

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo desta tese  
será disponibilizado somente a partir  
de 20/04/2025.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS JABOTICABAL**

**PROTEÍNAS VEGETAIS SOBRE O PROCESSO DE  
EXTRUSÃO, DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES,  
PRODUTOS DE FERMENTAÇÃO, CARACTERÍSTICAS  
URINÁRIAS E PALATABILIDADE EM ALIMENTOS PARA  
GATOS**

**Caroline Alves Garcia**

**Zootecnista**

**2024**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS JABOTICABAL**

**PROTEÍNAS VEGETAIS SOBRE O PROCESSO DE  
EXTRUSÃO, DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES,  
PRODUTOS DE FERMENTAÇÃO, CARACTERÍSTICAS  
URINÁRIAS E PALATABILIDADE EM ALIMENTOS PARA  
GATOS**

**Discente: Caroline Alves Garcia**

**Orientador: Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi**

**Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de  
Jaboticabal, como parte das exigências para  
a obtenção do título de Doutor em Zootecnia**

**2024**

G216p Garcia, Caroline Alves  
Proteínas vegetais sobre o processo de extrusão,  
digestibilidade dos nutrientes, produtos de fermentação,  
características urinárias e palatabilidade em alimentos para  
gatos / Caroline Alves Garcia. -- Jaboticabal, 2024  
82 f. : tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal  
Orientador: Aulus Cavalieri Carciofi

1. Zootecnia. 2. Gatos. 3. Proteínas na nutrição animal. I.  
Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo  
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

## **IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA**

Esta pesquisa poderá impactar as indústrias *pet food* auxiliando os formuladores a decidirem por ingredientes que sejam mais sustentáveis para o meio ambiente sem perda da qualidade nutricional das rações para gatos. Além disso, proteínas vegetais contribuem com a extrusão e formação dos *kibbles*, especialmente o concentrado proteico de soja. Os glútenos de trigo e de milho obtiveram aproveitamento da proteína mais altos que a proteína de origem animal empregada no estudo. No entanto, o concentrado proteico de soja mostrou valores semelhantes a farinha de vísceras de frango, porém induziu uma maior fermentação pelos microrganismos do cólon, podendo ser benéfica a saúde intestinal, sendo uma estratégia nutricional interessante para o uso na indústria.

## **POTENCIAL IMPACT OF THIS RESEARCH**

This research may impact the pet food industries by assisting formulators in choosing ingredients that are more environmentally sustainable without compromising the nutritional quality of cat diets. Additionally, plant proteins contribute to the extrusion and formation of kibbles, especially soy protein concentrate. Wheat and corn gluten achieved higher protein utilization than the animal-origin protein used in the study. However, soy protein concentrate showed similar values to poultry by-product meal but induced greater fermentation by colon microorganisms, potentially benefiting intestinal health. It represents an interesting nutritional strategy for use in the industry.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

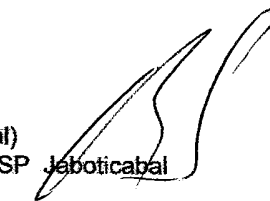
**TÍTULO DA TESE: PROTEÍNAS VEGETAIS SOBRE O PROCESSO DE EXTRUSÃO, DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES, PRODUTOS DE FERMENTAÇÃO, CARACTERÍSTICAS URINÁRIAS E PALATABILIDADE EM ALIMENTOS PARA GATOS**

**AUTORA: CAROLINE ALVES GARCIA**

**ORIENTADOR: AULUS CAVALIERI CARCIOFI**

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

Prof. Dr. AULUS CAVALIERI CARCIOFI (Participação Virtual)  
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV UNESP Jaboticabal



Prof. Dr. DALTON JOSÉ CARNEIRO (Participação Virtual)  
Departamento de Zootecnia / FCAV UNESP Jaboticabal



Pós-Doutoranda CAMILA GOLONI (Participação Virtual)  
Departamento de Clínica e Cirurgia veterinária / FCAV UNESP Jaboticabal



Documento assinado digitalmente  
**CAMILA GOLONI**  
Data: 20/10/2023 12:52:54-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. ANANDA PORTELLA FÉLIX (Participação Virtual)  
Departamento de Zootecnia / Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Curitiba/PR



Documento assinado digitalmente  
**ANANDA PORTELLA FELIX**  
Data: 23/10/2023 15:48:47-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. RICARDO SOUZA VASCONCELLOS (Participação Virtual)  
Departamento de Zootecnia / Universidade Estadual de Maringá (UEM) - Maringá/PR



Documento assinado digitalmente  
**RICARDO SOUZA VASCONCELLOS**  
Data: 25/10/2023 05:45:34-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Jaboticabal, 20 de outubro de 2023

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**Caroline Alves Garcia**, nascida em 02 de maio de 1991 na cidade de Araraquara – SP. Em 2012 ingressou no curso de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal. Durante a graduação foi membro bolsista e voluntária do Programa de Educação Tutorial – PET e bolsista de iniciação científica da FAPESP. Graduou-se em março de 2017 e ingressou no mesmo mês no curso de Mestrado em Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, sob orientação do professor doutor Aulus Cavaliere Carciofi e coorientação da doutora Bruna Agy Loureiro na área de Nutrição de Cães e Gatos. Concluiu o curso de Mestrado em março de 2019 e ingressou no mesmo mês no curso de Doutorado na mesma instituição e sob orientação do mesmo pesquisador. Durante os cursos de Mestrado e Doutorado foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Atualmente é Analista de Pesquisa e Desenvolvimento na Special Dog Company.

*“Wubba lubba dub dub!”*

Rick Sanchez, 2013

*Dedico*

Aos meus pais, à minha avó Nadir e meu  
esposo Thomaz, por todo amor e cuidado

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por todas as oportunidades e pela maior delas, de estar nesse plano e poder evoluir.

Aos Orixás e ao meu Anjo Guardião que me ajudam nessa caminhada me protegendo e dando forças.

A todos os espíritos de luz que me ajudam e me protegem, especialmente à Vovó Bastiana, à Vovó Maria e ao Pai Tobias. Obrigada por todas as vezes que se fizeram presentes na minha vida!

