2017). Para monitorar o grau de contaminação, a avaliação de concentrações de mercúrio em cães e gatos pode ser realizada pela análise em sangue ou pelo, que possuem correlação positiva entre eles (SOUSA et al., 2013).

Os teores de mercúrio em legumes, verduras e produtos à base de carne geralmente estão abaixo de $7\mu\text{g/kg}$ e, nos legumes e cereais, normalmente estão abaixo de $50\mu\text{g/kg}$ (CODEX ALIMENTARIUS, 2017). Os produtos que geralmente apresentam a maior concentração de mercúrio são os peixes e frutos do mar. Segundo Shibamoto e Bjeldanes (2009), 99,0% dos peixes pescados em todo o mundo não excedem 500mg/kg . A absorção de mercúrio inorgânico pelo trato gastrointestinal pode variar de 1,0 a 40,0%, dependendo da espécie, idade, pH intestinal e composição da dieta, enquanto a absorção da forma orgânica é mais eficiente, em torno de 90,0% (ATSDR, 1999). O maior acúmulo de metilmercúrio no organismo após seu consumo ocorre no fígado, rins e baço, mas cérebro e músculos também podem apresentar quantidades elevadas deste elemento. A excreção de mercúrio orgânico ocorre principalmente através de urina e fezes, via bile, mas pode ocorrer também através da expiração (NRC, 2005).

A alta afinidade de íons de mercúrio por grupos tiol ou sulfidril de proteínas é provavelmente o mais importante mecanismo de toxicidade deste elemento (ATSDR, 1999). Pela interação com grupos tiol intracelulares, o mercúrio promove estresse oxidativo, peroxidação de lipídios e alterações no metabolismo do grupo heme. O sistema nervoso central é o mais afetado pela exposição crônica a mercúrio orgânico. Avaliação histológica dos tecidos pode evidenciar degeneração neuronal, perda de astrócitos e proliferação da glia na porção cortical cerebral (NRC, 2005).

Um estudo realizado por Luippold e Gustin (2016) avaliou as concentrações de mercúrio em alimentos secos e úmidos para cães e gatos nos Estados Unidos. Os alimentos que apresentaram maiores concentrações de mercúrio continham atum, camarão e salmão, sugerindo maior contaminação de alimentos com pescados e frutos do mar.

O consumo de mercúrio orgânico por gatos foi avaliado por Charbonneau e colaboradores (1976), que observaram sinais de alteração neurocomportamental após a ingestão de $0,046\text{mg}$ de Hg/kg de PC/dia presente em peixes contaminados. Ao consumirem $0,074\text{mg}$ de Hg/kg de PC/dia, os gatos apresentaram sinais

neurológicos incluindo convulsões. A partir deste estudo se estabeleceu que o consumo seguro para gatos seja de 0,02mg de Hg/kg de PC/dia, o que seria equivalente a 0,27mg de Hg/kg de alimento na matéria seca.

A sugestão de limite de consumo humano de mercúrio é de 4µg/kg de peso corporal/semana (CODEX ALIMENTARIUS, 2017). Os limites máximos de mercúrio total por categoria de alimento de acordo com a legislação brasileira, assim como recomendações internacionais pelo *Codex Alimentarius* (2017), estão apresentados na Tabela 5. Para alimentos destinados a pets, a recomendação de NMT é de 0,267mg/kg de matéria seca (FDA, 2011).

Tabela 5 – Limite máximo permitido de mercúrio total em produtos alimentícios.

Categoria	Limite máximo (mg/kg)	
	Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)	<i>Codex Alimentarius</i>
Peixes, exceto predadores	0,50	0,50
Peixes predadores	1,00	1,00
Crustáceos	0,50	---
Sal para consumo humano	---	0,10

Fonte: Brasil (2013) e *Codex Alimentarius* (2017).

2.6.7 Urânio (U)

O urânio não é encontrado em depósitos concentrados na crosta terrestre, e grande parte do minério do qual é extraído contém apenas 0,1 % deste elemento. As maiores fontes de contato com urânio são através de água de poços e alimentos, especialmente dietas ricas em carne bovina, rim bovino, cebolas, salsinha e sal (NRC, 2005; KEITH; FAROON; FOWLER, 2007). Em produtos voltados à alimentação animal, a maior preocupação é a de fosfatos utilizados em premix. Reid e Sacket (1977) encontraram em fosfatos com 18,0% de fósforo destinados à alimentação animal, de 70 a 180mg/kg de urânio.

Em seres humanos e outros mamíferos monogástricos, a absorção de urânio pelo trato gastrointestinal é em torno de 2,0 a 6,0%, independentemente da quantidade ingerida (WRENN; DURBIN; HOWARD, 1985; ANKE et al., 2000). A

excreção de urânio ocorre principalmente pelos rins, e a baixa retenção de urânio pelo organismo se concentra principalmente no esqueleto, fígado e rins (NRC, 2005). Os principais sinais de toxicidade por alto consumo de urânio são de origem renal, pois este elemento se acumula no epitélio tubular e causa necrose destas células (KEITH; FAROON; FOWLER, 2007). Quanto à ingestão, tanto a Anvisa (BRASIL, 2013) quanto *Codex Alimentarius* (2017) não estipulam teores seguros de consumo ou de presença em alimentos de urânio para seres humanos. Para alimentos destinados a pets, a recomendação de NMT é de 10mg/kg de matéria seca (FDA, 2011).

2.6.8 Vanádio (V)

O vanádio está presente em mais de 50 minerais de ocorrência natural, em óleos e carvão. Os metais mais usados pela indústria que contém vanádio são a carnotita, roscoedita, patronita e vanadinita. A alimentação é a principal fonte de exposição ao vanádio, que está presente nos alimentos principalmente na forma de vanadil. Alimentos que poder apresentar concentrações relativamente altas de vanádio são pimenta do reino, cogumelos, salsinha e moluscos (NIELSEN, 1991). Em alimentos voltados à produção animal, a maior preocupação é nos fosfatos utilizados em premix, que podem conter até 6000mg/kg de vanádio (NRC, 2005).

A absorção de vanádio ocorre principalmente pelo trato gastrointestinal, e pode variar de 1,0 a 10,0% da quantidade ingerida (NRC, 2005). No estômago de monogástricos, a maior parte de vanádio é convertido em vanadato e depois em vanadil. Porém, se consumido em grandes quantidades, parte do vanadato segue sem ser convertido e, é absorvido de 3 a 5 vezes mais do que o vanadil (NIELSEN, 1993). O vanádio absorvido é excretado principalmente pelos rins, e pequena quantidade é excretada pelas fezes. Os sinais de intoxicação por altas doses de vanádio podem ser perda de peso em animais adultos, redução de fertilidade, diarreia e até mesmo óbito (NRC, 2005). Quanto à ingestão, tanto a Anvisa (BRASIL, 2013) quanto *Codex Alimentarius* (2017) não estipulam teores seguros de

consumo de vanádio para seres humanos. Para alimentos destinados a pets, a recomendação de NMT é de 1mg/kg de matéria seca (FDA, 2011).

3 HIPÓTESE

Devido à maior procura de alimentos caseiros por proprietários de cães e gatos e também às evidências de riscos de deficiências nutricionais em avaliações laboratoriais neste tipo de alimento em outros países, há a possibilidade de semelhança do quadro no Brasil.

Assim, a hipótese do presente estudo é que alimentos caseiros para cães e gatos utilizados no Brasil apresentam deficiências nutricionais se não formulados adequadamente, gerando risco de desenvolvimento de doenças, principalmente em longo prazo.

4 OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivo analisar a composição de macro nutrientes e minerais de alimentos caseiros para cães e gatos preparados a partir de receitas publicadas em mídias em português e avaliar sua adequação nutricional comparando os resultados obtidos com as recomendações da *Nutritional Guidelines for Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs* (FEDIAF, 2018) e *Nutrient Requirements of Dogs and Cats* (NRC, 2006).

Além disso, este estudo teve como objetivo secundário avaliar a concentração de metais pesados em alimentos caseiros para cães e gatos, e compará-los com os níveis máximos tolerados estipulados pelo *Center for Veterinary Medicine*, da *United States Food and Drug Administration* (FDA, 2011), e pelo *Committee on Minerals and Toxic Substances in Diet and Water for Animals* (NRC, 2005).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 APROVAÇÃO PELA COMISSÃO DE ÉTICA

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, sob protocolo número 3721060418.

5.2 ALIMENTOS

5.2.1 Seleção de receitas de alimentos

Foram selecionadas receitas de alimentos provenientes de websites, artigos científicos e livros digitalizados veterinários ou não especializados, publicados em português. Foram considerados apenas receitas de alimentos indicados para cães e gatos adultos saudáveis.

Como critérios de exclusão do estudo foram desconsiderados alimentos que não apresentaram recomendação de uso diário, alimentos considerados pelos autores das receitas como petiscos e sucedâneos do leite. Além disso, não foram consideradas receitas de alimentos que não descreveram quantidade de um ou mais ingredientes. Receitas iguais em websites diferentes também não foram consideradas.

A pesquisa em websites foi realizada a partir do buscador Google. Os termos de busca utilizados foram: “receita caseira cão”, “receita caseira gato”, “alimento caseiro cão”, “alimento caseiro gato”, “receita comida cão”, “receita comida gato”, “dieta caseira cão” e “dieta caseira gato”. Foram consideradas receitas encontradas até a página 10 do buscador para cada termo de busca. Para pesquisa de receitas em artigos científicos foram feitas buscas nas bases de dados Scopus,

PubMed, Web of Science e Google Scholar, utilizando os mesmos termos empregados no buscador Google.

As receitas que se enquadraram nos quesitos do estudo foram então numeradas para cada espécie, e então foram sorteadas 75 dietas para cães e 25 dietas para gatos.

5.2.2 Obtenção dos alimentos e preparo das receitas selecionadas

Os ingredientes foram comprados em três mercados na cidade de São Paulo (São Paulo, Brasil). Quando possível os ingredientes foram adquiridos frescos, e quando não disponíveis desta forma, foram adquiridos congelados.

O preparo dos alimentos a partir das receitas selecionadas foi realizado de acordo com a especificação de ingredientes e modo de cozimento indicados em cada receita. Foram preparadas amostras de 500 gramas de cada alimento para as devidas análises laboratoriais.

Os ingredientes foram pesados em balança digital, e depois misturados e homogeneizados em processador de alimentos. Para receitas que indicaram variações na quantidade de um mesmo ingrediente, foi considerada a quantidade média. Para receitas que indicaram unidades do ingrediente específico, foi considerado o peso indicado pelo USDA (2018). Quando ocorreu indicação de suplementação sem especificação de marca e fabricante, foi utilizado suplemento comercial em pó próprio para alimentação caseira de cães adultos saudáveis (Tabela 6). Não foi recomendado como ingrediente suplemento vitamínico-mineral nas receitas para gatos, por isso o mesmo não foi utilizado.

Quando indicado suplemento como ingrediente na receita, mas não especificada a quantidade, foi utilizada a quantidade média indicada pelo fabricante. Quanto ao preparo, quando não especificado se o ingrediente seria cru ou cozido, optou-se pelo cozimento dos ingredientes, que é a forma mais comum de alimento caseiro (REMILLARD, 2008).

Tabela 6 – Composição nutricional de suplemento comercial próprio para alimentação caseira de cães adultos saudáveis¹, como indicado no rótulo do fabricante.

Níveis de garantia por quilo do produto				
Ácido fólico (mín.)	8	mg	L-metionina (mín.)	1139 mg
Ácido pantotênico (mín.)	142	mg	Magnésio (mín.)	7262 mg
Biotina (mín.)	7	mg	Mananoligossacarídeos (mín.)	2136 mg
Cálcio (mín./máx.)	160 / 200	g	Manganês (mín.)	300 mg
Cisteína (mín.)	546	mg	Matéria mineral (máx.)	750 g
Cobalto (mín.)	3	mg	Niacina (mín.)	484 mg
Cobre (mín.)	262	mg	Potássio (mín.)	57 g
Colina (mín.)	3560	mg	Prolina (mín.)	2136 mg
Cúrcuma (mín.)	2000	mg	Proteína bruta (mín.)	60 g
Extrato de alecrim (mín.)	200	mg	Selênio (mín.)	11 mg
Extrato de Yucca (mín.)	2421	mg	Tirosina (mín.)	2136 mg
Extrato etéreo (mín.)	4000	mg	Treonina (mín.)	712 mg
Ferro (mín.)	570	mg	Umidade (máx.)	60 g
Fibra bruta (máx.)	90	g	Valina (mín.)	2136 mg
Fósforo (mín.)	67	g	Vitamina A (mín.)	178000 UI
Frutooligossacarídeos (mín.)	1424	mg	Vitamina B1 (mín.)	64 mg
Glicina (mín.)	2136	mg	Vitamina B12 (mín.)	997 µg
Histidina (mín.)	1420	mg	Vitamina B2 (mín.)	150 mg
Iodo (mín.)	50	mg	Vitamina B6 (mín.)	36 mg
Isoleucina (mín.)	2136	mg	Vitamina D3 (mín.)	28480 UI
L-arginina (mín.)	2136	mg	Vitamina E (mín.)	8544 UI
L-glutamina (mín.)	2136	mg	Vitamina K3 (mín.)	61 mg
L-lisina (mín.)	2136	mg	Zinco (mín.)	2136 mg

¹Food Dog Adulto Manutenção (Botupharma, Botucatu, SP, Brasil). Composição: ácido fólico, ácido pantotênico, biomassa de microalgas *Spirulina platensis*, biotina, carbonato de cálcio, Cisteína, cloreto de colina, cloreto de potássio, cobalto aminoácido quelato, cobre aminoácido quelato, complexo selênio aminoácido, cúrcuma, extrato de alecrim, extrato de Yucca, ferro aminoácido quelato, fosfato bicálcico, Frutooligossacarídeos, glicina, histidina, Isoleucina, L-arginina, L-glutamina, L-lisina, L-metionina, L-treonina, magnésio aminoácido quelato, manganês aminoácido quelato, niacina, parede celular de levedura, Prolina, tirosina, transquelato de iodo, valina, vitamina A, vitamina B1, vitamina B12, vitamina B2, vitamina B6, vitamina D3, vitamina E, vitamina K3 e zinco aminoácido quelato.

5.3 ANÁLISES LABORATORIAIS

5.3.1 Análises bromatológicas

As amostras foram desidratadas em estufa de ventilação forçada (Marconi MA035/2, Piracicaba, Brasil) a 55°C por 72 horas de acordo com método proposto pela AOAC (2006). Na sequência, foram então moídas e a matéria seca foi

determinada em estufa a 105°C por oito horas (Fanen 315, São Paulo, Brasil). As análises de proteína bruta foram realizadas pelo método de Kjeldahl, as análises de extrato etéreo foram realizadas pelo método de Soxhlet e a matéria mineral foi determinada por incineração em mufla a 550°C (AOAC, 1995, 2006). As análises de fibra bruta foram realizadas de acordo com método de Weende (WILLIAMS; OLMSTED, 1935). O cálculo dos extrativos não nitrogenados (ENN) foi realizado através da diferença entre matéria seca e a soma de matéria mineral, fibra bruta, proteína bruta e extrato etéreo (NRC, 2006).

Estas análises foram realizadas em duplicata (proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral) ou triplicata (fibra bruta) no Laboratório Multiusuário de Nutrição Animal e Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, e realizada repetição quando o coeficiente de variação entre as duplicatas foi maior do que 5,0%.

5.3.2 Análises de minerais e metais pesados

O preparo por solução de via úmida para a análise de minerais foi realizado pela pesagem de 200mg de amostra em matéria seca, acondicionada em tubo de ensaio de 100mL. Em seguida, adicionou-se 4mL de ácido nítrico (HNO_3) concentrado e, na sequência, os tubos foram deixados em repouso por 30 minutos. As amostras foram colocadas em chapa de aquecimento, onde permaneceram em fervura até redução de cerca de metade do volume de ácido nítrico. A chapa aquecida foi então desligada, e após o resfriamento dos tubos, 1mL de ácido perclórico (HClO_4) foi adicionado em cada amostra, as quais foram novamente aquecidas até o volume da amostra atingir 2mL, seguido de resfriamento dos tubos (SILVA, 1981). O preparo das amostras de solução por via úmida foi realizado no Laboratório Multiusuário de Nutrição Animal e Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

Para a digestão fechada em micro-ondas para a análise dos metais pesados, aproximadamente 0,5 grama de amostra em matéria seca foi pesado e colocado em tubos de polipropileno para digestão assistida por micro-ondas (Multiwave GO, (Anton Paar, Austria), adicionados de 1,5mL de HNO_3 P.A. e 2,0mL de H_2O_2 . A mistura permaneceu em repouso por 30 minutos e então 4,5mL de água ultrapura foram adicionados. Os tubos foram então colocados em micro-ondas e submetidos à aquecimento em duas fases: na primeira, as amostras foram aquecidas por 20 minutos até atingir 180°C em potência 400W; na segunda fase, as amostras foram aquecidas por 180°C na potência de 800W por 10 minutos, e depois foi realizado o resfriamento por 10 minutos. O preparo das amostras por digestão em micro-ondas foi realizado no laboratório de análises da empresa Biorigin Brasil (Lençóis Paulista, SP, Brasil).

Após o procedimento de digestão, as amostras foram transferidas para tubos de polietileno e os volumes foram completados com água ultrapura até atingirem 15mL (COSTA et al., 2013).

As análises das amostras foram realizadas por espectrometria de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) (ICPE-9000, Shimadzu do Brasil), no Laboratório Multiusuário de Nutrição Animal e Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, cujas condições operacionais estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Condições operacionais da espectrometria de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) com configuração axial.

Parâmetro	Características
Potência de radiofrequência (W)	1200
Taxa de fluxo de plasma vaporizado (L/min)	10
Taxa de fluxo de gás auxiliar (L/min)	0,6
Tempo de exposição (s)	30
Taxa de fluxo de gás nebulizador (L/min)	0,7
Tipo de nebulizador	Concêntrico
Câmara de spray	Ciclone
Número de réplicas	3

O procedimento foi realizado em triplicata. Para os elementos As, Hg, Se e Sb foi utilizado gerador de hidretos (hydrideICP, Elemental Scientific) acoplado ao ICP-OES. Para assegurar a veracidade dos resultados, entre as amostras utilizou-se água Milli-Q para limpeza do sistema e a cada 10 análises de amostras determinadas pelo aparelho de ICP-OES foi realizada limpeza do sistema com ácido nítrico a 1,0%.

A preparação das curvas de calibração foi feita através de soluções padronizadas multielementares (Specsol, Quimilab, Brasil) de 100mg/L para os elementos Al, As, B, Be, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Sb, Sn, V e Zn, e padrões monoelementares de 100mg/L de U. Curvas de calibração foram preparadas para intervalo de 0,1 a 5mg/L para Cu, Zn, Na e Mn, de 0,5 a 100mg/L para Ca, P, Mg e K e de 0,001 a 2mg/L para os elementos Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Fe, Hg, Ni, Pb, Se, Sb, Sn, U e V.

Os minerais cloro (Cl) e iodo (I) não foram avaliados, pois a metodologia empregada para digestão neste estudo não permite a avaliação destes elementos devido à sua alta energia de ionização, por exemplo o iodo, do qual apenas 29,0% dos átomos são ionizados em plasma de argônio (MONTASER, 1998).

5.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A verificação da distribuição normal ou não dos dados foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal foi utilizado o teste T de Student para avaliação de efeito das diferenças entre os resultados encontrados e as recomendações nutricionais do NRC (2006) e FEDIAF (2018) no caso de minerais, considerando os valores mínimos e máximos, quando houveram. Para as variáveis que não apresentaram distribuição normal, o teste de Wilcoxon foi utilizado para avaliação de efeito das diferenças entre os resultados encontrados e as recomendações. Para comparação dos resultados de minerais essenciais e análises bromatológicas, foram considerados os valores de recomendação para 1000 kcal da FEDIAF (2018), para cães pouco ativos considerando consumo diário de 95 kcal/kg PC^{0,75} e para gatos pouco ativos, considerou-se consumo diário de 75

kcal/kg PC^{0,67}, e com as recomendações do NRC para cães adultos inativos e gatos adultos (2006). Não foram realizadas análises estatísticas de matéria seca, fibra bruta e matéria mineral, pois tanto NRC (2006) quanto FEDIAF (2018) não apresentam recomendações mínimas para estes elementos. Para as análises de metais pesados foram considerados os níveis máximos tolerados (NMTs) recomendados pelo FDA (2011). Para os minerais cujos valores de NMTs não foram indicados pelo FDA (2011) (alumínio, boro, bário e estanho) foram utilizados os valores referentes ao NMT do mamífero mais sensível à cada um destes elementos de acordo com a publicação *Mineral Tolerance of Animals* (NRC, 2005).

Para avaliação da influência da presença ou não de suplemento e do fato da dieta ser vegetariana ou vegana na concentração de nutrientes, a verificação da distribuição normal ou não dos dados foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal foi utilizado o teste T de Student e para as variáveis que não apresentaram distribuição normal, o teste de Mann-Whitney foi utilizado para avaliação de efeito das diferenças entre as médias dos nutrientes. Para avaliação da influência do número de ingredientes da receita sobre a concentração de nutrientes foi utilizado Modelo Linear Generalizado, considerando-se o número de ingredientes como contagem com distribuição de Poisson e utilizada função de ligação logarítmica. As médias e erros padrões foram destransformados utilizando-se o teste de Tukey-Kramer.

