

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 16/12/2024.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE QUÍMICA DE ARARAQUARA**

Rayane Cristina Vieira Costa

Preparo de amostras de ração para cães em sistema de digestão assistida por aquecimento condutivo em frasco fechado para análise por HR-CS FAAS

**ARARAQUARA
2022**

RAYANE CRISTINA VIEIRA COSTA

Preparo de amostras de ração para cães em sistema de digestão assistida por aquecimento condutivo em frasco fechado para análise por HR-CS FAAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação (PPG) do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. José Anchieta Gomes Neto

**ARARAQUARA
2022**

C837p

Costa, Rayane Cristina Vieira

Preparo de amostras de ração para cães em sistema de digestão assistida por aquecimento condutivo em frasco fechado para análise por HR-CS FAAS / Rayane Cristina Vieira Costa. -- Araraquara, 2022
66 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Instituto de Química, Araraquara

Orientador: José Anchieta Gomes Neto

1. Método de decomposição. 2. Espectroscopia de absorção atômica. 3. Animais domésticos Alimentação e rações. 4. Microondas. 5. Preparo de amostras (Química). I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Química, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: "Preparo de amostras de ração para cães em sistema de digestão assistida por aquecimento condutivo em frasco fechado para análise por HR-CS FAAS."

AUTORA: RAYANE CRISTINA VIEIRA COSTA

ORIENTADOR: JOSE ANCHIETA GOMES NETO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Química, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. JOSE ANCHIETA GOMES NETO (Participação Virtual)
Departamento de Química Analítica, Físico-Química e Inorgânica / Instituto de Química - UNESP - Araraquara

Prof. Dr. PEDRO ORIVAL LUCAS (Participação Virtual)
Departamento de Ciências Exatas / Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL - Alfenas

Prof. Dr. GIAN PAULO GIOVANNI FRESCHI (Participação Virtual)
Instituto de Ciência e Tecnologia / Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL - Alfenas

Araraquara, 16 de dezembro de 2022

Rayane Cristina Vieira Costa

1. Dados Pessoais

Data de nascimento: 10/09/1997

Nacionalidade: Brasileira

Naturalidade: Pratápolis- MG

Nome do pai: Reginaldo Silva Costa

Nome da mãe: Roseli Vieira dos Reis Costa

2. Formação acadêmica

Graduação: Bacharelado em Química.

Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL, Alfenas- MG.

Orientadora: Cristiana Schmidt de Magalhães

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Orival Luccas

Período: 2015- 2020.

Mestrado: Química

Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - (IQ-CAr UNESP), Araraquara, SP.

Orientador: Prof. Dr. José Anchieta Gomes Neto.

3. Participação em eventos científicos.

COSTA, R. C. V.; MAGALHAES, C. S.; LUCCAS, P. O.; WISNIEWSKI, C. F. Construção de um biossensor potenciométrico em papel. XXXIII Encontro Regional da Sociedade Brasileira de Química, 2019, Uberaba-MG. (Apresentação de trabalho/ Sessão coordenada).

COSTA, R. C. V.; MAGALHAES, C. S.; LUCCAS, P. O.; WISNIEWSKI, C. F. Construção de um biossensor potenciométrico em papel. V Simpósio Integrado Unifal- MG, 2019, Alfenas- MG. (Apresentação de trabalho/ Sessão coordenada).

42º Reunião anual da sociedade brasileira de química, 2019, Joinville-SC.
(Participante).

XXXII Encontro Regional da Sociedade Brasileira de Química, 2018, Juiz de
Fora- MG. (Participante/Congresso).

Semana nacional de ciência e tecnologia, realizado na Universidade Federal de
Alfenas, 2017. (Participante).

6ª Semana da Química, realizado na Universidade Federal de Alfenas, 2016.
(Participante).

Semana de ciência e tecnologia, realizado na Universidade Federal de Alfenas,
2015. (Participante).

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Reginaldo e Roseli, aos meus avós José Vicente e Maria Luiza, ao meu padrinho José Régis e ao meu namorado Wladimir, pelo apoio do início ao fim para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por iluminar e abençoar toda a minha trajetória de vida. Sem ele no meu caminho nada disso seria possível.

Aos meus pais, Roseli e Reginaldo, por todo esforço e dedicação para que eu tivesse a oportunidade de ter uma boa formação pessoal e profissional.