Aos meus pais nessa vida, Vera e Ricardo, muito obrigada por tornarem meus sonhos possíveis e serem minha luz. Tive sorte de ter vocês comigo nessa jornada e agradeço à Deus por isso! Amo vocês incondicionalmente!

Ao meu marido Thomaz. Nunca imaginei que passaríamos por tanta coisa em tão pouco tempo. Obrigada por estar ao meu lado segurando minhas mãos em todos os momentos por pior que eles fossem, por ter me escolhido para caminhar ao seu lado, por ser cuidadoso, carinhoso e amoroso. Só nós sabemos tudo que passamos para chegarmos até aqui. Você é minha melhor escolha! Espero que em breve a nossa casa esteja cheia de “bacuris” que tenham seus olhinhos curiosos e que eu continue fazendo você rir todos os dias da minha vida! Amo você Ninoca!

Ao meu irmão Guilherme pela parceria de uma vida. Te amo Xulindo!

Aos meus filhos peludos Maui, Moana, Pina, Rayka e Thor que transformam meus dias ruins em dias mais suportáveis. Vocês foram um dos motivos que me deram forças para vencer todas as batalhas que enfrentei. Nunca deixarei de amar cada um de vocês!

Aos meus tios Marco e Jane por todo carinho e amor! Amo muito vocês!

Aos meus sogros Ivanilde e Irso, por terem colocado no mundo uma das pessoas mais especiais da minha vida. Tenho sorte de ter vocês na minha família!

Aos meus amigos Ana Flávia, Ana Paula, Caio, Fernanda, Lara, Ludmilla, Lucas, Luiz Henrique, Mariana e Mayara que estiveram nos bons e maus momentos. Levarei vocês no coração por toda vida!

Ao meu orientador Prof. Aulus pela oportunidade de desenvolver esse trabalho e por todo aprendizado que me proporcionou nesses 7 anos de convivência.

Os professores: Ananda, Camila, Dalton e Ricardo pela disponibilidade e contribuição na melhoria do trabalho.

Aos gatinhos que tornaram esse trabalho possível: Bel, Charlie, Chopp, Crepúsculo, Frida, Ice, Kate, Lady, Luana, Mia, Milk, Pitika, Tata, Tequila, Tico, Tigrão, Tina e Tom, minha gratidão e carinho por cada um.

Aos meus companheiros de pós-graduação pelas trocas que tivemos e toda ajuda durante o experimento. Todos foram parte essencial para meu crescimento pessoal e profissional.

Aos estagiários do laboratório, em especial à minha “fiel escudeira” Isabel, muito obrigada por toda ajuda, por ser tão responsável e querida! Tenho certeza de que colherá os frutos de toda sua dedicação!

Aos funcionários do laboratório, cada um foi importante em uma determinada etapa do meu caminho nesses 7 anos, agradeço imensamente por toda ajuda, conversas, risadas e pipocas.

Aos funcionários da fábrica de rações pela ajuda na fabricação das rações.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela bolsa de estudos concedida (Processo 141786/2019-1)

À Cargill pelo apoio financeiro tornando possível a realização desse projeto.

As empresas BRF Pet, BRF Ingredients e Adimax Pet pelo suporte financeiro ao Laboratório.

À Manzoni Industrial S. A. pela doação da extrusora.

À Special Dog Company e ao time de P&D que me acolheu com tanto carinho na reta final desse trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	vi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Sustentabilidade.....	4
2.2 Ingredientes proteicos.....	5
2.2.1. Farinha de Vísceras de Frango.....	6
2.3. Fontes proteicas vegetais.....	8
2.3.1. Concentrado Proteico de Soja.....	9
2.3.2. Glúten de Milho.....	10
2.3.3. Glúten de Trigo.....	11
2.4. Implicações das proteínas vegetais no processo de extrusão.....	12
2.5. Influência das fibras presentes em proteínas vegetais.....	13
2.6. Influência da fonte proteica nas características urinárias.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Dietas e tratamentos experimentais.....	16
3.2 Processamento das rações e características reológicas.....	22
3.3 Experimento “ <i>in vivo</i> ”.....	24
3.3.2 Delineamento experimental.....	25
3.3.3 Manejo dos Animais.....	26
3.3.4 Ensaio de digestibilidade balanço hídrico e balanço de nitrogênio.....	27
3.3.5 Características urinárias, excreção renal de uréia e produtos de fermentação microbiana nas fezes.....	27
3.4 Palatabilidade.....	29
3.5 Análise dos resultados.....	29

4. RESULTADOS.....	31
5. DISCUSSÃO.....	44
6. CONCLUSÃO.....	50
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Jaboticabal



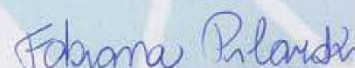
## CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

### CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **“Avaliação de fontes proteicas vegetais sobre o processo de extrusão, digestibilidade aparente dos nutrientes, produtos de fermentação nas fezes e palatabilidade de alimentos para gatos adultos”**, protocolo nº 1044/21, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Aulus Cavaliere Carciofi, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 13 de maio de 2021.

Vigência do Projeto	15/05/2021 a 01/10/2021
Espécie / Linhagem	Felina
Nº de animais	24
Peso / Idade	4Kg / 3 a 5 anos
Sexo	Machos e fêmeas
Origem	Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos "Prof. Dr. Flávio Prada" - Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária (DCCV) - FCAV/UNESP

Jaboticabal, 13 de maio de 2021.