Todas as análises acima descritas foram realizadas no software Statistical Analysis System (SAS) versão 9.4 (SAS Institute, Carolina do Norte, EUA) e valores de p menores do que 5,0% ($P < 0,05$) foram considerados significativos.

6 RESULTADOS

6.1 RECEITAS SELECIONADAS

No total, foram encontradas 243 receitas diferentes de 59 fontes, 189 para cães e 53 para gatos. Destas, 100 receitas de 35 fontes diferentes foram incluídas, 75 receitas para cães e 25 receitas para gatos. As receitas de cães foram provenientes de 29 fontes diferentes, enquanto as receitas de gatos foram obtidas de dez fontes diferentes.

Dos alimentos para cães, 12,0% (n=9/75) não continham carnes e foram considerados vegetarianos e 6,6% (n=5/75) não continham ingredientes de origem animal, e foram considerados veganos. Dos alimentos para gatos, 4,0% (n=1/25) não continham carnes e foram considerados vegetarianos, e 8,0% (n=2/25) não continham ingredientes de origem animal e foram considerados veganos.

Quanto ao cozimento, 2,7% (n=2/75) das receitas de cães especificaram preparo com ingredientes crus; 89,3% (n=67/75) com ingredientes cozidos e 8,0% (n=6/75) não especificaram o tipo de preparo e por isso foram cozidas. Das receitas para gatos, 20,0% (n=5/25) especificaram preparo com ingredientes crus; 64,0% (n=16/25) com ingredientes cozidos e 16,0% (n=4/25) não especificaram o tipo de preparo e por isso foram cozidas.

Os alimentos para cães utilizaram, em média, 6,6 ingredientes considerando os suplementos, e os alimentos para gatos utilizaram, em média, 9,1 ingredientes considerando os suplementos. Quando não considerados os suplementos, os alimentos de cães utilizaram, em média, 5,8 ingredientes e os alimentos para gatos utilizaram, em média, 6,8 ingredientes.

Os ingredientes mais utilizados para cães foram: cenoura (n=35/75; 46,7%); arroz branco (n=24/75; 32,0%); ovo de galinha (n=20/75; 26,7%); peito de frango sem pele (n=19/75; 25,3%); patinho bovino (n=17/75; 22,7%); e abobrinha (n=17/75; 22,7%). Já os ingredientes mais utilizados para gatos foram: ovo de galinha (n=10/25; 40,0%); coração bovino (n=10/25; 40,0%); cenoura (n=8/25; 32,0%); peito de frango sem pele (n=8/25; 32,0%); e fígado bovino (n=7/25; 28,0%). Os

suplementos mais utilizados nos alimentos para cães foram o vitamínico-mineral inespecífico (n=14/75; 18,7%); levedura de cerveja (n=13/75; 17,3%); farinha de casca de ovo (n=9/75; 12%); e carbonato de cálcio (n=8/75; 10,7%). Os suplementos mais utilizados nos alimentos para gatos foram taurina (n=15/25; 60,0%); carbonato de cálcio (n=9/25; 36,0%); óleo de peixe (n=9/25; 36,0%); e comprimidos inespecíficos de complexo B (n=9/25; 36,0%).

Os ingredientes utilizados como fontes de proteína, carboidratos, gordura e fibras mais utilizadas para cães estão apresentadas na Tabela 8. Esta mesma relação para alimentos de gatos está apresentada na Tabela 9. A lista completa de ingredientes utilizados nos alimentos para cães e para gatos está apresentada no Apêndice A.

Tabela 8 – Principais ingredientes utilizados como fontes de proteína, carboidrato, gordura e fibras nos 75 alimentos selecionados para cães adultos saudáveis.

	Ingrediente	N. de alimentos (%)
Proteína	Ovo de galinha	20 (26,7)
	Peito de frango sem pele	19 (25,3)
	Patinho bovino	17 (22,7)
	Fígado bovino	8 (10,7)
	Músculo bovino	6 (8,0)
Carboidrato	Arroz branco	24 (32,0)
	Arroz integral	16 (21,3)
	Feijão	6 (8,0)
	Batata inglesa	6 (8,0)
	Batata doce	6 (8,0)
Gordura	Óleo de soja	11 (14,7)
	Óleo de canola	10 (13,3)
	Azeite de oliva	9 (12,0)
	Óleo de milho	5 (6,7)
	Óleo de linhaça	2 (2,7)
Fibra	Cenoura	35 (46,7)
	Abobrinha	17 (22,7)
	Aveia	9 (12,0)
	Vagem	7 (9,3)
	Farelo de trigo	7 (9,3)

Tabela 9 – Principais ingredientes utilizados como fontes de proteína, carboidrato, gordura e fibras nos 25 alimentos selecionados para gatos adultos saudáveis.

	Ingrediente	N. de alimentos (%)
Proteína	Ovo de galinha	10 (40,0)
	Coração bovino	10 (40,0)
	Peito de frango sem pele	8 (32,0)
	Fígado bovino	7 (28,0)
	Patinho bovino	4 (16,0)
Carboidrato	Arroz integral	5 (20,0)
	Arroz branco	4 (16,0)
	Inhame	3 (12,0)
	Feijão	2 (8,0)
	Batata doce	2 (8,0)
Gordura	Óleo de soja	2 (8,0)
	Azeite de oliva	1 (4,0)
	Óleo de milho	1 (4,0)
Fibra	Cenoura	8 (32,0)
	Couve	5 (20,0)
	Abobrinha	3 (12,0)
	Vagem	3 (12,0)
	Beterraba	3 (12,0)

Apenas 15 (20,0%) dos 75 alimentos avaliados para cães indicaram suplemento vitamínico-mineral de uso veterinário, e duas (2,7%) indicaram uso de suplemento infantil humano. Apenas dois dos alimentos que utilizaram complexos vitamínicos e minerais veterinários indicaram o nome ou fabricante do produto. Dos 75 alimentos para cães avaliados, 42,7% (n=32/75) não indicaram suplementação. Se forem consideradas também as dietas que utilizaram apenas como suplemento o sal, este valor sobe para 53,3% (n=40/75). Dos 35 alimentos restantes, 8,6% (n=3/35) usaram apenas levedura de cerveja e 20,0% (n=7/35) utilizaram apenas fonte de cálcio como carbonato de cálcio e farinha de casca de ovo.

Dos 25 alimentos para gatos, nenhum indicou suplemento vitamínico-mineral de uso veterinário como ingrediente, apenas um indicou uso de suplemento infantil humano e 32,0% (n=8/25) não utilizaram nenhum tipo de suplemento. Além disso, dois alimentos (8,0%) indicaram uso apenas de carbonato de cálcio e dois alimentos (8,0%) utilizaram apenas a combinação de levedura de cerveja e taurina.

6.2 ANÁLISES BROMATOLÓGICAS E DE MINERAIS

Nenhum dos alimentos para cães e gatos atingiu todas as recomendações tanto do NRC (2006) quanto da FEDIAF (2018). Dos 75 alimentos para cães avaliados neste estudo, 100% (n=75/75) apresentaram pelo menos uma deficiência quando comparadas às recomendações do NRC (2006) e 84,0% (n=63/75) apresentaram três ou mais deficiências. Quando comparados às recomendações da FEDIAF (2018), 100% (n=75/75) dos alimentos apresentaram 3 ou mais deficiências. Já dos 25 alimentos para gatos avaliados neste estudo, 100% (n=25/25) apresentaram 3 ou mais deficiências quando comparados tanto com as recomendações do NRC (2006) quanto com as recomendações da FEDIAF (2018), 100% (n=25/25) dos alimentos apresentaram 3 ou mais deficiências.

Os resultados das análises bromatológicas e de minerais dos alimentos caseiros de cães analisados neste estudo e as recomendações do NRC (2006) se encontram na Tabela 10, e as comparações com as diretrizes da FEDIAF (2018) na Tabela 11. Os resultados das análises laboratoriais dos alimentos caseiros recomendados para gatos, bem como as comparações dos mesmos com as recomendações do NRC (2006) e da FEDIAF (2018), estão apresentados na Tabela 12 e na Tabela 13, respectivamente. Os resultados individuais das análises de cada dieta para cão se encontram no Apêndice B e para gato, no Apêndice C.

Tabela 10 – Resultados das análises bromatológicas e de minerais (expressos por 1000 kcal) de 75 alimentos caseiros para cães adultos saudáveis, em comparação com as recomendações para cães adultos do NRC (2006).

	NRC (2006)		Média ± DP (mín-máx)	CV	p	% abaixo mínimo (n)
	Mín.	Máx.				
Energia metabolizável (kcal/g)	-	-	4,28±0,37 (3,02-5,46)	0,08	-	-
Matéria seca (%)	-	-	33,52±15,00 (15,65-91,05)	0,45	-	-
Proteína bruta (g)	25,00	-	87,47±32,33 (17,36-157,01)	0,37	<0,0001	1,33 (1)
Extrato etéreo (g)	13,80	-	28,18±16,29 (0,38-79,32)	0,58	<0,0001	16,00 (12)
Fibra bruta (g)	-	-	10,20±8,61 (0,68-52,06)	0,84	-	-
Matéria mineral (g)	-	-	10,46±9,20 (1,91-80,28)	0,88	-	-
Extrativos não nitrogenados (g)	-	-	99,13±48,22 (0,53-231,76)	0,48	-	-
Cálcio (g)	1,00	-	0,91±1,24 (0,04-6,86)	1,36	0,0054	69,33 (52)
Fósforo (g)	0,75	-	1,13±0,44 (0,04-2,39)	0,40	<0,0001	17,33 (13)
Potássio (g)	1,00	-	0,80±0,39 (0,05-1,81)	0,49	<0,0001	68,00 (51)
Magnésio (g)	0,15	-	0,22±0,11 (0,01-0,48)	0,50	<0,0001	26,67 (20)
Sódio (g)	0,20	-	0,42±0,40 (0,03-1,81)	0,95	0,3480	36,00 (27)
Cobre (mg)	1,50	-	9,08±9,57 (0,73-64,51)	1,05	<0,0001	13,33 (10)
Ferro (mg)	7.50	-	11.96±9.27 (0.49-48.23)	0,77	0.9666	33.33 (25)
Manganês (mg)	1.20	-	3.53±3.38 (0.10-17.10)	0,96	0.0002	32.00 (24)
Selênio (µg)	87.50	-	0.90±5.46 (0.00-35.78)	6,09	<0.0001	100.0 (75)
Zinco (mg)	15.00	-	12.72±9.07 (0.88-47.13)	0,71	<0.0001	66.67 (50)

Legenda: NRC=*Nutrient Requirements of Dogs and Cats* (2006); DV=desvio-padrão; CV=coeficiente de variação; p=probabilidade de significância.

Tabela 11 – Resultados das análises bromatológicas e de minerais (expressos por 1000 kcal) de 75 alimentos caseiros para cães adultos saudáveis, em comparação com as recomendações para cães adultos pouco ativos da FEDIAF (2018).

	FEDIAF(2018)		Média ± DP (mín-máx)	CV	p	% abaixo mínimo (n)	% acima máximo (n)
	Mín.	Máx.					
Energia metabolizável (kcal/g)	-	-	4,28±0,37 (3,02-5,46)	0,08	-	-	-
Matéria seca (%)	-	-	33,52±15,00 (15,65-91,05)	0,45	-	-	-
Proteína bruta (g)	52,10	-	87,47±32,33 (17,36-157,01)	0,37	<0,0001	18,67 (14)	-
Extrato etéreo (g)	13,75	-	28,18±16,29 (0,38-79,32)	0,58	<0,0001	16,00 (12)	-
Fibra bruta (g)	-	-	10,20±8,61 (0,68-52,06)	0,84	-	-	-
Matéria mineral (g)	-	-	10,46±9,20 (1,91-80,28)	0,88	-	-	-
Extrativos não nitrogenados (g)	-	-	99,13±48,22 (0,53-231,76)	0,48	-	-	-
Cálcio (g)	1,45	6,25	0,91±1,24 (0,04-6,86)	1,38	<0,0001	82,67 (62)	1,33 (1)
Fósforo (g)	1,16	4,00	1,13±0,44 (0,04-2,39)	0,40	<0,0001	53,33 (40)	0,00 (0)
Relação Ca:P ¹	1,00	2,00	0,88±1,22 (0,04-5,85)	1,38	0,0018	76,00 (57)	14,67 (11)
Potássio (g)	1,45	-	0,80±0,39 (0,05-1,81)	0,49	<0,0001	94,67 (71)	-
Magnésio (g)	0,20	-	0,22±0,11 (0,01-0,48)	0,50	<0,0001	50,67 (38)	-
Sódio (g)	0,29	-	0,42±0,40 (0,03-1,81)	0,95	0,3480	54,67 (41)	-
Cobre (mg)	2,08	-	9,08±9,57 (0,73-64,51)	1,05	<0,0001	18,67 (14)	-
Ferro (mg)	10,40	-	11,96±9,27 (0,49-48,23)	0,77	0,9666	56,00 (42)	-
Manganês (mg)	1,67	-	3,53±3,38 (0,10-17,10)	0,96	0,0002	40,00 (30)	-
Selênio (µg)	87,00	-	0,90±5,46 (0,00-35,78)	6,09	<0,0001	100,0 (75)	-
Zinco (mg)	20,80	-	12,72±9,07 (0,88-47,13)	0,71	<0,0001	78,67 (59)	-

Legenda: FEDIAF=Fédération Européenne de l'Industrie des Aliments pour Animaux Familiers (2018); DV=desvio-padrão; CV=coeficiente de variação; p=probabilidade de significância; ¹Ca=cálcio, P=fósforo.

Tabela 12 – Resultados das análises bromatológicas e de minerais (expressos por 1000 kcal) de 25 alimentos caseiros para gatos adultos saudáveis, em comparação com as recomendações para gatos adultos do NRC (2006).

	NRC (2006)		Média ± DP (mín-máx)	CV	p	% abaixo mínimo (n)	% acima máximo (n)
	Mín.	Máx.					
Energia metabolizável (kcal/g)	-	-	4,37±0,58 (3,28-6,33)	0,13	-	-	-
Matéria seca (%)	-	-	26,57±7,62 (6,20-39,13)	0,29	-	-	-
Proteína bruta (g)	50,00	-	124,58±54,78 (25,64-210,52)	0,44	<0,0001	12,00 (3)	-
Extrato etéreo (g)	22,50	82,50	33,99±19,36 (3,72-87,88)	0,57	0,0067	32,00 (8)	4,00 (1)
Fibra bruta (g)	-	-	9,92±9,20 (1,66-37,88)	0,93	-	-	-
Matéria mineral (g)	-	-	13,07±5,46 (5,29-29,75)	0,42	-	-	-
Extrativos não nitrogenados (g)	-	-	53,19±65,02 (1,07-216,46)	1,22	-	-	-
Cálcio (g)	0,72	-	1,63±1,32 (0,09-5,36)	0,81	0,0021	32,00 (8)	-
Fósforo (g)	0,64	-	1,31±0,47 (0,18-2,10)	0,36	<0,0001	4,00 (1)	-
Potássio (g)	1,30	-	1,04±0,44 (0,25-2,13)	0,42	0,0070	80,00 (20)	-
Magnésio (g)	0,10	-	0,24±0,09 (0,08-0,52)	0,38	<0,0001	4,00 (1)	-
Sódio (g)	0,17	-	0,65±0,43 (0,08-1,50)	0,66	<0,0001	12,00 (3)	-
Cobre (mg)	1,20	-	12,21±12,20 (0,87-52,26)	1,00	0,0001	4,00 (1)	-
Ferro (mg)	20,00	-	13,38±5,60 (3,96-25,29)	0,42	<0,0001	88,00 (22)	-
Manganês (mg)	1,20	-	2,44±4,17 (0,02-15,88)	1,71	0,6472	64,00 (16)	-
Selênio (µg)	75,00	-	8,28±41,40 (0,00-207,00)	5,00	<0,0001	96,00 (24)	-
Zinco (mg)	18,50	-	15,81±8,71 (3,54-35,28)	0,55	0,1356	68,00 (17)	-

Legenda: NRC=*Nutrient Requirements of Dogs and Cats* (2006); DV=desvio-padrão; CV=coeficiente de variação; p=probabilidade de significância.

Tabela 13 – Resultados das análises bromatológicas e de minerais (expressos por 1000 kcal) de 25 alimentos caseiros para gatos adultos saudáveis, em comparação com as recomendações para gatos adultos ativos da FEDIAF (2018).

	FEDIAF(2018)		Média ± DP (mín-máx)	CV	p	% abaixo mínimo (n)	% acima máximo (n)
	Mín.	Máx.					
Energia metabolizável (kcal/g)	-	-	4,37±0,58 (3,28-6,33)	0,13	-	-	-
Matéria seca (%)	-	-	26,57±7,62 (6,20-39,13)	0,29	-	-	-
Proteína bruta (g)	83.30	-	124,58±54,78 (25,64-210,52)	0,44	0.0009	24.00 (6)	-
Extrato etéreo (g)	22.50	-	33,99±19,36 (3,72-87,88)	0,57	0.0067	32.00 (8)	-
Fibra bruta (g)	-	-	9,92±9,20 (1,66-37,88)	0,93	-	-	-
Matéria mineral (g)	-	-	13,07±5,46 (5,29-29,75)	0,42	-	-	-
Extrativos não nitrogenados (g)	-	-	53,19±65,02 (1,07-216,46)	1,22	-	-	-
Cálcio (g)	1.97	-	1,63±1,32 (0,09-5,36)	0,81	0.2171	68.00 (17)	-
Fósforo (g)	1.67	-	1,31±0,47 (0,18-2,10)	0,36	0.0010	76.00 (19)	-
Relação Ca:P ¹	1,00	2,00	1,55±1,95 (0,06-9,51)	1,26	0.5209	40.00 (10)	20,00 (5)
Potássio (g)	2.00	-	1,04±0,44 (0,25-2,13)	0,42	<0.0001	96.00 (24)	-
Magnésio (g)	0.13	-	0,24±0,09 (0,08-0,52)	0,38	<0.0001	8.00 (2)	-
Sódio (g)	0.25	-	0,65±0,43 (0,08-1,50)	0,66	0.0001	28.00 (7)	-
Cobre (mg)	1.67	-	12,21±12,20 (0,87-52,26)	1,00	0.0002	8.00 (2)	-
Ferro (mg)	26.70	-	13,38±5,60 (3,96-25,29)	0,42	<0.0001	100.00 (25)	-
Manganês (mg)	1.67	-	2,44±4,17 (0,02-15,88)	1,71	0.1884	76.00 (19)	-
Selênio (µg)	100.00	-	8,28±41,40 (0,00-207,00)	5,00	<0.0001	96.00 (24)	-
Zinco (mg)	25.00	-	15,81±8,71 (3,54-35,28)	0,55	<0.0001	84.00 (21)	-

Legenda: FEDIAF=Fédération Européenne de l'Industrie des Aliments pour Animaux Familiars (2018); DV=desvio-padrão; CV=coeficiente de variação; p=probabilidade de significância; ¹Ca=cálcio, P=fósforo.

Além das deficiências absolutas, foi também avaliado o fornecimento de nutrientes pelas dietas abaixo das recomendações. Tais resultados correspondentes às comparações com o NRC (2006) e FEDIAF (2018) para os alimentos para cães estão ilustrados na Figura 5 e para os alimentos para gatos, na Figura 6.

Figura 5 – Suprimento de nutrientes abaixo das recomendações de consumo diário do NRC (2006) e da FEDIAF (2018) dos alimentos para cães avaliados.

Legenda: NRC=*Nutrient Requirements of Dogs and Cats* (2006); FEDIAF=*Fédération Européenne de l'Industrie des Aliments pour Animaux Familiers* (2018).

Figura 6 – Suprimento de nutrientes abaixo das recomendações de consumo diário do NRC (2006) e da FEDIAF (2018) dos alimentos de gatos avaliados.

Legenda: NRC=*Nutrient Requirements of Dogs and Cats* (2006); FEDIAF=*Fédération Européenne de l'Industrie des Aliments pour Animaux Familiers* (2018).

A influência do número de ingredientes das receitas na concentração de macro e micro nutrientes também foi avaliada. Os resultados referentes aos alimentos de cães podem ser observados na Tabela 14 e aos de gatos na Tabela 15. Todos os resultados com diferenças significativas apresentaram menor número de ingredientes no grupo de alimentos com teores abaixo das recomendações.

Tabela 14 – Comparação entre número de ingredientes de alimentos com concentrações de macro nutrientes e minerais acima e abaixo das recomendações para alimentos para cães do NRC (2006) e FEDIAF (2018).