Aos meus avós, pelo carinho, incentivo, cuidado e por estarem presente durante todo o meu percurso.

Aos meus irmãos, amigos e todos os familiares que de alguma forma contribuíram para que eu alcançasse meu objetivo. Em especial ao meu padrinho, José Régis e ao meu namorado Wladimir Badaró, pelos conselhos, apoio, companheirismo e força.

Ao Prof. Dr. José Anchieta pela oportunidade, apoio, orientação, compreensão e paciência.

Aos integrantes do Grupo de Espectroanalítica e Automação, João Victor, Leonardo, Maísa, Raiane e Evilim pela amizade e apoio.

Ao Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e seu Programa de Pós-Graduação em Química, pela oportunidade de execução deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradeço ao CNPq e CAPES pela bolsa concedida, indispensáveis para a conclusão deste trabalho.

Obrigada a todos!

EPÍGRAFE

*“Que os vossos esforços
desafiem as impossibilidades,
lembrai-vos de que as grandes
coisas do homem foram
conquistadas do que parecia
impossível.”*

Charles Chaplin

RESUMO

Atualmente, com o crescimento da população de animais de estimação e do mercado pet, o desenvolvimento do setor de alimentos se torna de grande interesse. Um dos alimentos mais consumidos são as rações. A alimentação está ligada diretamente com a nutrição e saúde desses animais, logo, as análises químicas das rações são essenciais. Considerando-se a simplicidade e baixo custo de manutenção e instrumentação, o CHDS (sistema de digestão com aquecimento condutivo em frasco fechado) foi avaliado para a digestão de amostras de ração para cães para a determinação de macronutrientes (Na e K) e micronutrientes (Fe, Cu, Zn e Mn) por HR-CS FAAS (espectrômetro de absorção atômica em chama de alta resolução e fonte contínua). A otimização do método foi realizada a partir de um planejamento fatorial com cinco variáveis e dois níveis. Uma das amostras de ração para cachorro foi digerida em CHDS em todas as condições do planejamento fatorial e em seguida foi realizado as medidas de teor de carbono residual (RCC) em todos os digeridos. A partir das medidas das concentrações de RCC determinaram-se as variáveis significativas. E levando em conta os resultados do planejamento fatorial, foi feito um estudo do efeito das massas e efeito da concentração de HNO_3 nas digestões em CHDS em amostras de material de referência certificado (CRM). Com o método otimizado, as amostras de rações para cães foram digeridas no CHDS e micro-ondas (MW-AD) para fins comparativos. Os testes estatísticos t e F foram calculados para todas as digestões em CHDS e MW-AD e a maioria dos resultados dois sistemas de digestão foram concordantes ao nível de 95% de confiança. As recuperações foram avaliadas com CRMs e apresentaram de modo geral recuperações entre 77,4 e 103%. Os limites de detecção e de quantificação foram determinados e apresentaram valores semelhantes nos dois sistemas de digestões. Com base nos resultados, o CHDS pode ser utilizado para o preparo de amostras de rações para cachorro para determinação de macronutrientes e micronutrientes de forma efetiva.

Palavra-chave: Ração para cachorro. Preparo de amostras. CHDS. HR-CS FAAS.

ABSTRACT

Currently with the growing pet population and pet market, the development of the food sector becomes of great interest. One of the most consumed foods is dog food. The feeding is directly linked to the nutrition and health of these animals, so chemical analysis of the feed is essential. Considering the simplicity and low cost of maintenance and instrumentation, CHDS (conductively heated digestion system) was evaluated for the digestion of dog food samples for the determination of macronutrients (Na and K) and micronutrients (Fe, Cu, Zn and Mn) by HR-CS FAAS. The optimization of the method was carried out from a factorial design with five variables and two levels. One of the dogs food samples was digested in CHDS under all conditions of the factorial design and then residual carbon content (RCC) was measured in all digests. From the measurements of RCC concentrations the significant variables were determined and taking into account the results of the factorial design, a study was made of the effect of the masses and the effect of the concentration of HNO_3 in the digestions in CHDS in samples of certified reference material (CRM). With the optimized method, dog food samples were digested in CHDS and microwave (MW-AD) for comparative purposes. The t and F statistical tests were calculated for all digestions in CHDS and MW-AD and most of the results of the two digestion systems were in agreement at the 95% confidence level. The recoveries were evaluated with CRMs and generally showed recoveries between 77.4 and 103%. The detection and quantification limits were determined and presented similar values in the two digestion systems. Based on the results, CHDS can be used for the preparation of dog food samples for the determination of macronutrients and micronutrients effectively.