  
**Profa. Dra. Fabiana Pilarski**  
Coordenadora – CEUA

**PROTEÍNAS VEGETAIS SOBRE O PROCESSO DE EXTRUSÃO,  
DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES, PRODUTOS DE FERMENTAÇÃO,  
CARACTERÍSTICAS URINÁRIAS E PALATABILIDADE EM ALIMENTOS PARA  
GATOS**

**RESUMO** – Por questões de sustentabilidade, custo e nutricionais, proteínas vegetais são parte da oferta de aminoácidos em alimentos para felinos. O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da substituição de farinha de vísceras de frango (FVF) por proteína concentrada de soja (CS), glúten de milho 60 (GM) e glúten de trigo (GT) em formulação para gatos sobre os parâmetros de extrusão, formação dos *kibbles*, digestibilidade dos nutrientes, características fecais e urinárias, balanços de nitrogênio e hídrico, e palatabilidade das dietas. Uma ração controle contendo somente FVF como fonte proteica foi formulada e desdobrada em nove dietas testes nas quais CS, GM e GT substituíram 20, 40 e 60% da PB da dieta. A amperagem do motor aumentou com a inclusão de CS e GM, e diminuiu com o GT ( $p < 0,05$ ). A pressão de extrusão aumentou nas dietas com CS e GT ( $p < 0,05$ ). A energia mecânica específica aumentou com o aumento de CS e GM ( $p < 0,05$ ) e reduziu com o aumento de GT ( $p < 0,05$ ). A densidade aparente do extrusado diminuiu com o aumento de todas as fontes proteicas vegetais ( $p < 0,05$ ). As inclusões de CS e GT aumentaram a expansão radial ( $p < 0,05$ ), mas o comprimento específico aumentou nas dietas com CS e diminuiu nas com GT ( $p < 0,05$ ). No estudo *in vivo* foi utilizada a ração FVF como dieta controle e as formulações com 60% de substituição da PB: CS60, GM60 e GT60. Foram utilizados 24 gatos adultos, distribuídos em dois blocos com 12 animais, 4 rações e três repetições por ração, totalizando seis repetições por dieta. Cada bloco incluiu 10 dias de adaptação, 12 dias de coleta total de fezes e urina, para determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), balanços de nitrogênio e hídrico, características urinárias e concentração de produtos de fermentação das fezes dos animais. Os maiores CDA para MS, MO, PB e EB foram para as dietas GT60 e GM60 ( $p < 0,001$ ). A dieta CS60 proporcionou as menores digestibilidades para MO, amido e EB ( $p < 0,001$ ). O pH da urina foi maior nos gatos alimentados com CS60 ( $7,44 \pm 0,06$ ) e menor para GM60 ( $6,06 \pm 0,06$ ;  $p < 0,001$ ). O CS aumentou os produtos de fermentação microbiana ( $p < 0,001$ ), em contrapartida,

a FVF foi responsável pelas menores produções desses compostos. As proteínas vegetais contribuíram com a extrusão e formação dos *kibbles*. Os GT e GM apresentaram digestibilidade da proteína mais altos que a proteína de origem animal empregada no estudo. O CS apresentou digestibilidade proteica semelhante a farinha de vísceras de frango, porém induziu maior fermentação no cólon devido a seu maior teor de fibra. Em função de sua concentração de macronutrientes, CS aumentou e GM reduziu o pH da urina dos gatos.

**Palavras-chave:** nutrição, felino, sustentabilidade

## VEGETABLE PROTEINS IN THE EXTRUSION PROCESS, NUTRIENT DIGESTIBILITY, FERMENTATION PRODUCTS, URINARY CHARACTERISTICS AND PALATABILITY IN CAT FOOD

**ABSTRACT** – For sustainability, cost and nutritional reasons, vegetable proteins are part of the amino acids supply of diets for felines. The objective of the present study was to evaluate the effects of replacing poultry by-product meal (PBM) by soy protein concentrated (SPC), corn gluten meal (CG) and wheat gluten meal (WG) in a formulation for cats on the extrusion parameter's, *kibble* formation, nutrient digestibility, fecal and urinary characteristics, nitrogen and water balance, and the palatability of diets. A control diet containing only PBM as a protein source was formulated and divided into nine test diets in which SPC, CG and WG replaced 20, 40 and 60% of the CP of the diets, respectively. Motor amperage increased with the inclusion of SPC and CG and decreased with WG ( $p < 0.05$ ). Extrusion pressure increased in diets with SPC and WG ( $p < 0.05$ ). Specific mechanical energy increased with increasing SPC and CG ( $p < 0.05$ ) and reduced with WG additions ( $p < 0.05$ ). The apparent *kibble* density decreased with the increase of all vegetable protein sources ( $p < 0.05$ ). SPC and WG inclusions increased radial expansion ( $p < 0.05$ ), but specific length increased for SPC and decreased for WG diets ( $p < 0.05$ ). For the *in vivo* study, the PBM diet was used as a control and compared with the formulations with 60% CP replacement by the vegetable protein sources, respectively SPC60, CG60 and WG60. Twenty-four adult cats were used, distributed in two blocks with 12 animals, 4 diets and three repetitions per diet, totaling six repetitions per treatment. Each block included 10 days of adaptation, 12 days of total collection of feces and urine, to determine digestibility, nitrogen and water balances, urine characteristics, and the fecal concentration of fermentation products. The highest apparent total tract digestibility coefficients of DM, OM, CP, and GE were verified for WG60 and CG60 diets ( $p < 0.001$ ). The SPC60 diet provided the lowest digestibility for OM, starch and GE ( $p < 0.001$ ). The urine pH was highest for cats fed SPC60 ( $7.44 \pm 0.06$ ) and lowest for CG60 ( $6.06 \pm 0.06$ ;  $p < 0.001$ ). The intake of SPC60 increased microbial fermentation products on feces ( $p < 0.001$ ), while PBM reduced their concentration in comparison to the other treatments. Vegetable proteins contributed to the extrusion process and *kibble* formation. Wheat and corn gluten showed higher protein digestibility than the

animal protein used in the study. Soy protein concentrated showed protein digestibility similar to poultry by-product meal but induced greater fermentation in the colon due to its higher fiber content. Due to its macroelement composition SPC increased, and CG reduced the urine pH of the cats.