	NRC			FEDIAF		
	Média de ingredientes de alimentos abaixo ($\pm$ EP)	Média de ingredientes de alimentos acima ($\pm$ EP)	<i>p</i>	Média de ingredientes de alimentos abaixo ($\pm$ EP)	Média de ingredientes de alimentos acima ($\pm$ EP)	<i>p</i>
Proteína bruta	3,00 $\pm$ 1,73	5,86 $\pm$ 0,28	0,251	5,71 $\pm$ 0,64	5,85 $\pm$ 0,31	0,847
Extrato etéreo	4,50 $\pm$ 0,61	6,08 $\pm$ 0,31	0,042	4,50 $\pm$ 0,61	6,08 $\pm$ 0,31	0,042
Cálcio	5,81 $\pm$ 0,33	5,87 $\pm$ 0,51	0,919	5,82 $\pm$ 0,31	5,75 $\pm$ 0,69	0,884
Fósforo	4,84 $\pm$ 0,61	6,03 $\pm$ 0,31	0,112	5,74 $\pm$ 0,38	5,92 $\pm$ 0,41	0,757
Relação Ca:P ¹	-	-	-	5,86 $\pm$ 0,32	5,86 $\pm$ 0,91	0,961
Potássio	5,65 $\pm$ 0,33	6,21 $\pm$ 0,51	0,351	5,70 $\pm$ 0,28	8,00 $\pm$ 1,41	0,069
Magnésio	3,87 $\pm$ 0,70	6,06 $\pm$ 0,30	0,019	5,58 $\pm$ 0,38	6,08 $\pm$ 0,41	0,371
Sódio	5,29 $\pm$ 0,47	6,08 $\pm$ 0,35	0,192	5,54 $\pm$ 0,37	6,18 $\pm$ 0,43	0,257
Cobre	5,00 $\pm$ 0,71	5,95 $\pm$ 0,30	0,249	5,50 $\pm$ 0,63	5,90 $\pm$ 0,31	0,576
Ferro	5,12 $\pm$ 0,45	6,18 $\pm$ 0,35	0,078	5,72 $\pm$ 0,37	5,97 $\pm$ 0,43	0,661
Manganês	5,83 $\pm$ 0,49	5,82 $\pm$ 0,34	0,987	5,87 $\pm$ 0,44	5,80 $\pm$ 0,36	0,907
Selênio	†	†	†	†	†	†
Zinco	5,82 $\pm$ 0,34	5,84 $\pm$ 0,48	0,9731	5,86 $\pm$ 0,32	5,70 $\pm$ 0,58	0,815

Legenda: NRC=*Nutrient Requirements of Dogs and Cats* (2006); FEDIAF=*Fédération Européenne de l'Industrie des Aliments pour Animaux Familiars* (2018); EP=erro padrão; *p*=probabilidade de significância; ¹Ca=cálcio, P=fósforo; †Todos os alimentos apresentaram concentrações deste nutriente abaixo das recomendações.

Tabela 15 – Comparação entre número de ingredientes de alimentos com concentrações de macro nutrientes e minerais acima e abaixo das recomendações para alimentos para gatos do NRC (2006) e FEDIAF (2018).

	No. de ingredientes					
	NRC			FEDIAF		
	Média de ingredientes de alimentos abaixo ($\pm$ EP)	Média de ingredientes de alimentos acima ($\pm$ EP)	<i>p</i>	Média de ingredientes de alimentos abaixo ($\pm$ EP)	Média de ingredientes de alimentos acima ($\pm$ EP)	<i>p</i>
Proteína bruta	4,33 $\pm$ 1,20	7,14 $\pm$ 0,57	0,097	4,50 $\pm$ 0,87	7,53 $\pm$ 0,63	0,022
Extrato etéreo	5,00 $\pm$ 0,79	7,75 $\pm$ 0,70	0,072	5,00 $\pm$ 0,79	7,65 $\pm$ 0,67	0,028
Cálcio	5,57 $\pm$ 0,89	7,28 $\pm$ 0,64	0,156	6,82 $\pm$ 0,63	6,75 $\pm$ 0,92	0,948
Fósforo	10,00 $\pm$ 3,16	6,67 $\pm$ 0,53	0,226	6,32 $\pm$ 0,58	8,33 $\pm$ 1,18	0,113
Relação Ca:P ¹	-	-	-	5,70 $\pm$ 0,76	8,00 $\pm$ 0,89	0,166
Potássio	6,40 $\pm$ 0,57	8,40 $\pm$ 1,30	0,140	6,96 $\pm$ 0,54	3,00 $\pm$ 1,73	0,162
Magnésio	6,00 $\pm$ 2,45	6,83 $\pm$ 0,53	0,757	5,50 $\pm$ 1,66	6,91 $\pm$ 0,55	0,470
Sódio	3,33 $\pm$ 1,05	7,27 $\pm$ 0,57	0,025	4,00 $\pm$ 0,82	7,68 $\pm$ 0,64	0,007
Cobre	4,00 $\pm$ 2,00	6,92 $\pm$ 0,54	0,290	6,00 $\pm$ 1,73	6,87 $\pm$ 0,55	0,655
Ferro	6,32 $\pm$ 0,54	10,33 $\pm$ 1,85	0,021	†	†	†
Manganês	7,81 $\pm$ 0,70	5,00 $\pm$ 0,75	0,017	7,63 $\pm$ 0,63	4,17 $\pm$ 0,83	0,010
Selênio	6,88 $\pm$ 0,63	6,62 $\pm$ 0,91	0,820	6,95 $\pm$ 0,58	6,00 $\pm$ 1,22	0,510
Zinco	6,69 $\pm$ 0,65	7,00 $\pm$ 0,88	0,820	6,95 $\pm$ 0,58	6,00 $\pm$ 1,22	0,510

Legenda: NRC=Nutrient Requirements of Dogs and Cats (2006); FEDIAF=Fédération Européenne de l'Industrie des Aliments pour Animaux Familiars (2018); EP=erro padrão; *p*=probabilidade de significância; ¹Ca=cálcio, P=fósforo; [†]Todos os alimentos apresentaram concentrações deste nutriente abaixo das recomendações.

A presença ou não de suplemento mineral também foi avaliada em relação à concentração de nutrientes dos alimentos. Os resultados para cães podem ser observados na Tabela 16 e os resultados para gatos na Tabela 17.

Tabela 16 – Comparação entre concentrações médias de macro nutrientes e minerais em alimentos para cães com e sem suplementação mineral.

Suplementação mineral em alimentos para cães			
	Alimentos sem suplemento mineral ($\pm$ DP)	Alimentos com suplemento mineral ($\pm$ DP)	<i>p</i>
Proteína bruta	93,05 $\pm$ 34,64	79,57 $\pm$ 26,18	0,0625
Extrato etéreo	26,57 $\pm$ 16,09	30,46 $\pm$ 16,03	0,2312
Fibra bruta	4,51 $\pm$ 4,19	4,19 $\pm$ 3,25	0,6322
Matéria mineral	3,33 $\pm$ 1,13	5,80 $\pm$ 3,92	<0,0001
Cálcio	0,31 $\pm$ 0,31	1,77 $\pm$ 1,52	<0,0001
Fósforo	1,16 $\pm$ 0,77	1,09 $\pm$ 0,61	0,1737
Relação Ca:P ¹	0,26 $\pm$ 0,22	1,78 $\pm$ 1,46	<0,0001
Potássio	0,77 $\pm$ 0,33	0,85 $\pm$ 0,46	0,2923
Magnésio	0,25 $\pm$ 0,11	0,19 $\pm$ 0,11	0,0844
Sódio	0,35 $\pm$ 0,29	0,51 $\pm$ 0,49	0,4390
Cobre	7,30 $\pm$ 6,23	11,61 $\pm$ 12,37	0,1099
Ferro	9,59 $\pm$ 5,02	15,34 $\pm$ 12,25	0,1228
Manganês	3,23 $\pm$ 2,69	3,96 $\pm$ 4,09	0,8873
Selênio	1,53 $\pm$ 7,02 [†]	0,00 $\pm$ 0,00 [†]	0,5085
Zinco	11,13 $\pm$ 6,93	14,98 $\pm$ 10,93	0,2592

Legenda: DP=desvio padrão; *p*=probabilidade de significância; ¹Ca=cálcio, P=fósforo; [†]Todos os alimentos apresentaram concentrações deste nutriente abaixo das recomendações.

Tabela 17 – Comparação entre concentrações médias de macro nutrientes e minerais em alimentos para gatos com e sem suplementação mineral.

Suplementação mineral em alimentos para gatos			
	Alimentos sem suplemento mineral ($\pm$ DP)	Alimentos com suplemento mineral ($\pm$ DP)	<i>p</i>
Proteína bruta	97,66 $\pm$ 57,37	142,52 $\pm$ 41,41	0,0605
Extrato etéreo	34,64 $\pm$ 23,67	33,56 $\pm$ 15,03	0,9050
Fibra bruta	5,81 $\pm$ 4,51	3,36 $\pm$ 3,07	0,4203
Matéria mineral	4,56 $\pm$ 2,03	6,20 $\pm$ 1,33	0,0114
Cálcio	0,70 $\pm$ 0,70	2,26 $\pm$ 1,22	0,0011
Fósforo	1,29 $\pm$ 0,39	1,33 $\pm$ 0,51	0,6827
Relação Ca:P ¹	0,50 $\pm$ 0,38	2,26 $\pm$ 2,19	0,0002
Potássio	1,00 $\pm$ 0,52	1,07 $\pm$ 0,36	0,7207
Magnésio	0,27 $\pm$ 0,11	0,23 $\pm$ 0,07	0,2521
Sódio	0,46 $\pm$ 0,36	0,78 $\pm$ 0,41	0,0458
Cobre	7,23 $\pm$ 8,21	15,53 $\pm$ 12,88	0,0613
Ferro	10,19 $\pm$ 3,47	15,51 $\pm$ 5,55	0,0095
Manganês	3,63 $\pm$ 4,98	1,65 $\pm$ 3,14	0,3042
Selênio	20,70 $\pm$ 62,10	0,00 $\pm$ 0,00	0,4000
Zinco	10,27 $\pm$ 5,52	19,51 $\pm$ 8,19	0,0037

Legenda: DP=desvio padrão; *p*=probabilidade de significância; ¹Ca=cálcio, P=fósforo.

O fato do alimento ser vegetariano ou vegano também foi avaliado para investigar a influência na composição de macro nutrientes e minerais. Os resultados dos alimentos de cães podem ser observados na Tabela 18 e para os alimentos de gatos, na Tabela 19.

Tabela 18 – Comparação entre concentrações médias de macro nutrientes e minerais em alimentos para cães com carne e/ou vísceras e em alimentos vegetarianos e veganos.

Presença de ingredientes de origem animal em alimentos para cães			
	Alimentos com carnes e/ou vísceras (± DP)	Alimentos vegetarianos e veganos (± DP)	p
Proteína bruta	94,83±29,75	52,41±15,56	<0,0001
Extrato etéreo	28,42±15,15	27,02±20,36	0,6352
Fibra bruta	3,97±3,85	6,31±3,11	0,0034
Matéria mineral	4,34±3,07	4,41±2,14	0,8007
Cálcio	0,81±1,04	1,38±1,85	0,1088
Fósforo	1,13±0,45	1,14±0,41	0,8887
Relação Ca:P ¹	0,84±1,22	1,09±1,16	0,1581
Potássio	0,80±0,41	0,83±0,25	0,7216
Magnésio	0,21±0,11	0,28±0,11	0,0475
Sódio	0,42±0,37	0,44±0,48	0,8329
Cobre	8,98±9,75	9,57±8,29	0,6918
Ferro	12,14±9,90	11,13±4,58	0,5748
Manganês	3,31±3,45	4,62±2,62	0,0356
Selênio	0,58±4,51 [†]	2,42±8,39 [†]	0,3186
Zinco	13,86±9,43	7,27±2,92	0,0327

Legenda: DP=desvio padrão padrão; p=probabilidade de significância; ¹Ca=cálcio, P=fósforo; [†]Todos os alimentos apresentaram concentrações deste nutriente abaixo das recomendações.

Tabela 19 – Comparação entre concentrações médias de macro nutrientes e minerais em alimentos para gatos com carne e/ou vísceras e em alimentos vegetarianos e veganos.

Presença de ingredientes de origem animal em alimentos para gatos			
	Alimentos com carnes e/ou vísceras (± DP)	Alimentos vegetarianos e veganos (± DP)	p
Proteína bruta	135,71±46,40	42,92±14,31	0,0035
Extrato etéreo	33,94±14,56	34,34±37,99	0,4052
Fibra bruta	3,44±3,03	10,89±3,32	0,0139
Matéria mineral	5,47±1,67	6,11±2,67	0,9113
Cálcio	1,76±1,33	0,70±0,32	0,2730
Fósforo	1,34±0,47	1,13±0,35	0,4457
Relação Ca:P ¹	1,69±2,01	0,60±0,08	0,2130
Potássio	1,01±0,37	1,30±0,67	0,4909
Magnésio	0,23±0,06	0,34±0,19	0,4035
Sódio	0,70±0,42	0,30±0,20	0,0870
Cobre	12,31±11,90	11,49±12,39	0,6696
Ferro	13,47±5,61	12,71±4,43	0,9613
Manganês	1,58±2,69	8,77±6,41	0,2004
Selênio	0,00±0,00	69,00±97,58	0,1200
Zinco	16,48±8,67	10,91±5,32	0,2800

Legenda: DP=desvio padrão; p=probabilidade de significância; ¹Ca=cálcio, P=fósforo; ¹Todos os alimentos apresentaram concentrações deste nutriente abaixo das recomendações.

6.3 ANÁLISES DE METAIS PESADOS

O emprego da metodologia de ICP-OES possibilitou a avaliação de 15 metais pesados. Os resultados das concentrações de metais pesados em cada uma das dietas avaliadas encontram-se nos Apêndices D e E. Nos alimentos para cães avaliados neste estudo, antimônio e estanho foram detectados em todas elas, enquanto boro não foi detectado em nenhum alimentos acima do limite de detecção de 0,001mg/kg (Tabela 20).

Tabela 20 – Concentrações de metais pesados detectados nos 75 alimentos para cães avaliados no presente estudo e comparação com o nível máximo tolerado (NMT).

Metais pesados (mg/kg de alimento em matéria seca)						
	NMT	Média ± DP	Mínimo – máximo	CV	% acima NMT (n)	% amostras com detecção (n)
Alumínio (Al)	200 ^a	26,04 ± 25,37	<0,001 – 159,48	0,97	0,0 (0)	97,3 (73)
Arsênio (As)	12,5 ^b	0,17 ± 0,09	<0,001 – 0,58	0,53	0,0 (0)	18,7 (14)
Boro (B)	150 ^a	-	-	-	0,0 (0)	0,0 (0)
Bário (Ba)	100 ^a	4,93 ± 3,80	<0,001 – 15,02	0,77	0,0 (0)	97,3 (73)
Berílio (Be)	5 ^b	0,43 ± 0,19	<0,001 – 1,52	0,45	0,0 (0)	8,0 (6)
Cádmio (Cd)	10 ^b	0,61 ± 0,57	<0,001 – 2,62	0,93	0,0 (0)	84,0 (63)
Cobalto (Co)	2,5 ^b	1,06 ± 0,68	<0,001 – 3,08	0,64	4,0 (3)	89,3 (67)
Cromo (Cr)	10 ^b	2,15 ± 1,11	<0,001 – 6,58	0,52	0,0 (0)	97,3 (73)
Mercúrio (Hg)	0,27 ^b	0,76 ± 1,07	<0,001 – 6,07	1,41	70,7 (53)	92,0 (69)
Níquel (Ni)	50 ^b	1,53 ± 2,27	<0,001 – 19,44	1,49	0,0 (0)	86,7 (65)
Chumbo (Pb)	10 ^b	8,28 ± 4,67	<0,001 – 20,07	0,56	26,7 (20)	89,3 (67)
Antimônio (Sb)	40 ^b	1,13 ± 0,59	0,13 – 3,27	0,52	0,0 (0)	100,0 (75)
Estanho (Sn)	100 ^a	6,94 ± 2,71	0,53 – 16,42	0,39	0,0 (0)	100,0 (75)
Urânio (U)	10 ^b	68,49 ± 40,57	<0,001 – 173,36	0,59	92,0 (69)	97,3 (73)
Vanádio (V)	1 ^b	1,51 ± 1,12	<0,001 – 5,02	0,74	53,3 (40)	84,0 (63)

Legenda: NMT= nível máximo tolerado; DV=desvio-padrão; CV=coeficiente de variação; ^a=valor de referência do mamífero mais sensível de acordo com *National Research Council* (2005); ^b=valor de referência de acordo com *United States Food and Drug Administration* (2011).

Nos alimentos para gatos, os metais alumínio, cromo, mercúrio, chumbo, antimônio, estanho e urânio foram detectados em todos os alimentos, enquanto boro não foi encontrado em nenhum alimento acima do limite de detecção de 0,001mg/kg e o berílio foi detectado em apenas um alimento (Tabela 21).

Tabela 21 – Concentrações de metais pesados detectados nos 25 alimentos para gatos avaliados no presente estudo e comparação com o nível máximo tolerado (NMT).

Metais pesados (mg/kg de alimento em matéria seca)						
	NMT	Média ± DP	Mínimo – máximo	CV	% acima NMT (n)	% amostras com detecção (n)
Alumínio (Al)	200 ^a	24,46 ± 21,97	2,11 – 90,49	0,90	0 (0,0)	100,0 (25)
Arsênio (As)	12,5 ^b	0,27 ± 0,09	<0,001 – 0,36	0,34	0 (0,0)	12,0 (3)
Boro (B)	150 ^a	-	-	-	0 (0,0)	0,0 (0)
Bário (Ba)	100 ^a	3,67 ± 3,61	<0,001 – 14,83	0,98	0 (0,0)	92,0 (23)
Berílio (Be)	5 ^b	0,13 ± 0,00	<0,001 – 0,13	-	0 (0,0)	4,0 (1)
Cádmio (Cd)	10 ^b	1,22 ± 1,03	<0,001 – 3,31	0,85	0 (0,0)	92,0 (23)
Cobalto (Co)	2,5 ^b	1,00 ± 0,61	<0,001 – 2,60	0,61	4,0 (1)	96,0 (24)
Cromo (Cr)	10 ^b	2,61 ± 1,18	0,73 – 6,44	0,45	0 (0,0)	100,0 (25)
Mercúrio (Hg)	0,27 ^b	0,78 ± 0,76	0,07 – 3,66	0,97	76,0 (19)	100,0 (25)
Níquel (Ni)	50 ^b	1,66 ± 2,20	<0,001 – 12,00	1,32	0 (0,0)	96,0 (24)
Chumbo (Pb)	10 ^b	10,37 ± 5,25	1,26 – 24,52	0,51	44,0 (11)	100,0 (25)
Antimônio (Sb)	40 ^b	1,29 ± 0,49	0,61 – 2,16	0,38	0 (0,0)	100,0 (25)
Estanho (Sn)	100 ^a	8,60 ± 2,83	3,45 – 13,35	0,33	0 (0,0)	100,0 (25)
Urânio (U)	10 ^b	81,17 ± 44,83	11,68 – 169,01	0,55	100,0 (25)	100,0 (25)
Vanádio (V)	1 ^b	1,87 ± 1,36	<0,001 – 4,56	0,73	60,0 (15)	88,0 (22)

Legenda: NMT= nível máximo tolerado; DV=desvio-padrão; CV=coeficiente de variação; ^a=valor de referência do mamífero mais sensível de acordo com *National Research Council* (2005); ^b=valor de referência de acordo com *United States Food and Drug Administration* (2011).

Tanto nos alimentos para cães quanto para gatos, os metais chumbo, cobalto, mercúrio, urânio e vanádio foram os únicos que apresentaram valores acima dos respectivos NMTs de acordo com NRC (2005) e FDA (2011) (Figura 7). Os teores aumentados destes elementos não apresentaram correlação com a presença de ingredientes em específico.

Figura 7 – Número de vezes acima do nível máximo tolerado (NMT) de metais pesados em alimentos caseiros para cães e gatos avaliados no presente estudo.

7 DISCUSSÃO

7.1 COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E CONCENTRAÇÕES DE MINERAIS

Houve diferença nas porcentagens de deficiências para cães quando consideradas as comparações com o NRC (2006) e FEDIAF (2018). Essa diferença pode ter ocorrido pelo fato dos guias de recomendações utilizarem para elaborar os valores de necessidade nutricional dietas com características diferentes, como no caso do NRC (2006) que considera proteínas altamente digestíveis, além de considerar consumos energéticos diários diferentes. O NRC (2006) utiliza como base para estimar as necessidades nutricionais, a expressão na matéria seca, e a equação de estimativa de necessidade energética para cães adultos a constante $130 \text{ kcal/kg PC}^{0,75}$, a qual considera animais com ampla oportunidade de exercício ou cães que vivem em ambientes rurais ou com quintais grandes com mais de um animal.

No entanto, estudos mais recentes apontaram que a necessidade energética de cães domiciliados pode ser menor do que a de cães de canil ou com alto gasto energético. Um estudo realizado na Índia avaliou a necessidade energética para manutenção de cães das raças Labrador e Pastor Alemão, no qual a NEM média para manutenção do peso foi de $103 \text{ kcal/PC}^{0,75}$, para ambas as raças (MADHUSUDHAN et al., 2018). Em estudo realizado por Thes e colaboradores (2016) avaliaram a necessidade energética de manutenção de cães de companhia da cidade de Munique, na Alemanha, e os autores observaram ingestão média de $98 \text{ kcal/PC}^{0,75}$ para cães adultos saudáveis. Bermingham e colaboradores (2014) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise sobre a necessidade energética de cães adultos de companhia e, observaram NEM média de $141 \text{ kcal/PC}^{0,75}$ para cães ativos, enquanto cães pouco ativos apresentaram NEM de $95 \text{ kcal/PC}^{0,75}$. Em estudo retrospectivo realizado em São Paulo por nosso grupo de pesquisa, observou-se que cães adultos saudáveis domiciliados apresentaram a necessidade energética de manutenção média de $86,09 \text{ kcal/PC}^{0,75}$, menor que as $95 \text{ kcal/PC}^{0,75}$ recomendadas pelo NRC (2006) para cães adultos inativos (PEDRINELLI et al.,

2018). As recomendações de necessidade nutricional da FEDIAF (2018) já consideram esta menor necessidade energética de animais domiciliados e, por isso a maior diferença entre os resultados comparados com o NRC (2006) e FEDIAF (2018) observada no presente estudo. Já em gatos, um estudo conduzido por Thes e colaboradores (2015), na Alemanha, encontrou necessidade energética de 95 kcal/kg PC^{0,67}, semelhante às recomendações de 100 kcal/kg PC^{0,67} do NRC (2006). Entretanto, muitos gatos necessitam de menor consumo energético para manutenção de peso (RIOND et al., 2003; WICHERT et al., 2007; FEDIAF, 2018). Estudos que utilizaram gatos que habitam ambientes internos e/ou gatos castrados, que podem representar maior parcela da população, estimam NEM média de 75 kcal/kg PC^{0,67} (FETTMAN et al., 1997; HARPER et al., 2001). Assim, para o presente estudo, optou-se pela comparação dos resultados das análises dos alimentos para gatos com as recomendações da FEDIAF (2018) para 75 kcal/kg PC^{0,67}.