KEYWORDS: Dog food. Sample preparation. CHDS. HR-CS FAAS.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros instrumentais do HR-CS FAAS utilizados para determinação de macro e micronutrientes nas amostras.....	44
Tabela 2: Planejamento fatorial com cinco variáveis e dois níveis.....	46
Tabela 3: Planejamento fatorial com cinco variáveis, dois níveis e seus valores codificados e reais.....	47
Tabela 4: Programa de aquecimento do experimento 1 para digestão das amostras em CHDS.	47
Tabela 5: Programa de aquecimento para digestão das amostras em CHDS.	49
Tabela 6: Programa de aquecimento para digestão das amostras em MW.....	50
Tabela 7: Teores de umidade das amostras de ração (para cães).	51
Tabela 8: Teor de carbono residual nos digeridos da amostra utilizando o CHDS.	53
Tabela 9: Resultados (média $\pm$ desvio padrão) para Cu, Fe, Mn, Zn, K e Na (mg.kg ⁻¹) em material de referência certificado de ração para peixe digerido com CHDS em diferentes concentrações de HNO ₃	57
Tabela 10: Resultados (média $\pm$ desvio padrão) para Cu, Fe, Mn, Zn, K e Na (mg.kg ⁻¹) em material de referência certificado de ração para peixe digerido com CHDS em diferentes massas.	57
Tabela 11: Resultados (média $\pm$ desvio padrão) da determinação (mg.Kg ⁻¹) de Na, K, Cu, Fe, Mn e Zn por HR-CS FAAS em ração para cães digeridas em CHDS e MW-AD.....	58
Tabela 12: Resultados do teste f com 95% de confiança.....	59
Tabela 13: Resultados do teste t com 95% de confiança.....	59

Tabela 14: Resultados (média $\pm$ desvio padrão) da determinação de Cu, Fe, Mn, Zn, K e Na (mg.kg^{-1}) em materiais de referência certificados de ração para peixes, fígado bovino e tecido de mexilhão digerido por CHDS. 61

Tabela 15: Limites de detecção e quantificação obtidos por CHDS e MW-AD. 62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: População de animais no Brasil.	20
Figura 2: Esquema do faturamento do mercado mundial em 2020.	21
Figura 3: Esquema do faturamento da indústria pet do Brasil em 2020.	21
Figura 4: Sistema “cold finger”.	26
Figura 5: Aquecimento via radiação de MW.	27
Figura 6: Primeira versão do CHDS com frascos de borossilicato.	29
Figura 7: Frasco de borossilicato utilizado na digestão em CHDS.	29
Figura 8: Segunda versão do CHDS com frascos de quartzo.	30
Figura 9: CHDS com anteparo de acrílico.	32
Figura 10: Sistema de alívio de pressão. (a) Introdução da ferramenta para abertura da válvula; (b) Abertura da válvula; (c) Alívio de pressão.	32
Figura 11: Diagrama de uma lâmpada de cátodo oco.	36
Figura 12: Monocromador de rede (Czerny-Turner).	37
Figura 13: Esquema funcionamento de um FAAS.	37
Figura 14: Ilustração esquemática de um espectrômetro de absorção atômica de alta resolução com fonte contínua (HR-CS AAS) com ênfase nos seus principais componentes.	39
Figura 15: Tradicional sinal transiente (absorbância versus o tempo).	40
Figura 16: Sinal de absorbância integrada versus comprimento de onda.	40
Figura 17: Imagem tridimensional (absorbância como função do tempo e do comprimento de onda).	41