**Keywords:** nutrition; feline; sustainability

**LISTA DE ABREVIATURAS**

CG – Corn gluten meal

CP – Crude protein

CS – Concentrado Proteico de Soja

DM -Dry matter

EB – Energia bruta

FVF – Farinha de Vísceras de Frango

GE – Gross energy

GM – Glúten de milho

GT – Glúten de trigo

MO – Matéria orgânica

MS – Matéria Seca

N - Nitrogênio

OM – Organic matter

PB – Proteína Bruta

PBM – Poultry by-product meal

SPC – Soy protein concentrated

WG – Wheat gluten meal

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química analisada das fontes proteicas empregadas no experimento.....	18
Tabela 2. Composição de ingredientes e química das dietas experimentais para gatos com diferentes fontes de proteína. Composição analisada antes do recobrimento com gordura de aves ou palatilizante.....	19
Tabela 3. Composição química analisada das dietas experimentais com diferentes fontes de proteína utilizadas no experimento <i>in vivo</i> .....	20
Tabela 4. Aminas biogênicas presentes nos ingredientes proteicos e rações experimentais.....	21
Tabela 5. Parâmetros de extrusão e macroestrutura dos <i>kibbles</i> de rações para gatos com diferentes inclusões de Concentrado Proteico de Soja.....	33
Tabela 6. Parâmetros de extrusão e macroestrutura dos <i>kibbles</i> de rações para gatos com diferentes inclusões de Glúten de Milho.....	34
Tabela 7. Parâmetros de extrusão e macroestrutura dos <i>kibbles</i> de rações para gatos com diferentes inclusões de Glúten de Trigo.....	35
Tabela 8. Parâmetros de extrusão e macroestrutura dos <i>kibbles</i> de rações para gatos com diferentes inclusões de proteínas vegetais.....	36
Tabela 9. Ingestão e coeficientes de digestibilidade aparente em trato digestório total dos nutrientes e da energia de dietas extrusadas para gatos com diferentes fontes de proteína de origem vegetal.....	40
Tabela 10. Características e produtos de fermentação nas fezes de gatos alimentados com dietas extrusadas com diferentes fontes de proteína de origem vegetal.....	41
Tabela 11. Características urinárias, excreção de ureia, balanço hídrico e balanço de nitrogênio de gatos alimentados dietas extrusadas com diferentes fontes de proteína de origem vegetal.....	42

Tabela 12. Resultados de primeira escolha e palatabilidade de dietas extrusadas com diferentes fontes de proteína de origem vegetal.....	43
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Fluxo produtivo da farinha de vísceras de frango.....	8
Figura 2. Fluxo produtivo do concentrado proteico de soja.....	10
Figura 3. Fluxo produtivo do glúten de milho.....	11
Figura 4. Micrografia eletrônica de varredura em campo dos tratamentos FVF e CS20.....	37
Figura 5. Micrografia eletrônica de varredura em campo dos tratamentos CS40 e CS60.....	37
Figura 6. Micrografia eletrônica de varredura em campo dos tratamentos GM20 e GM40.....	37
Figura 7. Micrografia eletrônica de varredura em campo dos tratamentos GM60 e GT20.....	37
Figura 8. Micrografia eletrônica de varredura em campo dos tratamentos GT40 e GT60.....	37

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1. INTRODUÇÃO

A indústria *pet* do Brasil segue em expansão, no ano de 2022 faturou a quantia de 41,96 bilhões de reais, sendo o seguimento alimentar responsável por 80% desse valor, representando um crescimento de 17,20% em relação ao ano anterior. Esses números refletem o aumento da quantidade de *pets* no país, principalmente de gatos, espécie que obteve maior crescimento de sua população, bem como o aumento de valor dos produtos, relacionados à “premiunização” ou elevação da qualidade das rações *pet*, que ocorre em todo o mundo (Abinpet, 2022). Alia-se a isto a crescente preocupação dos proprietários com a saúde, bem-estar e longevidade dos seus animais, que atualmente são considerados membros da família.

Dentro do segmento *pet food* destaca-se o aumento de decisões de formulação com base em princípios de sustentabilidade, responsabilidade ambiental e social. Em grande parte das indústrias essas premissas já são realidade, impulsionando tendência de lançamentos de produtos que aliem valor nutricional, palatabilidade e composição de ingredientes que não compitam com o ser humano, e que sejam sustentáveis à médio e longo prazo (Swanson et al., 2013).

Proteínas são ingredientes críticos neste cenário. De um lado estas apresentam grande impacto comercial, pois existe a percepção dos proprietários que alimentos com elevada proteína sejam melhores tanto para cães quanto para gatos, mesmo que isto não seja nutricionalmente verdadeiro. Assim, no segmento *superpremium* e *premium* as rações apresentam teores proteicos que excedem o necessário à manutenção desses animais. Por outro lado, elevar o teor de proteína da ração eleva em muito o impacto ambiental e a possível competição potencial do setor *pet food* com os alimentos destinado ao ser humano, o que não é desejável (Swanson et al., 2013).

Além da quantidade de proteína ser questão relevante para a sustentabilidade, responsabilidade ambiental e social, os ingredientes proteicos empregados apresentam, também, forte peso no impacto ecológico e possível competição entre o setor *pet food* e a indústria de alimentação humana (Swanson et al., 2013). Devido ao crescente antropomorfismo de cães e gatos, há propensão de grande parte dos

tutores escolherem alimentos com composição de ingredientes que se assemelhem à sua dieta. O uso de ovos, leite e carnes frescas, como peixes, frango e bovinos, alimentos que são apropriados ao consumo do homem, impacta diretamente este cenário, preocupando a sociedade principalmente quanto à perspectiva futura de escassez de alimentos no mundo, conforme previsões da FAO et al. (2020). Assim, alternativas como proteínas de origem vegetal podem apresentar menor impacto ambiental, com menor pegada de carbono, e não competirem diretamente com a alimentação humana, além de possuírem composição química e digestibilidade que as caracterizem como ingredientes adequados à composição de rações para felinos (Carciofi et al., 2009; Golder et al., 2020).