Apesar das diferenças de deficiências entre os alimentos, a frequência de receitas com deficiências nutricionais foi alta. Os sinais clínicos da deficiente ingestão dos nutrientes são mais prontamente observados em filhotes, devido à alta necessidade nutricional demandada pela fase de crescimento. Cães adultos, porém, podem demorar anos para manifestar sinais clínicos de deficiências nutricionais, entre elas o hiperparatireoidismo secundário nutricional, uma das doenças nutricionais com maior número de relatos nos últimos anos, relacionada principalmente com a deficiência de cálcio (LOURENS, 1980; KAWAGUCHI et al., 1993; TAYLOR et al., 2009; TEIXEIRA; SANTOS, 2016; TAL et al., 2018). Os resultados da composição nutricional dos alimentos avaliados neste estudo, com alta frequência de deficiência de cálcio, fósforo e relação cálcio:fósforo abaixo do recomendado, sugerem grande risco de desenvolvimento de HSN nos animais que possam vir a consumir estas dietas ou similares, sem balanceamento adequado. No presente estudo, 76,0% dos alimentos de cães (n=57/75) e 40,0% dos alimentos de gatos (n=10/25) apresentaram relação cálcio:fósforo abaixo de 1:1, sendo que 29 alimentos de cães e 4 de gatos apresentaram valores menores do que 1:4, predispondo os animais ao desenvolvimento de HNS.

Além da relação cálcio:fósforo, as quantidades absolutas de cálcio também estiveram abaixo da recomendação para 65,0% e 32,0% dos alimentos de cães e gatos respectivamente, quando comparadas ao NRC (2006) e, para 82,0% e 44,0%

dos alimentos de cães e gatos respectivamente, quando comparadas à FEDIAF (2018). Destes alimentos que não atingiram os teores recomendados, o suprimento mediano foi de 20,0% nos alimentos para cães, e de 20,0 a 40,0% nos alimentos para gatos. Tais informações apontam que não só há alto índice de alimentos com concentrações abaixo das recomendações, mas também que os alimentos com teores abaixo suprem muito pouco do cálcio necessário, o que pode acelerar o aparecimento de sinais clínicos de deficiência deste nutriente.

Estudos que avaliaram deficiências de minerais em gatos são menos frequentes do que estudos com cães. Kienzle e colaboradores (1998) descreveram sinais clínicos de deficiência de fósforo em gatos adultos alimentados com dietas com 2,1g de fósforo/kg de MS e 8,3g de cálcio/kg de MS (relação cálcio:fósforo de 4:1). Neste estudo, os sinais observados foram anemia hemolítica, distúrbios de locomoção e acidose metabólica. A absorção aparente de fósforo foi em torno de 20,0%, provavelmente devido à interação com o cálcio em alta quantidade. No presente estudo, 5 dos 25 alimentos para gatos apresentaram relação cálcio e fósforo acima de 2:1, sendo que destas, duas apresentaram valores acima de 4:1, o que poderia resultar em sinais clínicos de deficiência de fósforo.

Dentre os nutrientes com maior incidência de deficiência está o selênio, deficiente em 100,0% dos alimentos para cães e em 96,0% dos alimentos para gatos. Mesmo os alimentos de cães que utilizaram suplemento vitamínico mineral, que pelas informações do rótulo apresentava quantidade suficiente de selênio, não apresentavam a quantidade recomendada deste nutriente. Uma das principais funções do selênio é sua participação na enzima glutathiona-peroxidase, uma importante enzima com papel antioxidante que auxilia na proteção do organismo contra radicais livres. Esta enzima funciona como antioxidante intracitoplasmático, enquanto a vitamina E age nas membranas celulares, por isso a deficiência destes nutrientes pode ser chamada de doenças responsivas à vitamina E-selênio (NRC, 2006). Estudos que avaliaram a deficiência de selênio em cães e gatos são escassos. As recomendações de selênio para cães e gatos adultos foram baseadas em estudos que avaliaram em conjunto o consumo e selênio sérico em filhotes destas espécies (WEDEKIND; COMBS, 2000). Quanto à associação entre consumo e sinais clínicos, Van Vleet (1975) induziu a deficiência de selênio em filhotes de cão e observou alterações clínicas como anorexia, dispneia e coma, após 6 a 8 semanas

de consumo de dieta com 10µg/kg de selênio. Além disso, alterações histopatológicas como degeneração muscular e mineralização renal foram observadas.

Outro nutriente cuja deficiência apareceu em mais de 60,0% dos alimentos de cães e gatos foi a de potássio. A deficiência de potássio em cães pode não apresentar sinais clínicos, apesar de influenciar a pressão sanguínea e perfusão renal em cães adultos em curto prazo (ABBRECHT, 1972). Já em gatos, sinais clínicos de deficiência de potássio foram observados em longo prazo. Dow e colaboradores (1987) observaram aumento de creatinina sérica e aumento da excreção de potássio, sinais sugestivos de doença renal, quando alimentados com uma dieta contendo 3,4g de potássio/kg de alimento, na matéria seca. Quando alimentados com uma dieta com 6,5g de potássio/kg de alimento na matéria seca, as alterações clínicas e laboratoriais desapareceram. Além disso, Buffington e colaboradores (1991) sugeriram que a ingestão de uma dieta contendo 5g de potássio/kg de alimento e com alta proteína (mais de 40%) por mais de um ano pode levar à hipocalcemia e disfunção renal em gatos adultos. No presente estudo, o teor médio de proteína das dietas para gatos analisado foi superior a 54% (na matéria seca) e a quantidade média de potássio foi de 0,44%, sugestivo de que o consumo de parte dessas dietas poderia resultar nas disfunções citadas anteriormente.

O mineral zinco também apresentou alta incidência (62,0%) de alimentos abaixo dos teores recomendados para cães e gatos. A deficiência de zinco pode ser ocasionada por dois fatores: devido a fator genético em algumas raças de cães, como Husky Siberiano; e por baixa ingestão ou absorção deste mineral (NRC, 2006; WEDEKIND et al., 2010). Os sinais clínicos de deficiência de zinco incluem alopecia e lesões nas junções mucocutâneas e, na histologia, paraqueratose (WEDEKIND et al., 2010). Em gatos, há poucos relatos na literatura, Kane e colaboradores (1981) forneceram por oito meses, dois alimentos, um com 15ppm e outro com 67ppm de zinco para gatos adultos. Nos gatos alimentados com menor quantidade deste mineral, não foram observados sinais clínicos, porém a espermatogênese observada era anormal, e a mesma não foi revertida após oito semanas de consumo da dieta com 67ppm de zinco. Já para cães, há relatos de sinais clínicos de deficiência de zinco, em especial filhotes, que consumiram dietas com altas concentrações de quelantes de zinco como fitatos, presentes em cereais, e alimentos com alto cálcio

(VAN DEN BROEK; THODAY, 1986; SOUSA et al., 1988). No presente estudo, os cereais mais utilizados foram arroz branco e arroz integral, que apresentam baixas concentrações de fitato e, portanto, não se espera interferência significativa na absorção de zinco (SCHLEMMER et al., 2009).

Outro nutriente com alta incidência de alimentos com teores abaixo da recomendação, especialmente em gatos, foi o ferro. Para cães, a incidência de ferro abaixo das recomendações variou de 32,0% para o NRC (2006) a 41,0% para a FEDIAF (2018) e, para gatos, como a recomendação não difere entre os guias, foram observadas 76,0% de alimentos com teores deste elemento abaixo das diretrizes. Além das deficiências absolutas de ferro, há que se considerar a interação de minerais na absorção, principalmente cálcio, fósforo, zinco e cobre. Diversos alimentos para cães e gatos apresentaram altas quantidades de cobre, sendo que os alimentos para cães apresentaram média 6 vezes superior ao teor recomendado e os alimentos para gatos ultrapassaram 11 vezes a quantidade recomendada. Mesmo que não tenha sido estipulada até o momento a quantidade máxima de cobre a ser ingerida, há a possibilidade de interação deste mineral com ferro e consequente redução de absorção do mesmo. Tal interação pode aumentar as chances de desenvolvimento de deficiência deste mineral. Sinais clínicos resultantes da falta de ingestão de ferro em cães e gatos podem incluir mucosas pálidas, letargia, fraqueza, hematoquezia e melena (HARVEY, 1998). A principal alteração laboratorial de deficiência de ferro é a anemia microcítica hipocrômica, mas um estudo realizado por Hill e colaboradores (2001) demonstrou que para a ocorrência desta anormalidade em cães, o consumo de ferro deve ser inferior a 1mg/kg PC/dia, quantidade muito menor do que a média encontrada no presente estudo. Para gatos adultos não há informações na literatura sobre recomendações, dessa forma, as diretrizes baseiam-se em um único estudo realizado com gatos em fase de crescimento (CHAUSOW; CZARNECKI-MAULDEN, 1987).

Além das deficiências pontuais de nutrientes, este estudo avaliou se três fatores interferem no número de deficiências por alimento: o número de ingredientes da receita; a presença de suplemento vitamínico-mineral como ingrediente; e o fato de o alimento ser vegetariano ou vegano. Os alimentos vegetarianos e veganos apresentaram poucas diferenças quando comparadas com alimentos que continham carnes e/ou vísceras nas análises de minerais. Porém, como observado no presente

estudo, dietas com esta característica apresentam pontos de atenção, especialmente na quantidade de proteína, as quais apresentaram teores mais baixos do que os alimentos formulados com carne e outros produtos de origem animal, tanto em alimentos para cães quanto em alimentos para gatos. O fato de um alimento ser vegetariano ou vegano, por si só, não implica que a composição nutricional seja inadequada, desde que a formulação seja feita considerando-se o suprimento de todos os nutrientes (PARR; REMILLARD, 2014). Para gatos, no entanto, há muitos fatores limitantes para este tipo de alimentação, especialmente na modalidade vegana. Felinos necessitam de taurina na dieta, pois não sintetizam em quantidades suficientes para o bom funcionamento de seu organismo (MACDONALD; ROGERS; MORRIS, 1984; ARMSTRONG et al., 2010). Esta suplementação deve ter ainda mais atenção quando a dieta não possui proteínas de origem animal, pois as proteínas vegetais possuem baixa quantidade deste aminoácido (GRAY; SELLON; FREEMAN, 2004). Outros nutrientes, como cobalamina, ácido araquidônico, vitamina A na forma de retinol e colecalciferol também devem ser suplementados em dietas com proteínas de origem vegetal, uma vez que estão presentes principalmente ou exclusivamente em tecidos e produtos de origem animal (MACDONALD; ROGERS; MORRIS, 1984; MORRIS, 2002; NRC, 2006). No presente estudo, alimentos vegetarianos e veganos para cães e gatos apresentaram concentrações médias menores de proteína bruta e maiores de fibra bruta do que alimentos com carnes e/ou vísceras. Os valores menores de proteína bruta, porém, podem ser devido ao fato de a ausência de carnes, vísceras e/ou produtos de origem animal ter levado à maior presença de ingredientes vegetais, cuja seleção pode não ter considerado de maneira adequada os teores de proteína dos ingredientes (MICHEL, 2006; NRC, 2006; USDA, 2018). Os valores mais altos de zinco em alimentos não vegetarianos para cães são esperados, já que este nutriente está presente em maior quantidade no geral em produtos de origem animal (USDA, 2018). Os valores médios de manganês, magnésio e fibra bruta foram maiores em alimentos vegetarianos e veganos, o que pode ser explicado pelo fato destes nutrientes estarem presentes em maior quantidade em produtos vegetais (USDA, 2018).

O número de ingredientes da receita também demonstrou ter influência sobre a concentração de alguns macro e micro nutrientes, principalmente em alimentos de

gatos. Para cães, diferenças foram encontradas apenas para concentrações de extrato etéreo, quando comparadas tanto com NRC (2006) e FEDIAF (2018), e para magnésio quando comparadas ao NRC (2006), onde alimentos com concentrações acima das recomendações apresentaram mais ingredientes. Já nos alimentos para gatos, os nutrientes sódio, ferro, proteína bruta e extrato etéreo apresentaram concentrações mais baixas em alimentos com menos ingredientes quando comparadas com NRC (2006) e/ou FEDIAF (2018). Estas diferenças sugerem que o maior número de ingredientes pode melhorar o perfil nutricional da dieta. Apesar deste fator, mesmo alimentos com maior número de ingredientes não foram suficientes para suprir todos os nutrientes, indicando que mesmo assim a suplementação de minerais é necessária.

A presença de suplementos minerais como ingrediente nos alimentos também foi analisada quanto à concentração de nutrientes. Em alimentos para cães, as concentrações médias de matéria mineral, cálcio e a relação cálcio:fósforo foram menores em alimentos sem suplementação mineral. Já em alimentos para gatos, as concentrações médias de matéria mineral, cálcio, sódio, ferro, zinco e a relação cálcio:fósforo foram menores em alimentos sem suplementação. As concentrações maiores de cálcio em alimentos com suplementação eram esperadas, uma vez que a maior parte dos suplementos utilizados continha cálcio em sua composição, como suplementos vitamínicos-minerais, carbonato de cálcio e farinha de casca de ovo. Pode-se sugerir, a partir dos resultados do presente estudo, que somente a presença do suplemento não garante que o alimento seja balanceado, uma vez que nenhum alimento teve suprimento de todos os nutrientes mesmo quando suplemento vitamínico-mineral estava presente como ingrediente na receita. Este resultado é importante, pois demonstra que a dieta deve ser formulada como um todo, considerando a inclusão de todos os ingredientes e sua combinação de nutrientes, inclusive do suplemento. Uma dieta formulada de maneira inadequada, mesmo com adição de suplemento, não foi suficiente para suprir todos os nutrientes necessários, apesar de reduzir o número de nutrientes abaixo da recomendação. É importante ressaltar que as comparações foram realizadas nos alimentos com alta incidência

O risco de deficiências nutricionais pode aumentar ainda mais quando o proprietário não segue a receita como prescrita, que é ocorrência comum já

demonstrada em alguns estudos. Johnson e colaboradores (2016) observaram que de 30 proprietários que forneciam exclusivamente alimento caseiro para seus cães, apenas quatro (13%) demonstraram seguir a receita conforme prescrição. Oliveira e colaboradores (2014), em estudo realizado em Jaboticabal – Brasil, observaram que 50% dos proprietários entrevistados que forneciam alimento caseiro admitiram oferecer as quantidades prescritas de alimento, apesar de que apenas 15,2% dos entrevistados possuíam balança de cozinha. Neste mesmo estudo, 28,3% dos proprietários omitiram os suplementos prescritos e mais 6,5% relataram oferecer quantidades empíricas deles. Em outro estudo realizado com 110 proprietários de cães que forneceram por pelo menos seis meses alimento caseiro prescrito pela equipe de nutrição de cães e gatos junto ao Serviço de Clínica Médica de Pequenos Animais do Hospital Veterinário da FMVZ-USP, foi observado que 60,0% dos proprietários fizeram algum tipo de modificação na dieta prescrita (HALFEN et al., 2017). Destes, 25,0% modificaram o tipo de carne; 37,5% adicionaram ingrediente não prescrito; 40,6% variaram os legumes prescritos; e 12,5% prepararam o alimento utilizando alho e/ou cebola (não prescrito). Além disso, 35,1% dos proprietários indicaram não seguir exatamente as quantidades recomendadas. Estas alterações podem levar a redução de ingestão de alguns nutrientes, além da alteração de ingestão calórica, podendo causar doenças nutricionais ou ainda agravar condições clínicas pré-existentes.

7.2 CONCENTRAÇÕES DE METAIS PESADOS

O principal ponto de discussão sobre quantidades de alguns metais pesados acima dos respectivos NMTs é que os produtos adquiridos no presente estudo são todos alimentos para consumo humano, adquiridos em cadeias de lojas para este fim. Apesar deste fato, devemos considerar que a tolerância para animais e seres humanos pode ser distinta, e as unidades de recomendação são diferentes, já que para animais tanto FDA (2011) quanto NRC (2005) recomendam a utilização de NMT, enquanto para humanos o *Codex Alimentarius* (2017) indica o uso de medidas como consumo máximo diário, semanal ou mensal tolerado por quilo de peso

corporal. Este fato torna mais difícil a comparação entre os teores seguros de ingestão recomendados e avaliar se há risco para seres humanos tanto quanto para cães e gatos no consumo dos alimentos selecionados.

Um possível fator limitante do presente estudo foi a não determinação das concentrações de metais pesados da água utilizada para o cozimento dos alimentos. Porém, todos os alimentos crus para cão e para gato apresentaram valores acima do NMT para urânio, todos os alimentos crus para gatos apresentaram valores de vanádio acima do NMT e, três dos cinco alimentos crus para gatos apresentaram valores de mercúrio maiores do que o NMT. Nenhum dos dois alimentos crus para cães apresentaram concentrações de vanádio ou mercúrio acima do NMT, mas 18 e 33 alimentos para cães com ingredientes cozidos também apresentaram concentrações de mercúrio e vanádio abaixo dos NMTs, respectivamente. Apenas um alimento cru para gatos apresentou valor de chumbo acima do NMT, mas 13 alimentos para gatos com ingredientes cozidos também apresentaram concentrações de chumbo abaixo do NMT. Portanto, a contaminação da água utilizada para preparo dos alimentos possivelmente não foi um fator que influenciou o resultado das análises.

Dos alimentos para cães e para gatos, 26,7% e 44,0% apresentaram valores de chumbo acima do NMT, respectivamente. Apesar da alta incidência de alimentos com valores acima do teor seguro, todos os alimentos acima do NMT não passaram de duas vezes a recomendação. O chumbo pode estar presente no ambiente por conta da queima de combustíveis, como carvão e derivados do petróleo e, pelo uso de alguns pesticidas. No passado, a adição de chumbo tetraetila (CTE) era permitida para aumentar a octanagem de gasolina. Apesar de banida em 1989, a contaminação do solo pode ser atribuída a seu uso no passado (BRASIL, 2018). Quanto ao urânio, 92,0% dos alimentos de cães e todos os alimentos para gatos apresentaram valores acima do NMT, com concentrações até 16 vezes maiores que valores recomendados. As principais fontes de contaminação de urânio são água e solo (KEITH; FAROON; FOWLER, 2007). O Brasil possui a 5ª maior reserva de urânio do mundo, localizada principalmente nos estados de Bahia, Minas Gerais e São Paulo, o que poderia justificar o maior conteúdo deste elemento nos alimentos avaliados neste estudo por contaminação de água e solo da região (BRASIL, 2017).

As concentrações de mercúrio acima do NMT foram observadas em 70,7% dos alimentos para cães, e em 76,0% dos alimentos para gatos. Em alguns deles, principalmente nos para gatos, os valores superaram em mais de 10 vezes o NMT e em alimentos para cães, mais de 20 vezes. Estes valores de mercúrio, especialmente se a presença no alimento deste elemento for maior na forma orgânica do que inorgânica, podem significar risco de desenvolvimento de sinais clínicos associados à alta ingestão deste elemento (NRC, 2005).

Quanto aos teores de cobalto, apenas três alimentos para cães e um alimento para gatos apresentaram concentrações acima do NMT, porém não apresentaram valores acima de 20,0% da recomendação máxima. Já quanto ao vanádio, foram observadas concentrações acima do NMT em 53,3% dos alimentos para cães e em 60,0% dos alimentos para gatos, chegando a ultrapassar quatro vezes a recomendação. Há poucos estudos sobre os limites seguros para ambos elementos, e seus NMTs se baseiam em estudos em outras espécies. O FDA (2011) sugeriu a redução em 10 vezes dos valores de referência do NRC (2005) de cobalto, urânio e vanádio para o mamífero mais sensível ao se fazer extrapolação entre espécies. Portanto, caso cães e gatos sejam menos sensíveis do que os teores recomendados, o NMT estipulado pode ser maior e isso reduziria a quantidade de alimentos com valores acima do limite seguro.

Há poucos estudos sobre a concentração de metais pesados em alimentos destinados a cães e gatos e seus potenciais malefícios à saúde destas espécies. Davies e colaboradores (2017) avaliaram alimentos extrusados e úmidos para cães e gatos do Reino Unido quanto à composição mineral e de metais pesados utilizando espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS). Ao contrário do presente estudo, as concentrações de chumbo e urânio apresentaram valores abaixo do limite de detecção estipulado pela União Europeia. Porém, deve-se considerar que estes limites são recomendados para alimentos com umidade de 12,0%, que não é o caso dos alimentos utilizados neste estudo. Por este motivo, optou-se por se comparar os resultados com valores propostos por FDA e NRC, que recomenda valores baseados na matéria seca (EUROPEAN UNION, 2002; FDA, 2011).