Figura 18: CHDS.	43
Figura 19: Forno micro-ondas Anton Paar, modelo Multiwave.	43
Figura 20: Espectrômetro Analytik Jena contrAA 300.	44
Figura 21: Amostras de ração para cachorro maceradas e secas.	45
Figura 22: Estufa.	45
Figura 23: TOC-L CSH/CSN, Shimadzu.	48
Figura 24: Curvas analíticas para os elementos a) Cu, b) Fe, c) Mn, d) Zn, e) K e f) Na obtidas por HR-CS FAAS com absorbância integrada a 3 pixels.	52
Figura 25: Gráfico de parento da influência de cada variável nas digestões. ..	54
Figura 26: Gráfico de efeitos da concentração de HNO_3 e volume de H_2O_2 nas medidas de RCC.	55
Figura 27: Solução das amostras de ração para cachorro (1 ao 6) antes e após digestão.....	60
Figura 28: Solução das amostras de ração para cachorro (7 ao 10) antes e após digestão.....	60

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1. Ração canina.	20
2.2. Preparo de amostras	24
2.2.1. Digestão de amostras por via úmida: sistemas abertos e fechados.....	25
2.2.2. Digestão assistida por radiação micro-ondas.	26
2.2.3. Sistema de decomposição com aquecimento condutivo em frasco fechado (CHDS).....	28
2.3. Espectrometria de absorção atômica (AAS).....	33
2.3.1. Histórico.....	33
2.3.2. Princípios fundamentais e funcionamento.	34
2.4. Espectrometria de absorção atômica de alta resolução e fonte contínua (HR-CS AAS).....	38
3. OBJETIVO	42
4. METODOLOGIA	42
4.1. Amostras, reagente e soluções analíticas.....	42
4.2. Instrumentação.	43
4.3. Preparo das amostras.....	45
4.4. Otimização do método de digestão em CHDS.....	46
4.4.1. Efeito do HNO ₃ , H ₂ O ₂ , temperatura, tempo de patamar e temperatura de pré-digestão	46
4.4.2. Medida do teor de carbono residual na amostra.....	48
4.4.3. Efeito das concentrações de HNO ₃ nas digestões.....	49
4.4.4. Efeito das massas nas digestões.	49
4.5. Digestão em CHDS.....	50

4.6. Digestão em MW.....	50
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	51
5.1. Teor de umidade.....	51
5.2. Curvas de calibração.....	51
5.3. Otimização do método de digestão em CHDS.....	52
5.3.1. Planejamento fatorial.....	53
5.3.2. Teor de carbono residual.....	55
5.3.3. Efeito da concentração de HNO ₃	56
5.3.4. Efeito das massas.....	57
5.4. Determinação de macronutrientes e micronutrientes por HR-CS AAS...58	
5.5. Análise de materiais de referência certificados.....	61
5.6. Limite de quantificação.....	61
6. CONCLUSÃO	63
7. Referências.....	64

1. INTRODUÇÃO

Em 2021, foi realizado um estudo pela Abinpet sobre a população de animais domésticos no Brasil. O estudo revela que de 144,3 milhões animais de estimação, cerca de 55,9 milhões representa os cães, ou seja, 38,7% da população total de animais, portanto, são preferencialmente escolhidos pelos brasileiros. De acordo com a Abinpet, a população de cães cresceu cerca de 1,5% de 2019 a 2020. (ABINPET, 2021).

Nos últimos anos, o mercado pet se expandiu com o crescimento da população desses animais de estimação, principalmente no segmento de pet food (alimentação dos animais) que representou 75% do faturamento do mercado pet do Brasil em 2020 (ABINPET, 2021).

Há uma variedade extensa de alimentos para os cães, dentre eles as rações, que são frequentemente mais consumidos. Atualmente o mercado oferece diversas opções de rações que atendem as necessidades nutricionais de cada animal. Além disso, são práticas e de fácil acesso, que pode ser encontrada tanto em lojas pets quanto em supermercados. Considerando-se o crescimento do mercado de alimentos pets e as vantagens do consumo de rações, o interesse em estudos e pesquisas voltadas para esse seguimento torna-se cada vez mais promissor (SANTOS, 2017).

A composição da ração é extremamente importante para a qualidade de vida dos animais. Uma das componentes essenciais das rações são os minerais, eles podem ser classificados como macrominerais (Na e K) e microminerais (Fe, Cu, Zn e Mn). As quantidades dos macrominerais e microminerais influenciam diretamente na saúde e nutrição, visto que em maiores proporções pode ser prejudicial ao animal, portanto, as determinações das concentrações dos mesmos são necessárias (CELIK, OEHLenschlager, 2007).