A flexibilização no emprego de fontes proteicas vegetais tem aumentado, inclusive entre os proprietários de felinos (Dodd et al., 2019). A indústria *pet food* já utiliza em suas formulações proteínas de origem vegetal, devido as suas características reológicas, que auxiliam a formação dos *kibbles* (Venturini et al., 2018), e, também visando o correto balanceamento de minerais, isso porque os ingredientes de origem animal geralmente apresentam alta quantidade de matéria mineral, devido a inclusão variável de ossos (Acuff et al., 2021; Kawauchi, 2012). O excesso de minerais prejudica a saúde, provocando ressecamento das fezes, além do desbalanceamento de cátions e ânions na dieta alterarem o equilíbrio ácido-básico, podendo predispor os animais a formação de urólitos no trato urinário (Jeremias et al., 2013; Markwell et al., 1998). Porém, um ponto importante que deve ser avaliado ao adicionar as fontes proteicas vegetais em altas quantidades nas fórmulas são as possíveis deficiências nutricionais, alguns estudos com dietas comerciais utilizando exclusivamente proteínas de origem vegetal para cães e gatos demonstraram que essa situação é frequente, principalmente em relação à aminoácidos e vitaminas (Gray et al., 2004; Kanakubo et al., 2015; Zafalon et al., 2020). Com isto, fica evidenciado que são necessários estudos e pesquisas sobre a influência desses ingredientes no metabolismo dos animais, para que seu uso possa ser seguro quando empregados em maiores quantidades nas formulações.

Dessa forma, esse estudo objetivou avaliar o efeito da substituição de farinha de vísceras de frango por concentrado proteico de soja, glúten de milho e glúten de trigo sobre os parâmetros do processo de extrusão, formação dos *kibbles*, palatabilidade,

digestibilidade aparente dos nutrientes, produtos de fermentação nas fezes, balanço de nitrogênio, balanço hídrico e características da urina de gatos.

## 6. CONCLUSÃO

As proteínas vegetais contribuem com a extrusão e formação dos *kibbles*, aumentando a transferência de energia mecânica específica e causando maior expansão, especialmente o concentrado proteico de soja. Os glútenos de trigo e de milho apresentaram digestibilidade da proteína mais altos que a proteína de origem animal empregada no estudo. O concentrado proteico de soja apresentou digestibilidade proteica semelhante a farinha de vísceras de frango, porém induziu uma maior fermentação no cólon, sendo sugerido para formulações suplementadas em fibra. As proteínas vegetais também modificaram as características urinárias. O glúten de milho promoveu acidificação, enquanto o concentrado proteico de soja alcalinizou a urina dos felinos, além disso interferiram no balanço hídrico dos animais. Em relação a palatabilidade, com exceção ao glúten de milho, as fontes vegetais mostraram-se menos palatáveis que a farinha de vísceras de frango empregada no estudo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABINPET (2019) Manual Pet Food Brasil. 568 p.

ABINPET (2022) Mercado pet Brasil. Disponível em: <<https://abinpet.org.br/dadosde-mercado>> . Acesso em março de 2023

Acuff HL, Dainton NA, Dhakal J, Kiprotich, S, Aldrich G (2021) Sustainability and Pet Food: Is There a Role for Veterinarians? **Veterinary Clinics of North America – Small Animal Practice** 51:563–581. doi:10.1016/j.cvsm.2021.01.010

Alexander P, Berri A, Moran D, Reay D (2020) Rounsevell, M. D. A. The global environmental paw print of pet food. **Global Environmental Change** 65: 102153, 2020.

Allen TA, Kruger JM (2000) Feline lower urinary tract disease. In: Hand MS, Tatcher CD, Remillard RL and Roudebush P (4th ed) **Small Animal Clinical Nutrition**. Missouri: Mark Morris Institute 689-724

Anderson RS (1982) Water balance in the dog and cat. **Journal of Small Animal Practice** 588–598.

AOAC (2010) Official methods of analysis (18th Ed.) Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Apper-Bossard E, Feneuil A, Wagner A, Respondek F (2013) Use of vital wheat gluten in aquaculture feeds. **Aquatic Biosystems** 9:21-34. doi: 10.1186/2046-9063-9-21

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS (2010) Official Publication 2010. Association of American Feed Control Officials, Atlanta.

Badri DV, Jackson MI, Jewell DE (2021) Dietary protein and carbohydrate levels affect the gut microbiota and clinical assessment in healthy adult cats. **The Journal of Nutrition** 151: 3637-3650.

Bordoloi R, Ganguly S (2014) Extrusion technique in food processing and a review on its various technological parameters. **Indian Journal of Science and Technology** 2:1-3.

Brunetto MA, De Souza DF, Fernandes JP, De Oliveira LD (2011) Emprego Da Soja E Seus Derivados Na Alimentação De Cães E Gatos. 1–18

Buffington CAT, Chew DJ (1999). Diet therapy in cats with lower urinary tract disorders. **Veterinary Medicine** 94: 626-630.

Burger IH, Anderson RS, Holme DW (1980) Nutritional factors affecting water balance in the dog and cat. In: Anderson RS **Nutrition of the dog and cat**. Oxford: Pergamon Press.

Camire ME (2000) Chemical and nutritional changes in food during extrusion. In: Riaz MR (Ed.) **Extruders in food applications**. Boca Raton: CRC Press.

Carciofi AC (2008) Fontes de proteína e carboidratos para cães e gatos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37:28–41.

Carciofi AC, Bazolli RS, Zanni A, Kihara LRL, Prada F (2005) Influence of water content and the digestibility of pet foods on the water balance of cats. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science** 42:429–434.

Carciofi AC, De-Oliveira LD, Valério AG, Borges LL, De Carvalho FM, Brunetto MA, Vasconcellos RS (2009) Comparison of micronized whole soybeans to common protein sources in dry dog and cat diets. **Animal Feed Science and Technology** 151:251–260.33

Carciofi AC, Pontieri R, Ferreira CF, Prada F (2006) Avaliação de dietas com diferentes fontes protéicas para cães adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 35:754–760.

Carciofi AC, Takakura FS, De-Oliveira LD, Teshima E, Jeremias JT, Brunetto MA, Prada F (2008) Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and postprandial glucose and insulin response. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition** 92:326–336.

Case LP, Daristotle L, Hayek MG, Raasch MF (2011) Canine and Feline Nutrition: A resource for Companion Animal Professionals. Missouri: Elsevier 562p.