Em estudo realizado por Fernandes e colaboradores (2018), 95 amostras de rações extrusadas produzidas no Brasil para cães adultos e filhotes foram avaliadas.

As concentrações de arsênio, cádmio e mercúrio, quando comparados com as recomendações para seres humanos do *Codex Alimentarius* não foram considerados de risco. Já as concentrações de alumínio, antimônio e urânio foram observados em teores considerados altos para seres humanos. As diferenças entre o estudo citado e o presente estudo podem ser devido à comparações em bases diferentes, uma vez que o primeiro comparou os teores de metais pesados com recomendações para seres humanos e o presente estudo, com recomendações específicas para cães e gatos. Além disso, as técnicas utilizadas para análise também podem ter interferido, uma vez que o estudo citado utilizou análise por ativação neutrônica e o presente estudo utilizou ICP-OES.

8 CONCLUSÕES

No presente estudo, nenhum alimento caseiro para cães ou para gatos atendeu a todas as recomendações de minerais, proteína e/ou gordura. Os nutrientes com maior incidência de valores abaixo da recomendação foram: selênio, cálcio, potássio e zinco nos alimentos de cães; e selênio, ferro, zinco, manganês e potássio nos alimentos de gatos. Os resultados obtidos neste estudo evidenciam a necessidade de cuidado ao se formular alimentos caseiros para cães e gatos para garantir melhor saúde, qualidade de vida e maior longevidade.

Quanto aos metais pesados, foi possível detectar a presença de 14 dos 15 elementos investigados, sendo que boro apresentou concentrações abaixo do limite de detecção estipulado. Chumbo, cobalto, mercúrio, urânio e vanádio apresentaram concentrações acima dos respectivos NMTs em alimentos tanto para cães quanto para gatos. As reais implicações destes achados para a saúde destas espécies ainda não estão bem elucidadas. Estudos que considerem especificamente o consumo de metais pesados para cães e gatos são necessários para melhor compreender os NMTs e as consequências de ingestão crônica acima dos limites seguros.

REFERÊNCIAS

AAFCO. **Official Publication**. Champaign, EUA: AAFCO, 2016.

ABBRECHT, P. Cardiovascular effects of chronic potassium deficiency in the dog. **American Journal of Physiology**, v. 223, p. 555–560, 1972.

AITIO, A.; BERNARD, A.; FOWLER, B. A.; NORDBERG, G. F. Biological monitoring and biomarkers. In: NORDBERG, G. F.; FOWLER, B. A.; NORDBERG, M.; FRIBERG, L. T. (Ed.). **Handbook on the Toxicology of Metals**. 3. ed. San Diego, Estados Unidos: Elsevier, 2007. p. 65–78.

ALGYA, K. M.; CROSS, T.-W. L.; LEUCK, K. N.; KASTNER, M. E.; BABA, T.; LYE, L.; GODOY, M. R. C.; SWANSON, K. S. Nutrient digestibility, fecal characteristics, serum chemistry, and urinalysis of adult dogs fed extruded, mildly cooked, and raw diets. In: 17th Annual AAVN Clinical Nutrition and Research Abstract Symposium, **Anais...**2017.

ALKMIM FILHO, J. F.; GERMANO, A.; DIBAI, W. L. S.; VARGAS, E. A.; MELO, M. M. Assessment of heavy metal residues in Brazilian poultry and swine tissue. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 2, p. 471–480, 2014.

ANDERSON, M. B.; PEDIGO, N. G.; KATZ, R. P.; GEORGE, W. J. Histopathology of tests from mice chronically treated with cobalt. **Reproductive Toxicology**, v. 6, p. 49–54, 1992.

ANKE, M.; SEEGER, O.; GLEI, M.; DORN, W.; MÜLLER, R. Uranium in the food chain of humans in Central Europe - risks and problems. (Z. Gârban, P. Draegan, Eds.) In: Metal Elements in Environment, Medicine and Biology, **Anais...**Publishing House Eurobit Timisoara, 2000.

AOAC. **Official methods of analysis**. 16. ed. Arlington, EUA: AOAC International, 1995.

AOAC. **Official methods of analysis**. Gaithersburg, EUA: AOAC International, 2006.

ARMSTRONG, P. J.; GROSS, K. L.; BECVAROVA, I.; DEBRAEKELEER, J. Introduction to Feeding Normal Cats. In: HAND, M. S.; THATCHER, C. D.; REMILLARD, R. L.; ROUDEBUSH, P.; NOVOTNY, B. J. (Ed.). **Small Animal Clinical Nutrition**. 5. ed. Topeka, EUA: Mark Morris Institute, 2010. p. 361–372.

ATSDR. **Toxicological profile for mercury**. [s.l.] U. S. Department of Health and Human Services, 1999.

ATSDR. **ATSDR's substance priority list**. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/spl/index.html#modalIdString_myTable2017>. Acesso em: 25 abr. 2018.

BALDWIN, K.; BARTGES, J.; BUFFINGTON, T.; FREEMAN, L. M.; GRABOW, M.; LEGRED, J.; OSTWALD JR, D. AAHA Nutritional assessment guidelines for dogs and cats. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 46, p. 285–296, 2010.

BARF WORLD. **BARF WorldWhat is BARF?**, 2017. . Disponível em: <http://barfworld.com/what_is_barf.php>. Acesso em: 5 abr. 2018.

BECKETT, W. S.; NORDBERG, G. F.; CLARKSON, T. W. Routes of exposure, dose, and metabolism of metals. In: NORDBERG, G. F.; FOWLER, B. A.; NORDBERG, M.; FRIBERG, L. T. (Ed.). **Handbook on the Toxicology of Metals**. 3. ed. San Diego, Estados Unidos: Elsevier, 2007. p. 39–64.

BECKING, G. C.; NORDBERG, M.; NORDBERG, G. F. Essential metals: assessing risks from deficiency and toxicity. In: NORDBERG, G. F.; FOWLER, B. A.; NORDBERG, M.; FRIBERG, L. T. (Ed.). **Handbook on the Toxicology of Metals**. 3. ed. San Diego, Estados Unidos: Elsevier, 2007. p. 163–176.

BERLIN, M.; ZALUPS, R. K.; FOWLER, B. A. Mercury. In: NORDBERG, G. F.; FOWLER, B. A.; NORDBERG, M.; FRIBERG, L. T. (Ed.). **Handbook on the Toxicology of Metals**. 3. ed. San Diego, Estados Unidos: Elsevier, 2007. p. 675–729.

BERMINGHAM, E. N.; THOMAS, D. G.; CAVE, N. J.; MORRIS, P. J.; BUTTERWICK, R. F.; GERMAN, A. J. Energy requirements of adult dogs: a meta-analysis. **PLoS ONE**, v. 9, n. 10, p. 1–23, 2014.

BERSCHNEIDER, H. M. Alternative diets. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v. 17, n. 1, p. 1–5, 2002.

BERTHON, G. Aluminium speciation in relation to aluminium bioavailability, metabolism and toxicity. **Coordination Chemistry Reviews**, v. 228, p. 319–341, 2002.

BILLINGHURST, I. **The BARF Diet**. 1. ed. Wenatchee, EUA: Dogwise Publishing, 2001.

BRASIL. **Resolução da diretoria colegiada - RDC n. 42 de 29 de agosto de 2013**Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, , 2013. .

BRASIL. **Brasil possui a 5ª maior reserva de urânio do mundo**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/infraestrutura/2016/09/brasil-possui-5-maior-reserva-de-uranio-no-mundo>>. Acesso em: 13 set. 2018.

BRASIL. **Chumbo**. Disponível em: <<http://portalms.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental/vigipeq/contaminantes-quimicos/chumbo>>. Acesso em: 13 set. 2018.

BUCKLEY, C.; COLYER, A.; SKRZYWANIEK, M.; JODKOWSKA, K.; KURSKI, G.; GAWOR, J.; CEREGRZYN, M. The impact of home-prepared diets and home oral hygiene on oral health in cats and dogs. **British Journal of Nutrition**, v. 106, n. S1,

p. S124–S127, 2011. Disponível em: <http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0007114511000821>.

BUFFINGTON, C.; DIBARTOLA, S.; CHEW, D. Effect of low potassium commercial nonpurified diet on renal function of adult cats. **Journal of Nutrition**, v. 121, p. 91S–92S, 1991.

BURROWS, C. F.; KRONFELD, D. S.; BANTA, C. A.; MERRITT, A. M. Effects of fiber on digestibility and transit time in dogs. **The Journal of Nutrition**, v. 112, n. 9, p. 1726–1732, 1982.

CAMOSSI, L. G.; FACCIOLI, P. Y.; MENOZZI, B. D.; DAHER, S. R.; LANGONI, H. Environmental risk factors for canine toxoplasmosis in a deprived district of Botucatu, SP, Brazil. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 14, n. 3, p. 450–465, 2008.

CASNA, B. R.; SHEPHERD, M. L.; DELANEY, S. J. Cost comparison of homemade versus commercial adult maintenance canine diets. In: 17th Annual AAVN Clinical Nutrition and Research Abstract Symposium, **Anais...**2017.

CHARBONNEAU, S. M.; MUNRO, I. C.; NERA, A.; ARMSTRONG, F. A.; WILLES, R. F.; BRYCE, F.; NELSON, R. F. Chronic toxicity of methylmercury in the adult cat. **Toxicology**, v. 5, p. 337–349, 1976.

CHARLES, N.; DAVIES, C. A. My family and other animals: pets as kin. **Sociological Research Online**, v. 13, n. 5, p. 1–14, 2008.

CHAUSOW, D.; CZARNECKI-MAULDEN, G. Estimation of dietary requirement for the weanling puppy and kitten. **Journal of Nutrition**, v. 117, p. 928–932, 1987.

CHUNG, A. S.; HOEKSTRA, W. G.; GRUMMER, R. H. Supplemental cobalt or nickel for zinc deficiency. **Journal of Animal Science**, v. 42, p. 1352–1353, 1976.

CODEX ALIMENTARIUS. **General standard for contaminants and toxins in food and feed**Roma, ItáliaFood and Agriculture Organization of the United Nations, , 2017. .

COSTA JR, J. M. F.; SILVA, C. I. M. da; LIMA, A. A. da S.; RODRIGUES JÚNIOR, D.; SILVEIRA, L. C. de L.; SOUZA, G. da S.; PINHEIRO, M. da C. N. Teores de mercúrio em cabelo e consumo de pescado de comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira, região do Tapajós. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 3, p. 805–812, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232018000300805&lng=pt&tlng=pt>.

COSTA, S. S. L.; PEREIRA, A. C. L.; PASSOS, E. A.; ALVES, J. D. P. H.; GARCIA, C. A. B.; ARAUJO, R. G. O. Multivariate optimization of an analytical method for the analysis of dog and cat foods by ICP OES. **Talanta**, v. 108, p. 157–164, 2013.

DAVIES, M.; ALBOROUGH, R.; JONES, L.; DAVIS, C.; WILLIAMS, C.; GARDNER, D. S. Mineral analysis of complete dog and cat foods in the UK and compliance with

European guidelines. **Scientific Reports**, v. 7, p. 1–9, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-17159-7>>.

DODD, S. A. S.; CAVE, N. J.; VERBRUGGHE, A. Changes in the feeding practices of domestic dogs and cats over the last decade. In: **ESVCN Proceedings 2018**, Munique, Alemanha. **Anais...** Munique, Alemanha: ESVCN, 2018.

DOW, S.; FETTMAN, M.; LECOUEUR, R.; HAMAR, D. Potassium depletion in cats: renal and dietary influences. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 191, p. 1569–1575, 1987.

EUROPEAN UNION. Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council. **Official Journal of the European Communities**, v. L 140, p. 1–22, 2002.

EXLEY, C.; MOLD, M. J. The binding, transport and fate of aluminium in biological cells. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 30, p. 90–95, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jtemb.2014.11.002>>.

EXLEY, C.; VICKERS, T. Elevated brain aluminium and early onset Alzheimer's disease in an individual occupationally exposed to aluminium: a case report. **Journal of Medical Case Reports**, v. 8, p. 1–3, 2014.

FDA. **Target Animal Safety Review Memorandum**. [s.l.] U. S. Food and Drug Administration - Center for Veterinary Medicine, 2011.

FEDIAF. **Nutritional Guidelines for Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs**. Brussels: Fédération Européenne de l'Industrie des Aliments pour Animaux Familiers, 2017.

FEDIAF. **Nutritional Guidelines for Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs**. Brussels: Fédération Européenne de l'Industrie des Aliments pour Animaux Familiers, 2018.

FELIX, A. P.; SÁ-FORTES, C. M. L.; SILVA, A. C. M.; NASCIMENTO, S. T.; CARCIOFI, A. C.; LAURENTIZ, A. C.; BERGAMASCHINE, A. F. Digestibilidade de uma dieta caseira e dois alimentos comerciais, econômico e super-prêmio, para cães. **Archives of Veterinary Science**, v. 14, n. 1, p. 25–30, 2009.

FERNANDES, E. A. N.; ELIAS, C.; BACCHI, M. A.; BODE, P. Trace element measurement for assessment of dog food safety. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 2045–2050, 2018.

FETTMAN, M. ; STANTON, C. ; BANKS, L. ; HAMAR, D. ; JOHNSON, D. ; HEGSTAD, R. ; JOHNSTON, S. Effects of neutering on bodyweight, metabolic rate and glucose tolerance of domestic cats. **Research in Veterinary Science**, v. 62, n. 2, p. 131–136, mar. 1997. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S003452889790134X>>.

FORTES, E. **Parasitologia Veterinária**. 4. ed. São Paulo, Brasil: Ícone Editora, 2004.

FOWLER, B. A.; CHOU, C.-H. S. J.; JONES, R. L.; CHEN, C.-J. Arsenic. In: NORDBERG, G. F.; FOWLER, B. A.; NORDBERG, M.; FRIBERG, L. T. (Ed.). **Handbook on the Toxicology of Metals**. 3. ed. San Diego, Estados Unidos: Elsevier, 2007. p. 367–406.

FRANÇA, J. **Alimentos convencionais versus naturais para cães adultos**. 2009. Universidade Federal de Lavras, 2009.

FREEMAN, L.; BECVAROVA, I.; CAVE, N.; MACKAY, C.; NGUYEN, P.; RAMA, B.; TAKASHIMA, G.; TIFFIN, R.; TSJIMOTO, H.; BEUKELLEN, P. Nutritional Assessment Guidelines. **Journal of Small Animal Practice**, v. 82, p. 254–263, 2011. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22616443>>.

FREEMAN, L. M.; CHANDLER, M. L.; HAMPER, B. A.; WEETH, L. P. Current knowledge about the risks and benefits of raw meat-based diets for dogs and cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 243, n. 11, p. 1549–1558, 2013. Disponível em: <<http://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.243.11.1549>>.

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

GAWOR, J. P.; REITER, A. M.; JODKOWSKA, K.; KURSKI, G.; WOJTACKI, M. P.; KUREK, A. Influence of diet on oral health in cats and dogs. **The Journal of Nutrition**, v. 136, p. 2021S–2023S, 2006.

GRAY, C. M.; SELLON, R. K.; FREEMAN, L. M. Nutritional adequacy of two vegan diets for cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 225, n. 11, p. 1670–1675, 2004. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15626215>>.

GROSS, K. L.; YAMKA, R. M.; KHOO, C.; FRIESEN, K. G.; JEWELL, D. E.; SCHOENHERR, W. D.; DEBRAEKELEER, J.; ZICKER, S. C. Macronutrients. In: HAND, M. S.; THATCHER, C. D.; REMILLARD, R. L.; ROUDEBUSH, P.; NOVOTNY, B. J. (Ed.). **Small Animal Clinical Nutrition**. 5. ed. Topeka, EUA: Mark Morris Institute, 2010. p. 49–105.

HALFEN, D. P.; OBA, P. M.; DUARTE, C. N.; SANTOS, J. P. F.; VENDRAMINI, T. H. A.; SUCUPIRA, M. C. A.; CARCIOFI, A. C.; BRUNETTO, M. Tutores de cães consideram a dieta caseira como adequada, mas alteram as fórmulas prescritas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 12, p. 1453–1459, 2017.

HARPER, E. J.; STACK, D. M.; WATSON, T. D. G.; MOXHAM, G. Effects of feeding regimens on bodyweight, composition and condition score in cats following ovariectomy. **Journal of Small Animal Practice**, v. 42, n. 9, p. 433–438, set. 2001. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1748-5827.2001.tb02496.x>>.

HARVEY, J. Iron deficiency anemia in dogs and cats. In: Proceedings of the North American Veterinary Conference, Florida, EUA. **Anais...** Florida, EUA: 1998.

HEINZE, C. R.; GOMEZ, F. C.; FREEMAN, L. M. Assessment of commercial diets

and recipes for home-prepared diets recommended for dogs with cancer. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 241, n. 11, p. 1453–1460, 2012. Disponível em: <<http://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.241.11.1453>>.

HILL, R. C.; BURROWS, C. F.; ELLISON, G.; BAUER, J. E. The effect of texturized vegetable protein from soy on nutrient digestibility compared to beef in cannulated dogs. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 2162–2171, 2001.

JOHNSON, L. N.; LINDER, D. E.; HEINZE, C. R.; KEHS, R. L.; FREEMAN, L. M. Evaluation of owner experiences and adherence to home-cooked diet recipes for dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 57, n. 1, p. 23–27, 2016.

JUHASZ, A. L.; SMITH, E.; WEBER, J.; REES, M.; ROFE, A.; KUCHEL, T.; SANSOM, L.; NAIDU, R. Application of an in vivo swine model for the determination of arsenic bioavailability in contaminated vegetables. **Chemosphere**, v. 71, p. 1963–1969, 2008.

KANE, E.; MORRIS, J. G.; ROGERS, Q. R.; IHRKE, P. J.; CUPPS, P. T. Zinc deficiency in the cat. **The Journal of Nutrition**, v. 111, n. 3, p. 488–495, 1981.

KATZ, A. C.; FRANK, D. W.; SAUERHOFF, M. W.; ZWICKER, G. M.; FREUDENTHAL, R. I. A 6-month dietary toxicity study of acidic sodium aluminium phosphate in Beagle dogs. **Food and Chemical Toxicology**, v. 22, n. 1, p. 7–9, 1984.

KAWAGUCHI, K.; BRAGA, I. S. I.; TAKAHASHI, A.; OCHIAI, K.; ITAKURA, C. Nutritional secondary hyperparathyroidism occurring in a strain of German Shepherd puppies. **Japanese Journal of Veterinary Research**, v. 41, p. 89–96, 1993.

KEITH, L. S.; FAROON, O. M.; FOWLER, B. A. Uranium. In: NORDBERG, G. F.; FOWLER, B. A.; NORDBERG, M.; FRIBERG, L. T. (Ed.). **Handbook on the Toxicology of Metals**. 3. ed. San Diego, Estados Unidos: Elsevier, 2007. p. 881–903.

KIENZLE, E.; THIELEN, C.; PESSINGER, C. Investigations on phosphorus requirements of adult cats. **Journal of Nutrition**, v. 128, p. 2598S–2600S, 1998.

LAFLAMME, D. P. Development and validation of a body condition score system for dogs. **Canine Practice**, v. 22, n. 4, p. 10–15, 1997.

LAFLAMME, D. P.; ABOOD, S. K.; FASCETTI, A. J.; FLEEMAN, L. M.; FREEMAN, L. M.; MICHEL, K. E.; BAUER, C.; KEMP, B. L. E.; DOREN, J. R. Van; WILLOUGHBY, K. N. Pet feeding practices of dog and cat owners in the United States and Australia. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 232, n. 5, p. 687–694, 2008.

LARSEN, J. A.; FARCAS, A. Nutrition of aging dogs. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 44, p. 741–759, 2014.

LARSEN, J. A.; PARKS, E. M.; HEINZE, C. R.; FASCETTI, A. J. Evaluation of recipes for home-prepared diets for dogs and cats with chronic kidney disease.

Journal of the American Veterinary Medical Association, v. 240, n. 5, p. 532–538, 2012. Disponível em: <<http://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.240.5.532%5Cnpapers3://publication/doi/10.2460/javma.240.5.532>>.

LINDSEY, D. S.; DUBEY, J. P.; BUTLER, J. M.; BLAGBURN, B. L. Mechanical transmission of *Toxoplasma gondii* oocysts by dogs. **Veterinary Parasitology**, v. 73, p. 27–33, 1997.

LISON, D. Cobalt. In: NORDBERG, G. F.; FOWLER, B. A.; NORDBERG, M.; FRIBERG, L. T. (Ed.). **Handbook on the Toxicology of Metals**. 3. ed. San Diego, Estados Unidos: Elsevier, 2007. p. 511–528.

LONSDALE, T. **Raw Meaty Bones**. 1. ed. Wenatchee, EUA: Dogwise Publishing, 2001.

LOURENS, D. C. Nutritional or secondary hyperparathyroidism in a German Shepherd litter. **Journal of the South African Veterinary Association**, v. 51, n. 2, p. 121–123, 1980.

LUIPPOLD, A.; GUSTIN, M. S. Mercury concentrations in wet and dry cat and dog food. **Animal Feed Science and Technology**, v. 222, p. 190–193, 2016.

MACDONALD, M. L.; ROGERS, Q. R.; MORRIS, J. G. Nutrition of the domestic cat, a mammalian carnivore. **Annual Review of Nutrition**, v. 4, p. 521–562, 1984.