As análises elementares por técnicas espectrométricas geralmente requerem a conversão prévia das amostras em solução. As mais comuns formas para tal conversão são decomposições por via seca (com forno tipo mufla) e decomposição por via úmida, que pode ser classificado em decomposição por via em frasco aberto e em frasco fechado (KRUG, 2010).

A decomposição (digestão) de amostras por via úmida em sistemas fechados caracteriza-se pela eficiência frente a uma variedade de matrizes, e devido aos

problemas relacionados às perdas de elementos voláteis em sistemas abertos, são preferencialmente utilizados (KRUG, 2010; MESTER et al., 2003).

Na determinação de análise elementar, a digestão assistida por radiação micro-ondas é uma das melhores alternativas para a decomposição de amostras e habilitam a empregar diversas técnicas espectroscópicas. Entretanto, o forno de micro-ondas possui alto custo de aquisição e manutenção, com isso, esses equipamentos podem restringir as suas utilizações por empresas de pequeno ou médio porte (RICHTER et al., 2001).

Um novo sistema de digestão assistida por aquecimento condutivo em frasco fechado (CHDS) foi desenvolvido com o objetivo de digerir amostras visando a eficiência e baixo custo. Esse sistema foi avaliado e validado em análises elementares de amostras de plantas (MIRANDA et al., 2014; MIRANDA et al., 2014), carnes (VIEIRA, 2016), farinhas, chocolate em pó, leite em pó e café solúvel (MIRANDA et al., 2016). Os trabalhos realizados apresentaram excelentes resultados e demonstraram ser promissores.

O CHDS apresenta uma série de vantagens como baixo custo, simplicidade dos digestores clássicos, digestão em menor tempo comparado com sistemas abertos e uma facilidade de manutenção, pois o equipamento é desenvolvido com componentes que são facilmente encontrados no mercado nacional. Outra vantagem é que os componentes voláteis da amostra não são perdidos durante o aquecimento e a amostra não é contaminada pelo ambiente. Além disso, na literatura há poucos relatos sobre a tentativa de desenvolvimento e aplicações de (CHDS) (VIEIRA, 2016).

Considerando as vantagens desse sistema, é promissor expandir os estudos sobre o CHDS no desenvolvimento de métodos de análise de outras classes de amostras, como a de interesse do setor alimentício (rações para cães) empregando a espectrometria de absorção atômica de alta resolução e fonte contínua.

5. CONCLUSÃO

O método de digestão em CHDS proposto neste trabalho se mostrou promissor para digestão de amostras de rações para cães para determinação de macronutrientes e micronutrientes por HR-CS FAAS. O sistema apresentou eficiência de digestão, visto que, as amostras de rações contêm em média 12% de teor de gorduras e 27% de teor de proteína, ainda assim, todas as digestões foram completas e os valores RCC variam de 9,65 a 6,05 mg de C/ 100mg de amostra. Além disso, os valores de EDMO calculado variou de 90,4 a 94% que são valores satisfatórios, considerando-se que as composições das amostras de rações são ricas em carbono.

Além da eficiência de digestão, o CHDS é um sistema simples, de baixo custo de instrumentação e seus os componentes podem ser encontrados facilmente no mercado. Outra vantagem do sistema é o menor tempo de digestão comparado com sistemas aberto, pois as digestões em CHDS foram realizadas com apenas 20 minutos de rampa, 12 de patamar e em torno de 30 min de resfriamento, totalizando o tempo de 62 min para digestão de 14 frascos.

Os valores encontrados dos macronutrientes e micronutrientes por HR-CS FAAS foram bem próximos comparados com a digestão por MW-AD. O CHDS permitiu a digestão das amostras com eficiência próximas do MW-AD, o que se torna bastante interessante a utilização do método devido ao baixo custo comparado ao MW-AD. Os limites de detecção e limites de quantificação apresentaram-se valores próximos com às duas técnicas, não comprometendo na determinação dos elementos.

Apesar dos resultados obtidos apresentarem melhores recuperações em concentrações maiores de HNO_3 , ainda assim, o volume de reagentes utilizados é pequeno e a geração de resíduos é mínima, consequentemente, o sistema opera de acordo com as recomendações da química verde.