Cavalari APDM, Donzele JL, Viana JA, De Abreu MLT, De Oliveira ALS, De Freitas LS, Pereira AA, Carciofi AC (2006) Determinação do valor nutritivo de alimentos energéticos e protéicos utilizados em rações para cães adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35:1985–1991.

COON CN, LESKE KL, AKAVANICHAN O, CHENG TK (1990) Effect of oligosaccharide-free soybean meal on true metabolizable energy and fiber digestion in adult roosters. **Poultry science** 69:787–793.

Day L (2011) Wheat gluten: production, properties and application. Woodhead Publishing Limited, 267–288p.

Dobenecker B, Webel A, Reese S, Kienzle E (2018) Effect of a high phosphorus diet on indicators of renal health in cats. **Journal of Feline Medicine and Surgery** 20:339–343.

Dodd SAS, Cave NJ, Adolphe JL, Shoveller AK, Verbrugghe A (2019) Plant-based (vegan) diets for pets: A survey of pet owner attitudes and feeding practices. **PLoS One** 14:1–19.

Donadelli RA, Aldrich CG, Jones CK, Beyer RS (2019) The amino acid composition and protein quality of various egg, poultry meal by-products, and vegetable proteins used in the production of dog and cat diets. **Poultry Science** 98:1371–1378. doi:10.3382/ps/pey462

Dozier WA, Dale NM, Dove CR (2003) Nutrient Composition of Feed-Grade and PetFood-Grade Poultry By-Product Meal. **Journal of Applied Poultry Research** 12:526– 530. doi:10.1093/japrr/12.4.526.

Draganovic V, Van der Goot AJ, Boom R, Jonkers J (2011) Assessment of the effects of fish meal, wheat gluten, soy protein concentrate and feed moisture on extruder system parameters and the technical quality of fish feed. **Animal Feed Science and Technology**, 165: 238-250.

Draganovic, V, Van der Goot, AJ, Boom R, Jonkers J (2013) Wheat gluten in extruded fish feed: effects on morphology and on physical and functional properties. **Aquaculture Nutrition** 19: 845-859.

Erwin ES, Marco GJ, Emery EM (1961) Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science** 44:1768-1771.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO (2020) The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets. Rome, FAO.

FEDIAF - European Pet Food Industry Federation (2021) Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs. Bruxelles: FEDIAF.34

Félix AP (2011) **Avaliação nutricional de derivados protéicos de soja para cães**. 168 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal Do Paraná.

Félix AP, Carvalho MP, Alarça LG, Brito CBM, Oliveira SG, Maiorka A (2012) Effects of the inclusion of carbohydrases and different soybean meals in the diet on palatability, digestibility and faecal characteristics in dogs. **Animal Feed Science and Technology** 174:182–189.

Félix AP, Rivera NLM, Sabchuk TT, Lima DC, Oliveira SG, Maiorka A (2013) The effect of soy oligosaccharide extraction on diet digestibility, faecal characteristics, and intestinal gas production in dogs. **Animal Feed Science and Technology** 184:86–93. doi:10.1016/j.anifeedsci.2013.05.013

Fellows PJ (2002) Food processing technology: principles and practice. Woodhead publishing, p 483-500.

Feroli PCM, Fiod Neto M, Casarotto Filho N, Castro JEE (2000) Fábricas de subprodutos de origem animal: a importância do balanceamento das cargas dos digestores de vísceras. **Production** 10:05-20.

Flint HJ, Duncan SH, Scott KP, Louis P (2015). Links between diet, gut microbiota composition and gut metabolism. **Proceedings of the Nutrition Society** 74: 13-22.

Forrester SD, Kruger JM, Allen TA (2010) Feline lower urinary tract diseases. Small animal clinical nutrition (5th Ed.) Topeka, Kan: Mark Morris Institute.

Forrester SD, Roudebush P (2007) Evidence-based management of feline lower urinary tract disease. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice** 37: 533-558.

Funaba M, Matsumoto C, Matsuki K, Gotoh K, Kaneko M, Iriki T, Hatano Y, Abe M (2002) Comparison of corn gluten meal and meat meal as a protein source in dry foods formulated for cats. **American Journal of Veterinary Research** 63:1247–1251.

Funaba M, Oka Y, Kobayashi S, Kaneko M, Yamamoto H, Namikawa K, Iriki T, Hatano Y, Abe M (2005) Evaluation of meat meal, chicken meal, and corn gluten meal as dietary sources of protein in dry cat food. **Canadian Journal of Veterinary Research** 69:299–304.

Funaba M, Tanaka T, Kaneko M, Iriki T, Hatano Y, Abe M (2001) Fish Meal vs. Corn Gluten Meal as a Protein Source for Dry Cat Food. **Journal of Veterinary Medical Science** 63:1355–1357.

Garcia CA, Loureiro BA, Peres FM, Goloni C, Di Santo LG, Mendonça FS, Carciofi AC (2020) Effects of crude protein and sodium intake on water turnover in cats fed extruded diets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition** 105: 95-105, 2021.

Golder C, Weemhoff JL, Jewell DE (2020) Cats have increased protein digestibility as compared to dogs and improve their ability to absorb protein as dietary protein intake shifts from animal to plant sources. **Animals** 10:1–11.

Gray CM, Sellon RK, Freeman LM (2004) Nutritional adequacy of two vegan diets for cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 225:1670–1675.

Guy R (2001) Raw materials for extrusion cooking. In Guy R (Ed.) **Extrusion cooking: technologies and applications**, Cambridge: Woodhead Publishing Ltd

Hall JA, Vondran JC, Vanchina MA, Jewell DE (2018) When fed foods with similar palatability, healthy adult dogs and cats choose different macronutrient compositions. **Journal of Experimental Biology** 221: jeb173450.

Hashimoto M, Funaba M, Abe M, Ohshima S (1995) Dietary protein levels affect water intake and urinary excretion of magnesium and phosphorus in laboratory cats. **Experimental animals** 44: 29-35.