MACKAY, J. R. D.; MOORE, J.; HUNTINGFORD, F. Characterizing the data in online companion-dog obituaries to assess their usefulness as a source of information about human–animal bonds. **Anthrozoos**, v. 29, n. 3, p. 431–440, 2016.

MADHUSUDHAN, H. S.; SINGH, K. C.; KRISHNAMOORTHY, U.; UMESH, K. G.; BUTTERWICK, R.; WRIGGLESWORTH, D. Estimation of maintenance energy requirements in German shepherd and Labrador retriever dogs in Bangalore, India. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 102, p. e106–e110, 2018.

MÁRQUEZ, B. P.; SHEPHERD, M. L.; DELANEY, S. J. Cost comparison of homemade versus commercial renal canine diets. In: 18th Annual AAVN Clinical Nutrition and Research Symposium Proceedings 2018, **Anais...**2018.

MICHEL, K. E. Unconventional diets for dogs and cats. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 36, p. 1269–1281, 2006.

MICHEL, K. E.; ANDERSON, W.; CUPP, C.; LAFLAMME, D. P. Correlation of a feline muscle mass score with body composition determined by dual-energy X-ray absorptiometry. **British Journal of Nutrition**, v. 106, p. S57–S59, 2011.

MOFFETT, D. B.; EL-MASRI, H. A.; FOWLER, B. A. General considerations of dose-effect and dose-response relationships. In: NORDBERG, G. F.; FOWLER, B. A.; NORDBERG, M.; FRIBERG, L. T. (Ed.). **Handbook on the Toxicology of Metals**. 3. ed. San Diego, Estados Unidos: Elsevier, 2007. p. 101–115.

MONTASER, A. **Inductively coupled plasma mass spectrometry**. Washington D.C., EUA: Wiley-VCH, 1998.

MORRIS, J. G. Cats discriminate between cholecalciferol and ergocalciferol. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 86, p. 229–238, 2002.

NACHMAN, K. E.; LOVE, D. C.; BARON, P. A.; NIGRA, A. E.; MURKO, M.; RABER, G.; FRANCESCONI, K. A.; NAVAS-ACIEN, A. Nitarsone, inorganic arsenic, and other arsenic species in Turkey meat: exposure and risk assessment based on a 2014 U.S. market basket sample. **Environmental Health Perspectives**, v. 125, n. 3, p. 363–369, 2017.

NACHMAN, K. E.; RABER, G.; FRANCESCONI, K. A.; NAVAS-ACIEN, A.; LOVE, D. C. Arsenic species in poultry feather meal. **Science of the Total Environment**, v. 417–418, p. 183–188, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.12.022>>.

NIELSEN, F. H. Nutritional requirements for boron, silicon, vanadium, nickel, and arsenic: current knowledge and speculation. **The FASEB Journal**, v. 5, p. 2661–2667, 1991.

NIELSEN, F. H. Ultratrace elements of possible importance in human health: an update. **Progress in Clinical and Biological Research**, v. 380, p. 355–376, 1993.

NORDBERG, G. F.; NOGAWA, K.; NORDBERG, M.; FRIBERG, L. T. Cadmium. In: NORDBERG, G. F.; FOWLER, B. A.; NORDBERG, M.; FRIBERG, L. T. (Ed.). **Handbook on the Toxicology of Metals**. 3. ed. San Diego, Estados Unidos: Elsevier, 2007. p. 445–486.

NRC. **Mineral Tolerance of Animals**. Washington, D.C.: National Academies Press, 2005.

NRC. **Nutrient Requirements of Dogs and Cats**. 1. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2006.

OLIVEIRA, M. C. C.; BRUNETTO, M. A.; DA SILVA, F. L.; JEREMIAS, J. T.; TORTOLA, L.; GOMES, M. O. S.; CARCIOFI, A. C. Evaluation of the owner's perception in the use of homemade diets for the nutritional management of dogs. **Journal of Nutritional Science**, v. 3, n. e23, p. 1–5, 2014. Disponível em: <http://www.journals.cambridge.org/abstract_S204867901400024X>.

PARR, J. M.; REMILLARD, R. L. Handling alternative dietary requests from pet owners. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 44, p. 667–688, 2014.

PASSLACK, N.; MAINZER, B.; LAHRSEN-WIEDERHOLT, M.; SCHAFFT, H.; PALAVINSKAS, R.; BREITHAUPT, A.; NEUMANN, K.; ZENTEK, J. Concentrations of strontium, barium, cadmium, copper, zinc, manganese, chromium, antimony, selenium and lead in the equine liver and kidneys. **Journal of Veterinary Science**, v. 16, n. 1, p. 57–66, 2015.

PEDRINELLI, V.; GOMES, M. de O. S.; CARCIOFI, A. C. Analysis of recipes of home-prepared diets for dogs and cats published in Portuguese. **Journal of Nutritional Science**, v. 6, n. e33, p. 1–5, 2017.

PEDRINELLI, V.; PORSANI, M. Y. H.; LIMA, D. M.; BRUNETTO, M. A. Predictive equations of maintenance energy requirement of healthy and chronically ill adult dogs. In: *ESVCN Proceedings 2018*, Munique, Alemanha. **Anais...** Munique, Alemanha: ESVCN, 2018.

PERFECTLY RAW SOME. **Prey model raw food diet for dog**. Disponível em: <<https://perfectlyrawsome.com/dogs/prey-model-raw-diet/>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

POLÁK, J.; O'FLAHERTY, E. J.; FREEMAN, G. B.; JOHNSON, J. D.; LIAO, S. C.; BERGSTROM, P. D. Evaluating lead bioavailability data by means of a physiologically based lead kinetic model. **Fundamental and Applied Toxicology**, v. 29, n. 1, p. 63–70, jan. 1996. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8838640>>.

REID, D. F.; SACKET, W. M. Uranium and radium in livestock feed supplements. **Health Physiology**, v. 32, p. 535–540, 1977.

REMILLARD, R. L. Homemade diets: Attributes, pitfalls, and a call for action. **Topics in Companion Animal Medicine**, v. 23, n. 3, p. 137–142, 2008.

REMILLARD, R. L.; CRANE, S. W. Making pet foods at home. In: HAND, M. S.; THATCHER, C. D.; REMILLARD, R. L.; ROUDEBUSH, P.; NOVOTNY, B. J. (Ed.). **Small Animal Clinical Nutrition**. 5. ed. Topeka, EUA: Mark Morris Institute, 2010. p. 207–223.

RIOND, J.-L.; STIEFEL, M.; WENK, C.; WANNER, M. Nutrition studies on protein and energy in domestic cats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 87, n. 5–6, p. 221–228, jun. 2003. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1046/j.1439-0396.2003.00431.x>>.

ROUDEBUSH, P.; SCHOENHERR, W. D. Skin and Hair Disorders. In: HAND, M. S.; THATCHER, C. D.; REMILLARD, R. L.; ROUDEBUSH, P.; NOVOTNY, B. J. (Ed.). **Small Animal Clinical Nutrition**. 5. ed. Topeka, EUA: Mark Morris Institute, 2001. p. 637–665.

SCHLEMMER, U.; FROLICH, W.; PRIETO, R. M.; GRASES, F. Phytate in foods and significance for humans: food sources, intake, processing, bioavailability, protective role and analysis. **Molecular Nutrition and Food Research**, v. 53, n. 2, p. S330–S375, 2009.

SHAW, C. A.; TOMLJENOVIC, L. Aluminum in the central nervous system (CNS): toxicity in humans and animals, vaccine adjuvants, and autoimmunity. **Immunologic Research**, v. 56, p. 304–316, 2013.

SHIBAMOTO, T.; BJELDANES, L. F. Food contaminants from industrial wastes. In: SHIBAMOTO, T.; BJELDANES, L. F. (Ed.). **Introduction to Food Toxicology**. 2. ed. San Diego, Estados Unidos: Academic Press, 2009. p. 181–210.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 1. ed. Viçosa, Brasil: Universidade Federal de Viçosa, 1981.

SINITOX. **Tabela 1 - Casos registrados de intoxicação humana, de intoxicação animal e de solicitação de informação por região e por centro**Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas, 2016. Disponível em: <<https://sinitox.icict.fiocruz.br/dados-nacionais>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

SKERFVING, S.; BERGDAHL, I. A. Lead. In: NORDBERG, G. F.; FOWLER, B. A.; NORDBERG, M.; FRIBERG, L. T. (Ed.). **Handbook on the Toxicology of Metals**. 3. ed. San Diego, Estados Unidos: Elsevier, 2007. p. 599–643.

SOUSA, A. C. A.; TEIXEIRA, I. S. de S.; MARQUES, B.; VILHENA, H.; VIEIRA, L.; SOARES, A. M. V. M.; NOGUEIRA, A. J. A.; LILLEBØ, A. I. Mercury, pets' and hair: baseline survey of a priority environmental pollutant using a noninvasive matrix in man's best friend. **Ecotoxicology**, v. 22, p. 1435–1442, 2013.

SOUSA, C.; STANNARD, A.; IHRKE, P.; REINKE, S.; SCHMEITZEL, L. Dermatitis associated with feeding generic dog food: 13 cases. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 192, p. 676–680, 1988.

STOCKMAN, J.; FASCETTI, A. J.; KASS, P. H.; LARSEN, J. A. Evaluation of recipes of home-prepared maintenance diets for dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 242, n. 11, p. 1500–1505, 2013. Disponível em: <<http://avmajournals.avma.org/doi/pdf/10.2460/javma.242.11.1500%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23683013>>.

STREIFF, E. L.; ZWISCHENBERGER, B.; BUTTERWICK, R. F.; WAGNER, E.; IBEN, C.; BAUER, J. E. A comparison of the nutritional adequacy of home-prepared and commercial diets for dogs. **Journal of Nutrition**, v. 132, p. 1698S–1700S, 2002. Disponível em: <<http://www.nutrition.org/cgi/content/abstract/132/6/1698S>>.

STROHMEYER, R. A.; MORLEY, P. S.; HYATT, D. R.; DARGATZ, D. A.; SCORZA, A. V.; LAPPIN, M. R. Evaluation of bacterial and protozoal contamination of commercially available raw meat diets for dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 228, n. 4, p. 537–542, 2006. Disponível em: <<http://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.228.4.537>>.

TAL, M.; PARR, J. M.; MACKENZIE, S.; VERBRUGGHE, A. Dietary imbalances in a large breed puppy, leading to compression fractures, vitamin D deficiency, and suspected nutritional secondary hyperparathyroidism. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 59, p. 36–42, jan. 2018.

TAYLOR, M. B.; GEIGER, D. A.; SAKER, K. E.; LARSON, M. M. Diffuse osteopenia and myelopathy in a puppy fed a diet composed of an organic premix and raw ground beef. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 234, n. 8, p. 1041–1048, 2009. Disponível em: <<http://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.234.8.1041>>.

TEIXEIRA, F. A.; SANTOS, A. L. S. Deficiências nutricionais graves em cão recebendo dieta de eliminação caseira. **Veterinary & Science**, v. 18, p. 26–37,

2016.

THATCHER, C. D.; HAND, M. S.; REMILLARD, R. L. Small Animal Clinical Nutrition: An Iterative Process. In: HAND, M. S.; THATCHER, C. D.; REMILLARD, R. L.; ROUDEBUSH, P.; NOVOTNY, B. J. (Ed.). **Small Animal Clinical Nutrition**. 5. ed. Topeka, EUA: Mark Morris Institute, 2010. p. 3–20.

THES, M.; KOEBER, N.; FRITZ, J.; WENDEL, F.; DILLITZER, N.; DOBENECKER, B.; KIENZLE, E. Metabolizable energy intake of client-owned adult dogs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 100, p. 813–819, 2016.

THES, M.; KOEBER, N.; FRITZ, J.; WENDEL, F.; DOBENECKER, B.; KIENZLE, E. Metabolizable energy intake of client-owned adult cats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 99, p. 1025–1030, 2015.

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

THOMSON, A. B. R.; VALBERG, L. S.; SINCLAIR, D. C. Competitive nature of the intestinal transport mechanism for cobalt and iron in the rat. **Journal of Clinical Investigation**, v. 50, p. 2384–2394, 1971.

TOMZA-MARCINIAK, A.; PILARCZYK, B.; BAKOWSKA, M.; LIGOCKI, M.; GAIK, M. Lead, cadmium and other metals in serum of pet dogs from an urban area of NW Poland. **Biological Trace Element Research**, v. 149, p. 345–351, 2012.

USDA. **National Nutrient Database for Standard Reference**. Disponível em: <<http://ndb.nal.usda.gov/>>. Acesso em: 3 fev. 2018.

VAN DEN BROEK, A.; THODAY, K. Skin disease in dogs associated with zinc deficiency: a report of five cases. **Journal of Small Animal Practice**, v. 27, p. 313–323, 1986.

VAN VLEET, J. F. Experimentally induced vitamin E-selenium deficiency in the growing dog. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 166, n. 8, p. 769–774, 1975.

VAN VLEET, J. F.; REBAR, A. H.; FERRANS, V. J. Acute cobalt and isoproterenol cardiotoxicity in swine: protection by selenium-vitamin E supplementation and potentiation by stress-susceptible phenotype. **American Journal of Veterinary Research**, v. 38, p. 991–1002, 1977.

VÁZQUEZ, C.; PALACIOS, O.; BOEYKENS, S.; PARRA, L. M. M. Domestic dog hair samples as biomarkers of arsenic contamination. **X-Ray Spectrometry**, v. 42, p. 220–223, 2013.

VILELA, M. A voz do mercado pet. **Revista Cães e Gatos**, p. 25–34, 2013.

WEDEKIND, K. J.; COMBS, G. F. Selenium in pet foods: is bioavailability an issue? **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 22, p. 17–22, 2000.

WEDEKIND, K. J.; YU, S.; KATS, L.; PAETAU-ROBINSON, I.; COWELL, C. S. Micronutrients: minerals and vitamins. In: HAND, M. S.; THATCHER, C. D.; REMILLARD, R. L.; ROUDEBUSH, P.; NOVOTNY, B. J. (Ed.). **Small Animal Clinical Nutrition**. 5. ed. Topeka, EUA: Mark Morris Institute, 2010. p. 107–148.

WHO. Aluminium in drinking-water. **WHO Guidelines for Drinking-Water Quality**, v. 10, p. 1–15, 2010.

WHO. **Mercury and health**, 2017. . Disponível em: <<http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

WICHERT, B.; MÜLLER, L.; GEBERT, S.; WENK, C.; WANNER, M. Additional data on energy requirements of young adult cats measured by indirect calorimetry. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 91, n. 5–6, p. 278–281, jun. 2007. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1439-0396.2007.00705.x>>.

WILLIAMS, R. D.; OLMSTED, W. H. A biochemical method for determining indigestible residue (crude fiber) in feces: lignin, cellulose, and non-water soluble hemicelluloses. **Journal of Biological Chemistry**, v. 108, n. 3, p. 635–666, 1935.

WOOD, J. M.; WANG, H. K. Microbial resistance to heavy metals. **Environmental Science and Technology**, v. 17, p. 82a–90a, 1983.

WRENN, M. E.; DURBIN, P. W.; HOWARD, B. Metabolism of ingested U and Ra. **Health Physiology**, v. 48, p. 601–633, 1985.

YOKEL, R. A. The toxicology of aluminum in the brain: a review. **Neurotoxicology**, v. 21, n. 5, p. 813–828, 2000.

APÊNDICE A – Ingredientes utilizados nos alimentos caseiros para cães e gatos do presente estudo.

(Continua)

Ingrediente	Cão		Gato	
	N. de alimentos	%	N. de alimentos	%
Abóbora	8	10,67	7	28,00
Abobrinha	17	22,67	3	12,00
Acelga	1	1,33	0	0,00
Acém	4	5,33	3	12,00
Açúcar	1	1,33	0	0,00
Alecrim	1	1,33	0	0,00
Alface	0	0,00	1	4,00
Alho	8	10,67	0	0,00
Aminomix Pet®	2	2,67	0	0,00
Arroz branco	24	32,00	4	16,00
Arroz integral	16	21,33	5	20,00
Aveia	9	12,00	0	0,00
Azeite	9	12,00	1	4,00
Bacon	1	1,33	0	0,00
Batata doce	6	8,00	2	8,00
Batata inglesa	6	8,00	1	4,00
Beef jerky	1	1,33	0	0,00
Berinjela	1	1,33	2	8,00
Beterraba	3	4,00	3	12,00
Blueberries	1	1,33	0	0,00
Brócolis	6	8,00	2	8,00
Caldo de frango	2	2,67	0	0,00
Camarão	1	1,33	0	0,00
Carbonato de cálcio	8	10,67	9	36,00
Cebola	1	1,33	0	0,00
Celulose	1	1,33	0	0,00
Cenoura	35	46,67	8	32,00
Cevada	4	5,33	0	0,00
Chuchu	6	8,00	0	0,00
Citrato de cálcio	1	1,33	0	0,00
Cloreto de potássio	2	2,67	0	0,00
Coelho	0	0,00	2	8,00
Complexo B	0	0,00	9	36,00
Coração bovino	4	5,33	10	40,00
Cordeiro	1	1,33	0	0,00
Couve	1	1,33	5	20,00
Couve-flor	3	4,00	0	0,00
Coxa de frango sem pele e sem osso	0	0,00	1	4,00
Dextrino-maltose	1	1,33	0	0,00
Ervilha	5	6,67	1	4,00

(Continuação)

Ingrediente	Cão		Gato	
	N. de alimentos	%	N. de alimentos	%
Espinafre	4	5,33	2	8,00
Extrato de soja	1	1,33	0	0,00
Farelo de trigo	7	9,33	0	0,00
Farinha de arroz	1	1,33	0	0,00
Farinha de aveia	1	1,33	0	0,00
Farinha de casca de ovo	9	12,00	5	20,00
Farinha de milho	3	4,00	0	0,00
Farinha de soja	5	6,67	0	0,00
Farinha de trigo	5	6,67	0	0,00
Farinha de trigo integral	3	4,00	0	0,00
Feijão	6	8,00	2	8,00
Fermento químico	3	4,00	0	0,00
Fígado bovino	8	10,67	7	28,00
Fígado de frango	1	1,33	0	0,00
Filé mignon suíno	0	0,00	2	8,00
Fosfato bicálcico	3	4,00	0	0,00
Gelatina sem sabor	0	0,00	0	0,00
Gérmen de trigo	7	9,33	0	0,00
Gordura de bacon	1	1,33	0	0,00
Inhame	3	4,00	3	12,00
Iogurte integral	6	8,00	4	16,00
Leite desnatado	1	1,33	0	0,00
Leite em pó	4	5,33	0	0,00
Leite integral	1	1,33	1	4,00
Lentilha	3	4,00	1	4,00
Levedura de cerveja	13	17,33	5	20,00
Língua bovina	0	0,00	2	8,00
Linguado	1	1,33	0	0,00
Linhaça	1	1,33	0	0,00
Lombo suíno	0	0,00	1	4,00
Maçã	2	2,67	0	0,00
Macarrão	1	1,33	0	0,00
Macarrão de arroz	2	2,67	0	0,00
Macarrão integral	1	1,33	0	0,00
Mandioquinha	2	2,67	0	0,00
Manga	1	1,33	0	0,00
Manteiga	1	1,33	0	0,00
Manteiga de amendoim	1	1,33	0	0,00
Moela de frango	0	0,00	3	12,00
Músculo bovino	6	8,00	2	8,00
Óleo de canola	10	13,33	0	0,00
Óleo de coco	1	1,33	0	0,00

(Continuação)

Ingrediente	Cão		Gato	
	N. de alimentos	%	N. de alimentos	%
Óleo de gergelim	1	1,33	0	0,00
Óleo de girassol	1	1,33	0	0,00
Óleo de linhaça	2	2,67	0	0,00
Óleo de milho	5	6,67	1	4,00
Óleo de peixe	3	4,00	9	36,00
Óleo de soja	11	14,67	2	8,00
Ovo de galinha inteiro	20	26,67	10	40,00
Painço	1	1,33	0	0,00
Paleta suína	1	1,33	0	0,00
Pão de forma	4	5,33	1	4,00
Papinha de bebê	1	1,33	0	0,00
Patinho	17	22,67	4	16,00
Peito de frango com pele	1	1,33	0	0,00
Peito de frango sem pele	19	25,33	8	32,00
Peito de pato	1	1,33	0	0,00
Peito de peru	4	5,33	0	0,00
Pimentão vermelho	0	0,00	3	12,00
Pulmão bovino	0	0,00	2	8,00
Pulmão suíno	1	1,33	0	0,00
Queijo branco	2	2,67	0	0,00
Queijo cottage	5	6,67	1	4,00
Queijo cottage light	1	1,33	0	0,00
Queijo tipo muçarela	2	2,67	0	0,00
Quiabo	2	2,67	2	8,00
Quinoa	2	2,67	0	0,00
Repolho	0	0,00	2	8,00
Ricota	1	1,33	0	0,00
Rim bovino	2	2,67	4	16,00
Sal	14	18,67	10	40,00
Sal marinho	1	1,33	0	0,00
Salmão	1	1,33	0	0,00
Salsão	2	2,67	3	12,00
Salsinha	1	1,33	2	8,00
Sardinha	3	4,00	4	16,00
Soja	1	1,33	0	0,00
Suplemento infantil	1	1,33	1	4,00
Suplemento vitamínico-mineral	14	18,67	0	0,00
Tablete de sal de frutas	1	1,33	1	4,00
Taurina	0	0,00	15	60,00
Tilápia	0	0,00	1	4,00
Tofu	1	1,33	0	0,00
Tomate	2	2,67	0	0,00

(Conclusão)

Ingrediente	Cão		Gato	
	N. de alimentos	%	N. de alimentos	%
Trigo para quibe	1	1,33	0	0,00
Triguilho	1	1,33	0	0,00
Vagem	7	9,33	3	12,00
Vitamina A	1	1,33	0	0,00
Vitamina E	0	0,00	8	32,00
Zinco	2	2,67	0	0,00

APÊNDICE B – Resultados das análises de 75 alimentos caseiros para cães adultos saudáveis em base de 1000 kcal.