Além disso, tendo em visto o baixo custo de instrumentação; e considerando o crescimento do setor de alimentos do mercado pet, o emprego do CHDS para digestão de amostras de rações é uma alternativa para empresas de pequeno e médio porte.

Referências

ABINPET. **Mercado pet Brasil**. Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação, 2021.

AGAZZI, A.; PIROLA, C. Fundamentals, methods and future trends of environmental microwave sample preparation. **Microchemical Journal**, v. 67, p. 337-341, 2000.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2012.

AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. DA M. Metais: gerenciamento da toxicidade. **Atheneu, São Paulo**, 2003.

BENDICHO, C.; LAVILLA, I.; PENA-PEREIRA, F.; ROMERO, V. Green chemistry in analytical atomic spectrometry: a review. **Journal of Analytical Atomic Spectrometry**, v. 27, p. 1831-1857, 2012.

BORGES, R. F. **Estratégias analíticas para determinação de fosforo em insumos agroindustriais por espectrometria de absorção atômica com fonte continua de alta resolução**. 2009. Dissertação (Mestrado em química) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2009.

BUSS, A. **Estrutura de consumo de produtos e serviços para animais de estimação em Porto Alegre**. 2006. **Trabalho de conclusão de disciplina** (Disciplina de Pesquisa em Marketing do curso Graduação em Administração) - Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

CELIK, U.; OEHLENSCHLAGER, J. High contents of cadimium, lead, zinc and copper in popular fisher products sold in Turkish supermarkets. **Food control**, v. 18, p. 258-261, 2007.

COSTA, S. S. L. Determinação e avaliação da composição mineral de rações de cães e gatos dos estado de Sergipe. 2013. **Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sergipe.**

DE OLIVEIRA, E. Sample preparation for atomic spectroscopy: Evolution and future trends. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 14, p. 174– 182, 2003.

DINIZ, E. O bem-estar dos animais. **Pet shop Brasil Business**, ano 9, n.88, abril. 2004.

FARRUKH, M. A. **Atomic absorption spectroscopy**. Rijeka: Intech, 2012.

FASCETTI, A. J.; MORRIS, J. G. Zinc and cooper nutriture in the cat. Nutritional biotechnology in the feed and food insdustries. **Notting, Alltech**, v.1, p.475-479, 2002.

FERREIRA, S. L. C. A review of reflux systems using cold finger for sample preparation in the determination of volatile elements. **Microchemical Journal**, v. 106, p. 307–310, 2013.

FIGUEIREDO, E. C.; DIAS, J. C.; KUBOTA, L. T.; KORN, M.; OLIVEIRA, P. V.; ARRUDA, M. A. Z. Influence of microwave heating on fluoride, chloride, nitrate and sulfate concentrations in water. **Talanta**, v.85, p.2707-2710, 2011.

FLORES, É. M. M. Sample preparation techniques based on combustion reactions in closed vessels - A brief overview and recent applications. **Spectrochimica Acta - Part B Atomic Spectroscopy**, v. 62, p. 1051–1064, 2007.

FRANÇA, J., SAAD, F. M. O. B.; SAAD, C. E. P., SILVA, R. C.; REIS, J. S. Avaliação de ingredientes convencionais e alternativos em rações de cães e gatos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.222-231, 2011.

GALLINDO, D. L. B, JOSÉ, A. C. Fundamentos da espectrometria de absorção atômica de alta resolução com fonte contínua. **Revista Analytica**. V.1, p.1-8, 2005.

HOENIG, M. E.; KERSABIEC, A. M. Sample preparation steps for analysis by atomic spectroscopy methods: present status. **Spectrochimica Acta Part B**. v.51, p. 1297-1307, 1996.

KRUG, F. J. E R., PIOVEZANI, F. R.. **Métodos de Preparo de Amostras Para Análise Elementar**. São Paulo: Edit SBQ, 2016.

KRUG, F. J. **Método de preparo de amostras**: fundamentos de preparo de amostras orgânicas e inorgânicas para análise elementar. Piracicaba, 2010. 340p.

KRUG, F.J.; NÓBREGA, J.A.; DE OLIVEIRA, P.V. **Espectrometria de Absorção Atômica Parte 1**: Fundamentos e atomização com chama, 2004. Disponível: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4292094/mod_resource/content/1/Apostila AAS-parte 1.pdf. Acesso em 11 abr. 2021.