Hendrix DL (1993) Rapid extraction and analysis of nonstructural carbohydrates in plant tissues. **Crop Science** 25:1306-1311.

Hervera M, Baucells MD, Blanch F, Castrillo C (2007) Prediction of digestible energy content of extruded dog food by in vitro analyses. **Journal of Animal Nutrition** 91: 205-209

Hooper LV, Gordon JI (2001) Commensal host-bacterial relationships in the gut. **Science** 292: 1115-1118.

Hussein HS, Flickinger EA, Fahey Jr GC (1999) Petfood applications of inulin and oligofructose. **The Journal of Nutrition** 129: 1454S-1456S.

Jeremias JT, Nogueira SP, Brunetto MA, Pereira GT, Loureiro BA, Ferreira CS, Gomes MOS, Carciofi AC (2013) Predictive formulas for food base excess and urine pH estimations of cats. **Animal Feed Science and Technology** 182: 82-92.

Kanakubo K, Fascetti AJ, Larsen JA (2015) Assessment of protein and amino acid concentrations and labeling adequacy of commercial vegetarian diets formulated for dogs and cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association** 247:385–392.

Kawauchi IM (2012) **Valor nutricional e parâmetros de qualidade de subprodutos de origem animal para cães**. 115 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Unesp, Jaboticabal.

Klein BG (2015) **Cunningham: Tratado de Fisiologia Veterinária** (5th Ed.) Brasil, Elsevier.

Laflamme D, Izquierdo O, Eirmann L, Binder S (2014) Myths and misperceptions about ingredients used in commercial pet foods. **Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice** 44:689–698 doi:10.1016/j.cvsm.2014.03.002

Liener IE (1981) Factors affecting the nutritional quality of soya products. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 58:406–415.

Maria APJ, Ayane L, Putarov TC, Loureiro BA, Neto BP, Casagrande MF, Gomes MOS, Glória MBA, Carciofi AC (2017) The effect of age and carbohydrate and protein sources on digestibility, fecal microbiota, fermentation products, fecal IgA, and immunological blood parameters in dogs. **Journal of Animal Science** 95:2452–2466.

Maria APJ, Ayane L, Putarov TC, Loureiro BA, Neto BP, Casagrande MF, Gomes MOS, Glória MBA, Carciofi AC (2017) The effect of age and carbohydrate and protein sources on digestibility, fecal microbiota, fermentation products, fecal IgA, and immunological blood parameters in dogs. **Journal of animal science** 95: 2452-2466.

Markwell PJ, Buffington CT, Smith BHE (1998) The Effect of Diet on Lower Urinary Tract Diseases in Cats. **The Journal of Nutrition** 128:2753S-2757S.

Mendonça FS, Pedreira RS, Loureiro BA, Putarov TC, Monti M, Carciofi AC (2018) Hydroxyproline and starch consumption and urinary supersaturation with calcium oxalate in cats. **Animal Feed Science and Technology** 246:72-81, doi:10.1016/j.anifeedsci.2018.10.001

Miller GL (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry** 31:426-428.

Miltenburg TZ (2021) **Propriedades nutricionais e funcionais de farinha de vísceras de aves obtida por hidrólise enzimática na dieta de gatos**. 90 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá.

Mondo E, Marliani G, Accorsi PA, Cocchi M, Di Leone A (2019) Role of gut microbiota in dog and cat's health and diseases. **Open Veterinary Journal** 9: 253-258.

Moraru CI, Kokini JL (2003). Nucleation and expansion during extrusion and microwave heating of cereal foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety** 2, 147-165. doi: 10.1111/j.1541-4337.2003.tb00020.x

MOS, Carciofi AC (2013) Predictive formulas for food base excess and urine pH estimations of cats. **Animal Feed Science and Technology** 182:82–92. doi:10.1016/j.anifeedsci.2013.04.003

Moscicki L, Wójtowicz A (2011) Raw materials in the production of extrudates. In L. Moscicki (Ed.) **Extrusion-cooking techniques: applications, theory and sustainability**, Weinheim: Wiley.

Murray SM, Patil AR, Fahey GC, Merchen NR, Hughes DM (1998) Raw and rendered animal by-products as ingredients in dog diets. **Journal of Nutrition** 128:2497–2505.

Neish A (2009) Microbes in Gastrointestinal Health and Disease. **Gastroenterology** 136: 65-80.

Nelson DL, Cox MM (2014). Oxidação de aminoácidos e produção de ureia. In: Nelson DL, Cox MM (6th ed) **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. Porto Alegre: Artmed, p. 695-730.

Nery J, Biourge V, Tournier C, Leray V, Martin L, Dumon H, Nguyen P (2010) Influence of dietary protein content and source on fecal quality, electrolyte concentrations, and osmolarity, and digestibility in dogs differing in body size. **Journal of Animal Science** 88:159–169.

Okin GS (2017) Environmental impacts of food consumption by dogs and cats. **PLoS One** 12: e0181301.

Pekel AY, Mülazımoğlu SB, Acar N (2020) Taste preferences and diet palatability in cats. **Journal of Applied Animal Research** 48: 281-292.

Peres FM (2018) **Fontes proteicas de origem vegetal sobre o processo de extrusão e a digestibilidade aparente de dietas para cães**. 72 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Unesp, Jaboticabal.

Pilla R, Suchodolski JS (2021) The gut microbiome of dogs and cats, and the influence of diet. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, 51: 605-621.

Poore J, Nemecek T (2018) Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. **Science** 360: 987-992.

Pryce JD (1969) A modification of the Barker-Summerson method for the determination of lactic acid. **Analist** 94: 1121-1151.

Rausch KD, Belyea RL (2006) The future of coproducts from corn processing. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 128:47–86.

Reche JR, A, Pimenta, MM (2015) Alimentação de Gatos: necessidades nutricionais do carnívoro. Informativo Científico **Farmina Vet Research**.

Reece WO (2006) *Dukes: fisiologia dos animais domésticos (12th Ed.)* São Paulo, Guanabara.

Riaz MN (2000) *Extruders in food applications*, Boca Raton: CRC Press.