(Continua)

	Matéria seca (%)	Energia metabolizável (kcal/g)	Proteína bruta (g)	Extrato etéreo (g)	Fibra bruta (g)	Matéria mineral (g)	Cálcio (g)	Fósforo (g)	Relação cálcio:fósforo	Potássio (g)	Magnésio (g)	Sódio (g)	Cobre (mg)	Ferro (mg)	Manganês (mg)	Selênio (µg)	Zinco (mg)
NRC (min)	-	-	25,00	13,80	-	-	1,00	0,75	-	1,00	0,15	0,20	1,50	7,50	1,20	87,50	15,00
FEDIAF (min)	-	-	52,10	13,75	-	-	1,45	1,16	1(mín.)/2(máx.)	1,45	0,20	0,29	2,08	10,40	1,67	87,00	20,80
Dieta 1	36,87	4,03	65,35	16,47	3,63	15,35	2,93	0,66	4,47	0,55	0,12	1,49	3,15	11,10	1,49	<0,001	15,04
Dieta 2	29,37	4,02	71,29	9,18	3,56	6,67	1,37	1,14	1,20	0,25	0,13	0,08	18,33	3,93	2,84	<0,001	26,35
Dieta 3	26,71	4,18	82,27	21,28	4,93	10,76	1,04	1,42	0,73	0,86	0,34	0,79	26,01	32,40	7,85	<0,001	32,92
Dieta 4	27,54	4,89	123,24	49,43	3,87	12,61	1,50	1,43	1,05	0,76	0,20	0,63	16,03	13,10	0,52	<0,001	8,75
Dieta 5	55,55	4,11	82,56	38,94	24,60	17,63	4,53	0,77	5,85	0,73	0,16	1,07	23,06	9,57	0,10	<0,001	21,07
Dieta 6	16,27	3,87	122,26	10,07	10,98	9,87	0,36	1,17	0,31	1,81	0,36	0,22	5,89	12,24	4,50	<0,001	8,28
Dieta 7	28,43	5,08	113,49	56,76	4,84	12,80	1,49	1,56	0,96	1,08	0,24	1,10	5,92	17,62	0,59	<0,001	10,29
Dieta 8	25,84	4,24	100,87	33,23	12,12	15,26	2,12	0,77	2,74	1,56	0,16	1,18	9,50	10,35	0,87	<0,001	19,58
Dieta 9	21,75	4,14	122,82	21,12	6,64	11,15	1,16	1,03	1,12	1,26	0,26	1,09	3,81	6,52	2,27	<0,001	4,91
Dieta 10	28,15	4,53	77,08	40,98	7,70	14,19	2,36	1,16	2,03	1,19	0,19	1,05	5,27	9,22	0,70	<0,001	5,26
Dieta 11	43,5	4,04	52,18	39,61	20,20	26,86	6,86	2,22	3,08	0,77	0,12	1,81	2,35	4,16	0,96	<0,001	1,80
Dieta 12	35,25	5,00	60,67	52,42	12,21	3,16	0,10	0,53	0,19	0,82	0,07	0,26	2,38	4,48	1,04	<0,001	6,78
Dieta 13	34,85	3,97	100,19	16,34	8,60	14,00	1,26	2,19	0,57	1,56	0,32	0,78	4,64	36,94	15,66	<0,001	20,79
Dieta 14	51,47	4,05	85,86	16,26	5,41	11,98	1,06	2,07	0,51	1,31	0,36	0,12	22,80	18,53	17,10	<0,001	18,92
Dieta 15	24,85	4,31	102,87	26,38	5,55	9,64	0,26	0,89	0,29	1,51	0,12	0,27	4,32	10,77	0,39	<0,001	10,90
Dieta 16	33,69	3,80	46,66	8,39	8,20	15,14	3,34	1,17	2,85	1,39	0,32	0,10	8,70	20,74	8,27	<0,001	13,70
Dieta 17	31,86	4,36	93,51	38,81	6,40	21,47	0,85	0,64	1,33	1,17	0,07	1,44	10,71	17,43	2,17	<0,001	7,01
Dieta 18	39,87	4,54	96,57	34,18	2,01	11,11	1,01	2,02	0,50	1,16	0,19	0,44	3,88	25,48	3,89	<0,001	13,26
Dieta 19	36,84	4,22	51,89	17,57	2,54	6,57	0,92	0,69	1,34	0,58	0,14	0,10	11,81	12,81	3,89	<0,001	10,40
Dieta 20	53,62	4,58	75,61	40,31	8,48	10,38	0,98	1,07	0,92	0,95	0,16	0,78	5,20	10,09	4,49	<0,001	10,04
Dieta 21	21,65	4,39	120,76	33,26	4,33	15,23	1,07	2,39	0,45	1,43	0,22	0,34	8,16	26,26	5,11	<0,001	27,57
Dieta 22	25,88	4,93	67,20	57,25	7,50	16,72	3,59	1,05	3,42	1,41	0,13	0,19	6,30	48,23	4,29	<0,001	26,37
Dieta 23	37,32	4,57	73,42	33,01	3,17	6,98	0,97	1,17	0,83	0,31	0,28	0,10	17,51	24,56	6,49	<0,001	21,03

	Matéria seca (%)	Energia metabolizável (kcal/g)	Proteína bruta (g)	Extrato etéreo (g)	Fibra bruta (g)	Matéria mineral (g)	Cálcio (g)	Fósforo (g)	Relação cálcio:fósforo	Potássio (g)	Magnésio (g)	Sódio (g)	Cobre (mg)	Ferro (mg)	Manganês (mg)	Selênio (µg)	Zinco (mg)
NRC (min)	-	-	25,00	13,80	-	-	1,00	0,75	-	1,00	0,15	0,20	1,50	7,50	1,20	87,50	15,00
FEDIAF (min)	-	-	52,10	13,75	-	-	1,45	1,16	1(mín.)/2(máx.)	1,45	0,20	0,29	2,08	10,40	1,67	87,00	20,80
Dieta 24	39,32	4,60	70,51	47,45	19,36	7,24	0,05	0,07	0,78	0,06	0,01	0,03	0,73	0,92	0,23	<0,001	1,20
Dieta 25	30,89	3,02	134,19	15,72	20,96	80,28	0,07	0,10	0,76	0,09	0,01	0,05	1,02	1,21	0,29	<0,001	1,65
Dieta 26	24,22	3,93	77,41	7,19	1,73	11,41	0,04	0,05	0,94	0,07	0,01	0,04	0,81	0,49	0,12	<0,001	0,88
Dieta 27	33,39	4,20	47,29	16,23	1,14	7,16	1,24	1,51	0,82	0,23	0,28	0,27	11,31	34,10	7,46	<0,001	23,29
Dieta 28	28,35	4,19	128,69	17,03	3,34	6,78	0,04	0,68	0,06	0,30	0,13	0,07	1,83	1,95	1,30	<0,001	2,63
Dieta 29	20,79	4,24	123,72	23,01	5,62	9,16	0,13	1,22	0,11	0,63	0,14	0,21	8,44	21,10	1,05	<0,001	10,60
Dieta 30	21,45	4,30	102,02	25,42	6,54	8,06	0,19	1,30	0,15	1,07	0,20	0,21	13,23	13,35	0,61	<0,001	17,97
Dieta 31	27,69	4,01	124,14	16,76	4,83	15,19	3,68	0,81	4,52	1,02	0,19	0,30	8,31	8,56	0,79	<0,001	31,40
Dieta 32	25,77	4,25	99,21	24,92	3,69	12,60	2,87	0,74	3,89	0,81	0,16	0,22	14,71	10,24	1,02	<0,001	19,94
Dieta 33	29,17	4,34	126,08	25,29	2,86	9,24	0,09	1,21	0,07	1,07	0,17	0,80	22,48	21,88	0,91	<0,001	23,82
Dieta 34	22,55	4,28	73,60	22,62	5,28	6,44	0,17	1,04	0,16	0,84	0,13	1,04	10,72	9,36	1,58	<0,001	14,91
Dieta 35	29,22	4,11	62,56	8,88	0,68	3,75	0,17	0,74	0,23	0,39	0,12	0,11	10,18	4,02	1,73	<0,001	4,60
Dieta 36	25,14	4,23	94,33	19,18	5,89	4,64	0,10	0,95	0,10	0,47	0,16	0,26	3,80	4,01	1,57	<0,001	5,47
Dieta 37	25,87	3,81	79,74	5,06	9,75	8,70	0,34	1,37	0,25	0,70	0,42	0,38	6,68	15,72	5,38	<0,001	10,23
Dieta 38	15,65	4,06	110,13	14,92	7,81	7,07	0,14	1,02	0,13	0,58	0,44	0,10	7,76	6,11	5,97	<0,001	7,54
Dieta 39	22,91	3,86	17,36	0,39	3,57	5,67	0,14	0,36	0,40	0,72	0,08	0,06	19,47	3,60	1,57	<0,001	2,83
Dieta 40	28,30	4,06	95,29	10,62	4,95	4,81	0,06	1,36	0,04	0,43	0,34	0,09	13,59	6,06	4,14	<0,001	5,65
Dieta 41	26,05	4,38	109,69	26,66	4,91	6,83	0,09	1,32	0,07	0,62	0,14	0,19	15,53	13,04	1,12	<0,001	22,88
Dieta 42	31,22	5,25	37,09	53,63	2,55	4,87	0,87	0,55	1,57	0,22	0,09	0,16	3,96	5,59	2,32	<0,001	6,56
Dieta 43	27,80	4,00	52,39	22,26	19,73	8,15	0,40	1,45	0,27	0,88	0,42	0,12	15,62	15,62	4,53	<0,001	7,61
Dieta 44	34,12	3,85	64,48	25,99	31,13	11,23	1,06	1,03	1,02	1,27	0,36	0,31	6,75	13,74	2,20	<0,001	8,76
Dieta 45	22,65	5,46	51,26	79,32	21,43	10,72	2,74	0,79	3,47	0,63	0,19	0,33	4,58	9,80	3,60	<0,001	7,93
Dieta 46	25,35	4,14	64,16	30,64	18,19	11,95	1,19	1,32	0,90	1,01	0,30	0,70	23,12	11,15	1,77	<0,001	6,18
Dieta 47	37,09	4,20	44,95	26,77	15,47	5,92	0,20	1,06	0,19	0,63	0,30	0,05	26,44	7,14	6,64	<0,001	6,52

	Matéria seca (%)	Energia metabolizável (kcal/g)	Proteína bruta (g)	Extrato etéreo (g)	Fibra bruta (g)	Matéria mineral (g)	Cálcio (g)	Fósforo (g)	Relação cálcio:fósforo	Potássio (g)	Magnésio (g)	Sódio (g)	Cobre (mg)	Ferro (mg)	Manganês (mg)	Selênio (µg)	Zinco (mg)
NRC	-	-	25,00	13,80	-	-	1,00	0,75	-	1,00	0,15	0,20	1,50	7,50	1,20	87,50	15,00
FEDIAF	-	-	52,10	13,75	-	-	1,45	1,16	1(mín.)/2(máx.)	1,45	0,20	0,29	2,08	10,40	1,67	87,00	20,80
Dieta 48	26,14	4,47	110,41	50,05	27,81	8,48	0,14	0,95	0,15	0,60	0,17	0,89	4,77	9,60	1,10	<0,001	24,66
Dieta 49	31,78	4,65	130,65	48,88	16,44	9,90	0,58	1,11	0,52	0,70	0,15	0,46	10,04	11,66	0,57	<0,001	23,99
Dieta 50	17,19	4,13	92,03	24,44	13,59	9,13	0,31	1,16	0,26	1,05	0,16	0,65	9,18	4,43	1,16	<0,001	5,43
Dieta 51	24,04	3,97	119,98	8,74	6,42	6,35	0,18	1,24	0,14	0,74	0,18	0,13	2,93	2,44	1,18	<0,001	5,70
Dieta 52	41,08	4,22	65,36	24,58	12,39	5,16	0,10	0,93	0,11	0,51	0,19	0,38	22,72	8,34	2,33	<0,001	18,42
Dieta 53	29,32	4,16	125,11	31,00	14,09	15,15	3,40	1,65	2,06	1,07	0,37	0,27	64,51	39,76	7,01	<0,001	47,13
Dieta 54	36,99	4,42	123,65	30,69	6,18	8,49	0,25	1,38	0,18	0,74	0,29	0,22	18,44	18,80	6,25	<0,001	25,34
Dieta 55	17,07	3,78	37,98	6,88	14,37	8,89	0,38	1,14	0,33	0,92	0,42	0,07	4,61	11,44	8,63	<0,001	8,57
Dieta 56	65,66	4,37	67,78	28,67	6,75	8,06	0,89	1,64	0,54	0,69	0,25	0,43	4,07	12,45	8,66	<0,001	15,71
Dieta 57	24,86	4,06	157,01	13,94	4,85	8,79	0,09	1,35	0,07	0,83	0,30	0,14	9,84	6,14	2,33	<0,001	6,65
Dieta 58	60,32	3,98	46,70	10,74	9,93	4,95	0,18	1,29	0,14	0,44	0,37	0,17	2,47	4,70	5,18	<0,001	10,05
Dieta 59	64,62	4,13	40,13	15,16	9,23	1,91	0,09	0,50	0,19	0,23	0,08	0,06	15,76	1,17	1,67	<0,001	3,76
Dieta 60	91,05	4,36	43,95	27,45	5,94	7,85	0,45	0,92	0,49	0,60	0,26	0,66	2,63	9,67	8,16	<0,001	7,99
Dieta 61	23,16	4,74	94,55	47,63	12,67	7,63	0,18	1,31	0,14	0,91	0,19	0,26	5,91	4,24	0,27	<0,001	3,73
Dieta 62	69,11	4,25	71,17	27,55	11,42	8,04	0,65	1,43	0,45	0,83	0,31	0,31	4,60	10,86	11,04	<0,001	16,74
Dieta 63	82,76	4,51	40,64	55,33	35,85	4,87	0,34	0,94	0,36	0,38	0,18	0,33	1,19	10,22	6,99	<0,001	8,31
Dieta 64	47,47	4,71	79,26	75,65	52,06	4,65	0,31	0,89	0,34	0,48	0,11	0,28	0,88	8,31	0,61	<0,001	14,14
Dieta 65	32,56	4,14	112,24	25,18	13,81	9,10	0,12	1,20	0,10	0,86	0,31	0,93	1,41	8,50	2,32	<0,001	8,18
Dieta 66	22,05	4,65	114,71	46,27	12,83	9,91	0,24	1,40	0,17	1,28	0,22	0,41	1,30	11,83	1,73	<0,001	25,91
Dieta 67	63,85	3,98	27,24	7,84	6,63	4,42	0,06	1,13	0,05	0,34	0,38	0,10	1,79	5,92	6,04	35,78	6,11
Dieta 68	31,40	4,18	135,39	20,45	7,63	7,05	0,21	1,39	0,15	0,55	0,27	0,42	1,47	5,31	1,76	<0,001	7,34
Dieta 69	25,61	4,00	117,99	17,42	14,35	7,35	0,09	1,12	0,08	0,69	0,15	0,67	1,07	2,67	1,10	<0,001	7,21
Dieta 70	28,94	4,12	154,42	15,15	5,90	5,75	0,14	1,15	0,12	0,66	0,25	0,12	1,11	6,83	2,74	<0,001	7,01
Dieta 71	18,35	4,40	112,62	33,83	8,09	11,38	0,36	1,37	0,26	1,19	0,42	0,23	2,47	15,39	4,88	<0,001	25,65

	Matéria seca (%)	Energia metabolizável (kcal/g)	Proteína bruta (g)	Extrato etéreo (g)	Fibra bruta (g)	Matéria mineral (g)	Cálcio (g)	Fósforo (g)	Relação cálcio:fósforo	Potássio (g)	Magnésio (g)	Sódio (g)	Cobre (mg)	Ferro (mg)	Manganês (mg)	Selênio (µg)	Zinco (mg)
NRC	-	-	25,00	13,80	-	-	1,00	0,75	-	1,00	0,15	0,20	1,50	7,50	1,20	87,50	15,00
FEDIAF	-	-	52,10	13,75	-	-	1,45	1,16	1(mín.)/2(máx.)	1,45	0,20	0,29	2,08	10,40	1,67	87,00	20,80
Dieta 72	22,37	4,43	113,76	32,26	5,62	10,59	0,32	1,39	0,23	1,25	0,48	0,10	3,12	9,86	4,67	<0,001	7,62
Dieta 73	27,46	4,45	120,70	31,64	4,18	10,25	0,31	1,40	0,22	1,34	0,46	0,10	2,67	9,65	5,02	<0,001	8,15
Dieta 74	20,15	4,18	75,16	29,01	16,11	9,13	0,66	0,97	0,68	0,68	0,24	0,23	1,67	12,84	2,67	<0,001	5,13
Dieta 75	46,37	4,84	51,12	49,57	10,98	7,78	0,19	1,08	0,18	0,57	0,26	0,94	1,74	9,04	5,71	31,47	7,25

APÊNDICE C – Resultados das análises de 25 alimentos caseiros para gatos adultos saudáveis em base de 1000 kcal.

(Continua)

	Matéria seca (%)	Energia metabolizável (kcal/g)	Proteína bruta (g)	Extrato etéreo (g)	Fibra bruta (g)	Matéria mineral (g)	Cálcio (g)	Fósforo (g)	Relação cálcio:fósforo	Potássio (g)	Magnésio (g)	Sódio (g)	Cobre (mg)	Ferro (mg)	Manganês (mg)	Selênio (µg)	Zinco (mg)
NRC (min)	-	-	50,00		-	-	0,72	0,64	-	1,30	0,10	0,17	1,20	20,00	1,20	75,00	18,50
FEDIAF (min)	-	-	83,30	22,50	-	-	1,97	1,67	1(mín.)/2(máx.)	2,00	0,13	0,25	0,1,67	26,70	1,67	100,00	25,00
Dieta 1	36,87	3,99	65,89	16,61	3,66	15,48	2,95	0,66	4,47	0,55	0,12	1,50	3,18	11,20	1,50	<0,001	15,16
Dieta 2	29,37	4,00	71,62	9,22	3,57	6,70	1,37	1,15	1,20	0,25	0,13	0,08	18,42	3,96	2,85	<0,001	26,47
Dieta 3	21,68	4,19	179,00	28,21	4,25	16,34	2,41	1,67	1,44	1,57	0,25	1,11	13,33	23,65	0,84	<0,001	15,85
Dieta 4	21,38	4,93	120,60	58,37	12,83	11,57	1,68	1,06	1,59	1,15	0,17	0,95	12,38	25,29	0,64	<0,001	24,02
Dieta 5	26,48	4,13	192,21	23,69	2,98	15,63	1,70	0,18	9,51	1,58	0,26	1,14	30,78	18,31	0,56	<0,001	17,93
Dieta 6	33,22	4,72	114,56	51,49	3,13	16,58	3,28	1,96	1,67	1,16	0,29	1,11	20,64	18,30	1,05	<0,001	10,56
Dieta 7	28,09	4,41	175,76	34,44	3,04	12,40	0,30	1,52	0,20	1,22	0,21	0,53	16,37	16,61	0,64	<0,001	14,46
Dieta 8	33,14	4,92	137,11	50,44	22,12	10,46	1,31	0,92	1,42	1,11	0,16	1,01	5,94	17,56	0,21	<0,001	29,66
Dieta 9	27,82	4,00	207,17	18,66	5,97	14,84	1,90	1,71	1,11	1,56	0,23	1,00	20,77	14,67	0,33	<0,001	14,28
Dieta 10	34,22	4,70	123,68	48,64	4,06	13,24	1,89	1,85	1,03	1,17	0,24	1,17	6,90	13,76	0,76	<0,001	8,26
Dieta 11	35,57	4,50	105,03	37,55	3,09	11,49	1,74	1,64	1,06	0,72	0,24	0,71	5,04	10,16	0,89	<0,001	12,67
Dieta 12	22,64	4,33	168,44	34,83	4,25	16,09	4,05	1,25	3,24	0,87	0,25	0,35	4,87	7,56	0,48	<0,001	7,53
Dieta 13	39,13	4,30	133,07	48,63	23,69	13,46	2,09	0,97	2,15	0,74	0,19	0,40	2,96	12,24	0,29	<0,001	35,29
Dieta 14	33,05	4,82	99,98	52,10	3,30	12,58	2,16	1,79	1,21	0,53	0,24	0,71	5,77	9,86	1,30	<0,001	9,50
Dieta 15	28,40	3,97	186,66	21,99	4,49	22,42	5,36	2,10	2,55	0,99	0,28	0,31	52,26	20,38	1,10	<0,001	18,79
Dieta 16	21,12	4,18	96,94	26,89	12,07	7,66	0,12	1,28	0,09	1,05	0,28	0,21	6,26	11,11	2,44	<0,001	21,28
Dieta 17	18,70	4,03	110,99	23,45	15,72	8,58	0,24	0,75	0,32	1,66	0,26	1,34	1,30	5,57	1,43	<0,001	4,69
Dieta 18	32,34	4,72	154,70	41,47	6,76	12,28	1,02	1,39	0,73	0,97	0,19	0,73	22,44	18,09	0,33	<0,001	30,94
Dieta 19	23,15	6,33	60,67	87,88	22,05	5,45	0,40	0,78	0,51	0,49	0,08	0,57	28,99	7,33	0,35	<0,001	6,33
Dieta 20	27,72	4,74	41,78	56,11	18,75	5,29	0,24	0,80	0,30	0,44	0,26	0,24	3,46	8,21	3,88	<0,001	6,72
Dieta 21	18,63	3,88	107,39	16,72	8,04	18,37	2,61	1,61	1,62	1,15	0,41	0,25	1,68	11,11	13,14	<0,001	23,39
Dieta 22	26,03	4,16	210,53	17,65	1,66	8,33	0,09	1,60	0,06	0,82	0,24	0,20	0,87	6,67	0,02	<0,001	11,54
Dieta 23	6,20	3,28	42,45	11,43	37,88	29,75	1,14	1,61	0,71	2,13	0,52	0,16	3,34	18,19	15,88	207,00	18,36

	Matéria seca (%)	Energia metabolizável (kcal/g)	Proteína bruta (g)	Extrato etéreo (g)	Fibra bruta (g)	Matéria mineral (g)	Cálcio (g)	Fósforo (g)	Relação cálcio:fósforo	Potássio (g)	Magnésio (g)	Sódio (g)	Cobre (mg)	Ferro (mg)	Manganês (mg)	Selênio (µg)	Zinco (mg)
NRC (min)	-	-	50,00	22,50	-	-	0,72	0,64	-	1,30	0,10	0,17	1,20	20,00	1,20	75,00	18,50
FEDIAF (min)	-	-	83,30		-	-	1,97	1,67	1(mín.)/2(máx.)	2,00	0,13	0,25	0,1,67	26,70	1,67	100,00	25,00
Dieta 24	13,81	3,60	25,64	3,72	17,43	14,23	0,57	1,00	0,57	1,28	0,41	0,15	2,13	12,61	10,07	<0,001	8,04
Dieta 25	25,47	4,39	182,58	29,59	3,30	7,58	0,24	1,61	0,15	0,85	0,22	0,30	15,13	12,15	0,02	<0,001	3,54

APÊNDICE D – Concentrações de metais pesados nos 75 alimentos caseiros para cães avaliados no presente estudo.