LEHTIM, E. A.; VAISANEN, A. Determination of metal concentrations in certified plastic reference materials after small-size autoclave and microwave-assisted digestion followed with inductively coupled plasma optical emission. **Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy Received**. v.1, p.20, 2016.

MARICHALAR, X.G. **El mercado de la alimentación y accesorios para mascotas em Brasil**. São Paulo: ICEX, 2006. Disponível em: <www.icex.es/icex/cma/contentTypes/common/records/viewDocument/0,,,00.bin?doc=581876>.

MEEKER, D. L. Essential rendering: all about the animal by-products industry. **Arlington: Kirby Lithographic Company, Canadá**, v.1, p.1-302, 2006.

MICHAEL, D.; MINGOS, P.; BAGHURST, D. R. **Fundamentals of microwave application:** Microwave-enhanced chemistry: fundamentals, sample preparation, and applications. Washington: American Chemical Society, 1997. 3-53.p.

MIRANDA, K.; PEREIRA FILHO, E. R.; GOMES NETO, J. A. A new closed-vessel conductively heated digestion system: fostering plant analysis by inductively coupled plasma optical emission spectroscopy. **Journal of Analytical Atomic Spectrometry**, v. 29, p. 825-831, 2014.

MIRANDA, K.; VIEIRA, A. L.; GOMES NETO, J. A. High-throughput sugarcane leaf analysis using a low cost closed-vessel conductively heated digestion system and inductively coupled plasma optical emission spectroscopy. **Analytical Methods**, v. 6, p. 9503–9508, 2014.

NAVARRETE, M. L.; JONATHAN, M. P.; RODRÍGUEZ, P. F.; SALGADO, J. A. G. Autoclave decomposition method for metals in soils and sediments. **Springer Science**, v.1, p.2285-2293, 2010.

PINOW, A. C. S.; SANTOS, J. S.; MAZZINGHY, C. L.; PINTO, M. L. Exigências nutricionais de cães filhotes: Revisão. **Pubvet**, v.15, p.1-9, 2021.

RICHTER, R. C.; LINK, D.; KINGSTON, H. M. Microwave-enhanced chemistry. **Analytical Chemistry**, v. 72, n. 1, p. 31A-37A, 2001.

RUELLA, D. O. **Avaliação da espectrometria de absorção atômica com fonte contínua e de alta resolução no desenvolvimento de métodos analíticos para diagnóstico foliar de cana de açúcar e laranjeira.** Tese (Doutorado em química). Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2010.

SANTOS, C. **Composto de marketing de rações para cães.** 2017. Monografia (Curso de Especialista em Gestão do Agronegócio)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

SIQUEIRA, E. M. A.; ALMEIDA, S. G.; ARRUDA, A. Papel adverso do ferro no organismo. **Comunicação em ciência e Saúde**, v.17, p.229-236, 2006.

SKOOG, D. A., WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**. 8 ed. Norte-americana, 2008.

ULUOZLU, O. D.; TUZEN, M.; MENDIL, D.; SOYLAK, M. Trace metal content in nine species of fish from the Black and Aegean Seas, Turkey. **Food chemistry**, v.104, p.835-840, 2007.

VIEIRA, A. L. **Aperfeiçoamento e avaliação de um novo sistema de digestão assistida por aquecimento condutivo em frasco fechado para preparar amostras de carne “in natura” para análise elementar**. 2016. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2016.

VIRGILIO, A. **Determinação de enxofre em amostras agroindustriais por espectrometria de absorção molecular com fonte contínua e alta resolução**. 2010. Dissertação (Mestrado em química) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2010.

WELZ, B.; SPERLING, M. **Atomic Absorption Spectrometry**. 3.ed., Weinheim: VCH, 1999.

ZICKER, S. C. Evaluating pet food's: how confident are you when you recommend a commercial pet food's?. **Topics in companion animal medicine**, v.23, p.121-126, 2008.

ZLOTORZYNSKI, A. The Application of Microwave Radiation to Analytical and Environmental Chemistry. **Critical Reviews in Analytical Chemistry**, v.25, p.43-76, 1995.