Riaz MN (2011) *Texturized vegetable proteins*. Woodhead Publishing Limited p. 395-418.

Ribeiro LB, Bankuti FI, Da Silva MU, Ribeiro PM, Silva JM, Sato J, Bortolo M, Vasconcellos RS (2019) Oxidative stability and nutritional quality of poultry by product meal: An approach from the raw material to the finished product. **Animal Feed Science and Technology** 255:114226. doi:10.1016/j.anifeedsci.2019.114226

Rodríguez C, Saborido N, Ródenas J, Polo J (2016) Effects of spray-dried animal plasma on food intake and apparent nutrient digestibility by cats when added to a wet pet food recipe. **Animal Feed Science and Technology** 216:243–250. doi:10.1016/j.anifeedsci.2016.03.026

Rokey JG (1994) Petfood and fishfood extrusion. In N. D. Frame (Ed.) **The technology of extrusion cooking**, London: Blackie Academic & Professional.

Rokey JG (2000) Single-screw extruders. In M. R. Riaz (Ed.) **Extruders in food applications**, Lancaster: Technomic Publishing.

Rosentrater KA, Evers AD (2017) Wet milling: separating starch, gluten (protein) and fibre. In: Rosentrater KA, Evers AD (5th Ed.) **Kent's technology of cereals: an introduction for students of food science and agriculture** (5th Ed.) Oxford: Woodhead Publishing.

Rostagno HS (2011) Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa p. 252.

Sá FC, Vasconcellos RS, Brunetto MA, Filho FOR, Gomes MOS, Carciofi AC (2013) Enzyme use in *kibble* diets formulated with wheat bran for dogs: Effects on processing and digestibility. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition** 97:51–59.

Salaun F, Blanchard G, Le Pailh L, Roberti F, Nicéron C (2017) Impact of macronutrient composition and palatability in wet diets on food selection in cats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition** 101: 320-328.

Souza DF (2013) **Soja crua em dietas extrusadas para gatos**. 81 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Unesp, Jaboticabal.

Su B, Martens P (2018) Environmental impacts of food consumption by companion dogs and cats in Japan. **Ecological Indicators** 93:1043-1049.

Su B, Martens P, Enders-Slegers MA (2018) neglected predictor of environmental damage: The ecological paw print and carbon emissions of food consumption by companion dogs and cats in China. **Journal of Cleaner Production** 194:1-11.

Swanson KS, Carter RA, Yount TP, Aretz J, Buff PR (2013) Nutritional sustainability of pet foods. **Advances in Nutrition** 4:141–150.

Swanson KS, Grieshop CM, Flickinger EA, Bauer LL, Healy HP, Dawson KA, Merchen NR, Fahey Jr GC (2002) Supplemental fructooligosaccharides and mannanoligosaccharides influence immune function, ileal and total tract nutrient digestibilities, microbial populations and concentrations of protein catabolites in the large bowel of dogs. **The Journal of Nutrition** 132: 980-989.

Thrane M, Paulsen PV, Orcutt MW, Krieger TM (2017) Soy Protein: Impacts, production and applications. In: Nadathur SR, Wanasundara JPD, Scanlin L (Ed.) **Sustainable protein sources**. Academic Press

Tilman D, Balzer, C, Hill, J, Befort, BI (2011) Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **Proceedings of the national academy of sciences** 108: 20260-20264.

Vale SR, Glória MBA (1997) Determination of biogenic amines in cheese. **Journal of AOAC International** 80: 1006-1012.

Venturini KS, Sarcinelli MF, Baller MA, Putarov TC, Malheiros EB, Carciofi AC (2018) Processing traits and digestibility of extruded dog foods with soy protein concentrate. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition** 102:1077–1087.

Vieira PF (1980) **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. 98 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

WAEL MK (2012) Clinical Survey and Selection of Therapeutic Approach for Emergent Feline Urological Syndrome. **Life Science Journal** 9: 151-156.

Wellman ML, Dibartola SP, Kohn CW (2012) Applied physiology of body fluids in dogs and cats. In: DiBartola SP (4th ed.) **Fluid, electrolyte and acid-base disorders in small animal practice**. Missouri: Elsevier Saunders.

Wieser H (2007) Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology** 24:115–119.

Yamka RM, Harmon DL, Schoenherr WD, Khoo C, Gross KL, Davidson SJ, Joshi DK (2006) In vivo measurement of flatulence and nutrient digestibility in dogs fed poultry by-product meal, conventional soybean meal, and low-oligosaccharide low-phytate soybean meal. **American Journal of Veterinary Research** 67:88–94.

Yamka RM, Jamikorn U, True AD, Harmon DL (2003) Evaluation of soyabean meal as a protein source in canine foods. **Animal Feed Science and Technology** 109:121–132.

Yamka RM, Kitts SE, True AD, Harmon DL (2004) Evaluation of maize gluten meal as a protein source in canine foods. **Animal Feed Science and Technology** 116:239–248.

Zafalon RVA, Risolia LW, Vendramini THA, Rodrigues RBA, Pedrinelli V, Teixeira FA, Rentas MF, Perini MP, Alvarenga IC, Brunetto MA (2020) Nutritional inadequacies in commercial vegan foods for dogs and cats. **PLoS One** 15:1–17.

Zaghini G, Biagi G (2005) Nutritional peculiarities and diet palatability in the cat. **Veterinary Research Communications** 29: 39-44.

Zanoto DL, Bellaver C (1996) Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. Comunicado Técnico, EMBRAPA.

Zarei A, Mohammadi M, Hemmati B (2014) Metabolizable energy and chemical composition of poultry by-product meal. **Iranian Journal of Applied Animal Science** 4:849–853.

Zentek J, Marquart B, Pietrzak T, Ballèvre B, Rochat F (2003) Dietary effects on bifidobacteria and *Clostridium perfringens* in the canine intestinal tract. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition** 87: 397–407.

ZENTEK J, SCHULZ A (2004) Urinary composition of cats affected by the source of dietary protein. **Journal of Nutrition** 134: 2162-2165.

Zoran DL (2002) The carnivore connection to nutrition in cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association** 221:1559–1567.