(Continua)

	Metal pesado (mg/kg de alimento em matéria seca)														
	Al	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Hg	Ni	Pb	Sb	Sn	U	V
Dieta 1	21,01	<0,001	<0,001	0,75	<0,001	0,57	0,34	2,37	0,51	0,88	6,46	0,93	7,25	23,89	0,25
Dieta 2	11,56	0,28	<0,001	<0,001	<0,001	0,76	0,19	1,77	0,24	0,82	4,89	0,87	4,54	22,70	<0,001
Dieta 3	43,63	<0,001	<0,001	9,60	<0,001	0,32	1,79	2,72	0,39	1,09	6,84	0,87	7,62	47,48	1,05
Dieta 4	13,66	<0,001	<0,001	1,26	<0,001	1,92	0,52	2,95	0,26	0,74	7,44	0,77	11,86	42,66	0,54
Dieta 5	23,63	<0,001	<0,001	0,25	<0,001	0,95	0,51	2,91	<0,001	1,30	8,77	0,84	10,52	42,30	0,42
Dieta 6	25,46	<0,001	<0,001	6,24	<0,001	0,04	0,18	1,27	<0,001	0,67	1,95	0,83	6,39	32,69	0,10
Dieta 7	13,70	0,07	<0,001	0,31	<0,001	2,05	0,43	2,92	0,06	0,83	7,31	0,86	14,22	47,69	0,61
Dieta 8	40,18	<0,001	<0,001	8,58	<0,001	1,10	0,22	1,93	0,39	0,80	6,08	0,89	8,52	31,20	0,05
Dieta 9	14,23	<0,001	<0,001	0,06	<0,001	<0,001	0,12	1,87	0,09	0,54	4,31	0,63	6,91	37,80	<0,001
Dieta 10	22,04	<0,001	<0,001	1,22	<0,001	1,36	0,27	1,70	0,15	0,73	3,37	0,66	7,17	32,53	0,14
Dieta 11	62,42	<0,001	<0,001	1,63	<0,001	0,71	0,31	2,62	<0,001	1,33	6,52	0,68	9,26	35,72	0,12
Dieta 12	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	<0,001	<0,001	<0,001	0,67	6,70	<0,001	<0,001
Dieta 13	23,86	<0,001	<0,001	6,60	<0,001	2,00	0,94	2,18	0,06	1,47	5,82	0,68	5,95	62,94	0,45
Dieta 14	40,25	<0,001	<0,001	8,37	<0,001	0,45	1,46	2,95	0,10	1,71	3,89	1,02	6,64	63,48	0,66
Dieta 15	7,09	<0,001	<0,001	2,70	<0,001	0,48	<0,001	0,44	<0,001	<0,001	<0,001	0,76	5,39	<0,001	<0,001
Dieta 16	54,09	<0,001	<0,001	11,05	<0,001	0,41	1,76	2,27	0,05	1,11	5,86	0,69	5,16	61,25	0,84
Dieta 17	30,95	<0,001	<0,001	0,88	<0,001	1,09	0,85	2,06	<0,001	1,83	4,72	0,84	8,61	38,51	0,23
Dieta 18	50,32	<0,001	<0,001	7,82	<0,001	1,33	2,14	2,16	0,35	0,19	4,60	1,23	7,49	41,44	0,62
Dieta 19	35,50	<0,001	<0,001	5,30	<0,001	0,62	1,32	1,47	0,46	0,47	2,34	1,16	2,63	26,92	0,49
Dieta 20	35,33	<0,001	<0,001	7,32	<0,001	0,44	1,09	2,33	0,38	0,67	6,10	1,12	7,16	43,52	0,63
Dieta 21	67,59	0,03	<0,001	12,57	<0,001	0,45	2,94	3,58	0,21	0,78	6,59	1,06	9,19	56,61	1,44
Dieta 22	39,64	<0,001	<0,001	0,30	0,02	1,46	1,66	3,22	0,16	2,14	7,79	1,08	10,44	60,26	0,73
Dieta 23	40,47	<0,001	<0,001	6,71	<0,001	<0,001	1,56	2,12	0,34	<0,001	1,59	1,08	7,98	19,29	0,08
Dieta 24	47,37	<0,001	<0,001	8,09	<0,001	0,96	1,94	2,37	0,35	<0,001	2,22	1,00	10,63	20,85	0,10
Dieta 25	20,63	<0,001	<0,001	8,47	<0,001	1,63	0,92	4,75	0,39	1,71	17,19	1,09	11,67	81,15	1,25

Legenda: Al=alumínio; As=arsênio; B=boro; Ba=bário; Be=berílio; Cd=cádmio; Co=cobalto; Cr=cromo; Hg=mercúrio; Ni=níquel; Pb=chumbo; Sn=estanho; Sb=antimônio; V=vanádio; U=urânio.

(Continuação)

Metal pesado (mg/kg de alimento em matéria seca)															
	Al	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Hg	Ni	Pb	Sb	Sn	U	V
Dieta 26	63,18	<0,001	<0,001	12,70	<0,001	0,27	2,45	2,48	0,38	0,57	3,67	1,11	4,04	38,96	0,90
Dieta 27	42,72	<0,001	<0,001	7,39	<0,001	0,14	1,46	1,14	0,45	<0,001	1,50	0,94	4,81	16,92	0,02
Dieta 28	15,96	<0,001	<0,001	0,75	<0,001	0,70	<0,001	<0,001	0,56	<0,001	<0,001	1,05	3,58	3,78	<0,001
Dieta 29	12,99	<0,001	<0,001	3,87	<0,001	0,45	<0,001	0,01	0,52	<0,001	<0,001	1,08	3,58	0,62	<0,001
Dieta 30	3,12	<0,001	<0,001	0,78	<0,001	0,49	<0,001	<0,001	1,52	<0,001	<0,001	0,92	2,48	2,10	<0,001
Dieta 31	8,11	<0,001	<0,001	1,34	<0,001	0,55	0,15	0,83	0,39	0,11	4,15	0,79	7,29	19,91	<0,001
Dieta 32	9,63	<0,001	<0,001	2,09	<0,001	0,54	0,17	1,60	1,12	0,38	3,89	0,87	8,02	22,97	<0,001
Dieta 33	26,98	<0,001	<0,001	7,62	0,71	<0,001	0,62	2,46	2,08	5,84	3,67	0,88	7,23	39,46	0,52
Dieta 34	16,73	<0,001	<0,001	4,04	<0,001	0,43	<0,001	0,45	0,30	<0,001	<0,001	0,83	5,59	15,65	<0,001
Dieta 35	2,17	0,17	<0,001	0,17	<0,001	0,18	<0,001	0,75	0,28	<0,001	<0,001	0,94	4,23	5,83	<0,001
Dieta 36	4,80	<0,001	<0,001	2,46	<0,001	0,51	<0,001	0,06	0,24	0,11	<0,001	1,05	5,66	18,75	<0,001
Dieta 37	24,58	<0,001	<0,001	15,02	1,52	0,96	2,84	6,58	0,16	19,44	20,07	0,92	10,51	173,36	5,02
Dieta 38	7,22	<0,001	<0,001	2,98	<0,001	0,14	1,01	2,65	0,04	1,82	9,63	0,85	6,81	100,62	1,73
Dieta 39	10,70	<0,001	<0,001	7,35	<0,001	0,47	0,61	0,61	0,36	0,46	3,17	0,94	2,36	53,39	0,91
Dieta 40	7,34	<0,001	<0,001	2,43	<0,001	0,26	1,05	2,52	0,28	1,12	9,43	0,96	6,24	93,34	1,51
Dieta 41	6,40	<0,001	<0,001	1,93	<0,001	<0,001	0,63	1,89	0,36	0,77	5,27	0,79	7,41	61,62	1,21
Dieta 42	7,84	<0,001	<0,001	1,63	<0,001	1,08	0,97	1,81	0,06	1,35	9,42	0,69	5,81	73,25	1,54
Dieta 43	23,56	0,58	<0,001	2,65	<0,001	0,26	1,09	2,41	6,07	1,68	11,20	3,27	6,59	99,94	1,81
Dieta 44	11,60	0,23	<0,001	2,23	<0,001	0,77	1,40	3,34	3,74	1,64	14,42	3,12	5,95	109,69	2,06
Dieta 45	17,89	0,21	<0,001	14,96	<0,001	2,62	1,27	3,66	2,68	1,84	14,86	2,90	16,42	101,58	1,82
Dieta 46	57,58	0,22	<0,001	2,58	<0,001	0,39	1,27	3,03	2,34	1,72	12,39	2,71	8,36	103,39	2,09
Dieta 47	9,54	<0,001	<0,001	5,78	<0,001	0,04	0,89	1,58	1,95	1,61	9,78	2,76	6,67	83,10	1,46
Dieta 48	97,84	<0,001	<0,001	3,13	<0,001	<0,001	0,76	2,42	2,11	0,96	7,74	2,29	10,10	64,22	1,16
Dieta 49	11,80	0,18	<0,001	3,81	<0,001	0,32	0,94	1,95	1,46	1,04	9,41	2,20	10,44	74,79	1,43
Dieta 50	25,80	0,05	<0,001	4,67	<0,001	0,13	0,96	1,78	5,41	0,94	7,45	1,92	5,96	77,51	1,63

Legenda: Al=alumínio; As=arsênio; B=boro; Ba=bário; Be=berílio; Cd=cádmio; Co=cobalto; Cr=cromo; Hg=mercúrio; Ni=níquel; Pb=chumbo; Sn=estanho; Sb=antimônio; V=vanádio; U=urânio.

(Conclusão)

	Metal pesado (mg/kg de alimento em matéria seca)														
	Al	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Hg	Ni	Pb	Sb	Sn	U	V
Dieta 51	16,97	<0,001	<0,001	2,89	<0,001	<0,001	0,89	2,33	0,62	1,13	9,27	1,77	5,90	76,47	1,53
Dieta 52	19,00	<0,001	<0,001	7,29	0,31	0,10	1,01	2,49	0,35	2,29	8,45	1,57	4,96	76,92	1,56
Dieta 53	59,85	<0,001	<0,001	14,52	<0,001	0,98	3,08	4,44	0,58	2,50	16,71	1,50	9,41	124,29	3,11
Dieta 54	19,93	0,02	<0,001	4,58	<0,001	<0,001	1,15	2,79	0,47	1,49	8,59	1,37	7,46	92,46	1,73
Dieta 55	84,82	<0,001	<0,001	8,81	<0,001	<0,001	1,21	2,00	0,76	1,82	10,30	1,40	4,45	102,89	2,06
Dieta 56	7,57	<0,001	<0,001	3,19	<0,001	0,24	1,03	2,41	0,46	1,15	10,49	0,85	6,22	90,03	1,81
Dieta 57	4,66	<0,001	<0,001	2,64	<0,001	0,02	0,91	1,40	0,43	1,03	8,32	0,84	6,47	81,93	1,55
Dieta 58	6,09	<0,001	<0,001	2,45	<0,001	0,04	0,90	0,94	0,38	1,05	8,50	0,70	3,92	91,21	1,69
Dieta 59	<0,001	<0,001	<0,001	1,62	<0,001	0,04	0,08	0,07	0,57	0,03	0,31	0,70	2,65	32,49	0,37
Dieta 60	6,25	<0,001	<0,001	3,21	<0,001	0,08	1,09	1,54	0,42	1,19	9,92	0,67	3,87	94,40	1,98
Dieta 61	4,45	<0,001	<0,001	3,73	<0,001	1,26	0,96	1,67	0,29	0,89	6,72	0,76	5,92	81,81	1,67
Dieta 62	11,09	<0,001	<0,001	4,82	<0,001	0,19	1,36	2,69	0,42	1,37	11,82	0,89	6,98	105,74	2,27
Dieta 63	6,96	<0,001	<0,001	3,60	<0,001	0,14	1,00	2,16	0,24	1,05	13,02	0,88	8,18	108,47	2,54
Dieta 64	9,93	<0,001	<0,001	3,60	<0,001	1,28	0,78	2,77	0,41	0,93	9,03	0,68	12,56	87,11	1,90
Dieta 65	11,44	<0,001	<0,001	1,37	<0,001	0,09	0,76	2,26	0,37	1,14	10,81	0,76	8,39	110,17	2,31
Dieta 66	24,46	<0,001	<0,001	12,81	<0,001	0,22	0,77	2,19	0,37	1,12	9,85	1,04	10,47	101,31	2,07
Dieta 67	10,44	<0,001	<0,001	3,73	0,01	0,12	1,02	1,89	0,17	1,67	11,52	1,73	2,88	116,24	2,65
Dieta 68	23,92	<0,001	<0,001	5,75	0,03	0,22	1,05	2,62	0,68	1,79	10,53	1,06	5,90	120,15	2,77
Dieta 69	35,19	<0,001	<0,001	2,50	<0,001	<0,001	0,85	1,28	0,52	0,69	8,67	0,88	3,54	103,69	2,73
Dieta 70	7,99	<0,001	<0,001	3,91	<0,001	<0,001	1,00	1,67	0,37	1,04	11,97	0,95	5,19	116,48	2,95
Dieta 71	21,11	0,16	<0,001	6,75	<0,001	0,08	1,33	2,60	0,73	1,87	14,14	1,04	5,53	134,04	3,31
Dieta 72	7,56	<0,001	<0,001	6,39	<0,001	0,47	1,31	3,15	0,77	1,95	16,13	0,89	6,82	145,21	3,43
Dieta 73	16,99	<0,001	<0,001	5,63	<0,001	0,15	1,19	2,43	0,60	1,83	13,46	0,79	5,87	138,92	3,28
Dieta 74	159,48	<0,001	<0,001	9,33	<0,001	0,20	1,12	2,27	0,47	1,98	12,17	0,79	5,28	122,76	3,28
Dieta 75	13,94	0,24	<0,001	4,54	<0,001	<0,001	0,95	1,89	1,06	1,16	10,28	1,11	5,48	117,08	3,02

Legenda: Al=alumínio; As=arsênio; B=boro; Ba=bário; Be=berílio; Cd=cádmio; Co=cobalto; Cr=cromo; Hg=mercúrio; Ni=níquel; Pb=chumbo; Sn=estanho; Sb=antimônio; V=vanádio; U=urânio.

APÊNDICE E – Concentrações de metais pesados nos 25 alimentos caseiros para gatos avaliados no presente estudo.

	Metal pesado (mg/kg alimento em matéria seca)														
	Al	As	B	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Hg	Ni	Pb	Sb	Sn	U	V
Dieta 1	21,01	<0,001	<0,001	0,75	<0,001	0,57	0,34	2,37	0,51	0,88	6,46	0,93	7,25	23,89	0,25
Dieta 2	11,56	0,28	<0,001	<0,001	<0,001	0,76	0,19	1,77	0,24	0,82	4,89	0,87	4,54	22,70	<0,001
Dieta 3	47,81	<0,001	<0,001	2,75	<0,001	1,81	0,61	3,04	0,89	0,86	8,07	0,75	9,23	51,42	0,49
Dieta 4	90,49	<0,001	<0,001	0,97	<0,001	1,29	0,49	2,70	0,25	0,92	5,37	0,77	12,16	32,56	0,12
Dieta 5	7,78	<0,001	<0,001	0,19	<0,001	1,56	0,46	2,25	0,42	0,94	7,32	0,63	9,80	42,36	0,29
Dieta 6	18,76	<0,001	<0,001	0,42	<0,001	2,25	0,73	2,78	0,20	1,08	10,34	0,79	11,66	56,39	0,86
Dieta 7	6,49	<0,001	<0,001	1,13	<0,001	0,87	<0,001	0,73	0,67	<0,001	1,26	1,05	7,68	11,68	<0,001
Dieta 8	17,59	<0,001	<0,001	0,51	<0,001	0,13	0,28	1,95	0,07	0,35	5,58	0,83	11,69	23,17	<0,001
Dieta 9	14,83	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	1,45	0,33	2,20	0,32	0,43	6,26	0,61	8,19	41,76	0,10
Dieta 10	31,73	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	2,08	0,53	3,07	0,10	0,60	7,87	0,88	11,63	46,64	0,44
Dieta 11	11,58	0,16	<0,001	1,14	<0,001	2,73	1,40	3,30	1,40	1,64	11,89	2,16	10,04	98,60	2,29
Dieta 12	13,71	<0,001	<0,001	7,41	<0,001	2,70	1,62	4,62	1,12	1,75	16,53	1,99	10,78	119,27	2,44
Dieta 13	8,71	<0,001	<0,001	2,38	<0,001	1,75	1,19	2,76	1,11	1,44	11,25	1,97	10,42	90,21	1,71
Dieta 14	18,57	<0,001	<0,001	9,71	0,13	3,31	2,60	6,44	1,06	12,00	24,52	1,99	13,35	169,01	4,56
Dieta 15	16,51	<0,001	<0,001	4,61	<0,001	2,82	2,11	4,75	1,81	2,67	19,98	1,94	10,83	132,51	3,01
Dieta 16	33,40	0,36	<0,001	3,53	<0,001	0,12	1,06	1,82	0,42	1,32	8,73	1,61	6,57	86,07	1,66
Dieta 17	23,10	<0,001	<0,001	4,51	<0,001	0,16	0,99	1,83	0,19	1,48	9,19	1,57	5,55	90,93	1,85
Dieta 18	23,94	<0,001	<0,001	2,60	<0,001	0,55	1,38	3,10	0,33	1,44	12,02	1,59	10,40	96,58	1,94
Dieta 19	25,19	<0,001	<0,001	3,83	<0,001	0,10	0,71	2,06	1,27	0,74	6,15	1,71	11,39	65,16	1,34
Dieta 20	2,11	<0,001	<0,001	2,17	<0,001	0,12	0,85	1,58	0,32	0,94	7,75	1,72	7,56	73,92	1,50
Dieta 21	21,49	<0,001	<0,001	6,71	<0,001	0,40	1,57	2,60	0,57	1,84	17,11	1,11	6,02	152,43	3,83
Dieta 22	3,10	<0,001	<0,001	2,67	<0,001	<0,001	1,19	1,24	0,50	1,20	11,07	0,99	4,43	115,95	2,96
Dieta 23	84,59	<0,001	<0,001	14,83	<0,001	0,30	1,47	2,33	0,53	1,76	18,16	1,52	4,33	155,15	3,98
Dieta 24	49,03	<0,001	<0,001	9,23	<0,001	0,14	1,02	2,15	1,55	1,75	11,78	1,14	3,45	127,35	2,87
Dieta 25	8,36	<0,001	<0,001	2,37	<0,001	<0,001	0,95	1,74	3,66	0,96	9,78	1,22	5,99	103,52	2,60

Legenda: Al=alumínio; As=arsênio; B=boro; Ba=bário; Be=berílio; Cd=cádmio; Co=cobalto; Cr=cromo; Hg=mercúrio; Ni=níquel; Pb=chumbo; Sn=estanho; Sb=antimônio; V=vanádio; U=urânio.