

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta
tese será disponibilizado somente
a partir de 22/05/2027

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**IMPLICAÇÕES DO ÁCIDO FOSFÓRICO COMO
ACIDIFICANTE URINÁRIO PARA A SAÚDE RENAL,
METABOLISMO ÓSSEO E SATURAÇÃO DA URINA EM
GATOS E ALTERAÇÕES METABÓLICAS E DE
MICROBIOTA NO ENVELHECIMENTO DE GATOS**

**Maria Eduarda Gonçalves Tozato
Médica Veterinária**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**IMPLICAÇÕES DO ÁCIDO FOSFÓRICO COMO
ACIDIFICANTE URINÁRIO PARA A SAÚDE RENAL,
METABOLISMO ÓSSEO E SATURAÇÃO DA URINA EM
GATOS E ALTERAÇÕES METABÓLICAS E DE
MICROBIOTA NO ENVELHECIMENTO DE GATOS**

Discente: Maria Eduarda Gonçalves Tozato

Orientador: Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutora em Ciências Veterinárias.

T757i

Tozato, Maria Eduarda Gonçalves

Implicações do ácido fosfórico como acidificante urinário para a saúde renal, metabolismo ósseo e saturação da urina em gatos e alterações metabólicas e de microbiota no envelhecimento de gatos : Implicações do ácido fosfórico como acidificante urinário para a saúde renal, metabolismo ósseo e saturação da urina em gatos / Maria Eduarda Gonçalves Tozato. -- Jaboticabal, 2026
67 p. : tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Aulus Cavalieri Carciofi

1. Nutrição animal. 2. Fósforo na nutrição animal. 3. Gatos. 4. Aparelho urinário. 5. Ecologia microbiana. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: IMPLICAÇÕES DO ÁCIDO FOSFÓRICO COMO ACIDIFICANTE URINÁRIO PARA A SAÚDE RENAL, METABOLISMO ÓSSEO E SATURAÇÃO DA URINA EM GATOS E ALTERAÇÕES METABÓLICAS E DE MICROBIOTA NO ENVELHECIMENTO DE GATOS

AUTORA: MARIA EDUARDA GONÇALVES TOZATO

ORIENTADOR: AULUS CAVALIERI CARCIOFI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Ciências Veterinárias, área: Saúde Animal pela Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **AULUS CAVALIERI CARCIOFI**
Data: 25/05/2026 17:39:56-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

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

Documento assinado digitalmente
 **FERNANDA CHICHARO CHACAR**
Data: 25/05/2026 16:05:25-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. FERNANDA CHICHARO CHACAR (Participação Virtual)
Departamento de Clínica Médica / FMVZ USP São Paulo/SP

Documento assinado digitalmente
 **ANNELISE CARLA CAMPESI DOS SANTOS**
Data: 28/05/2026 11:44:49-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. ANNELISE CARLA CAMPESI DOS SANTOS (Participação Presencial)
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / UNESP / Câmpus de Jaboticabal - FCAV

Assinado por: **Ana Luísa Guimarães Dias Lourenço**
Num. de identificação: 08933906
Data: 2026.05.27 07:03:31+01'00'

Profa. Dra. ANA LUISA GUIMARÃES DIAS LOURENÇO (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / Universidade de Trás-os-Montes e Alto D Ouro

Documento assinado digitalmente
 **DANUTA PULZ DOICHE**
Data: 27/05/2026 09:11:38-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. DANUTA PULZ DOICHE (Participação Presencial)
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / UNESP / Câmpus de Jaboticabal - FCAV

Jaboticabal, 22 de maio de 2026.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Maria Eduarda Gonçalves Tozato nasceu em Sertãozinho – SP, no ano de 1992. Ingressou no curso de Medicina Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Câmpus de Jaboticabal, em 2012, concluindo a graduação em fevereiro de 2017. Durante esse período, participou dos projetos de extensão GEPA e SECITAP, atuou como monitora da disciplina de Nutrição de Cães e Gatos e desenvolveu dois projetos de iniciação científica com apoio da FAPESP. Em 2017 trabalhou como promotora de vendas na empresa Premier Pet. Entre 2018 e 2020, realizou o Programa de Residência Profissional em Medicina Veterinária, com ênfase em Nutrição e Nutrição Clínica de Cães e Gatos, na Unesp – Jaboticabal. De 2020 a 2022, cursou o mestrado em Medicina Veterinária, na área de Clínica Médica Veterinária, com foco em Nutrição de Cães e Gatos, na mesma instituição. Desde 2023, atua como monitora do grupo de estudos de Medicina Felina da Unesp (GEFEL)–Jaboticabal. Em 2025, realizou um estágio de pesquisa no exterior (BEPE), na Universidade de Córdoba, Espanha, com financiamento da FAPESP. Atualmente, está em fase de conclusão do doutorado em Ciências Veterinárias.

“O que realmente importa na vida é o que se faz com o tempo que nos é dado”.

J.R.R. Tolkien

Dedico

À minha avó, Leonor Emília Cherubim (*in memoriam*), que não pôde cursar uma universidade, mas tanto aprendeu com a vida. Com sua sabedoria e coragem, seguirá para sempre me inspirando a buscar o melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à FAPESP (2023/06608-2) pela bolsa de doutorado e BEPE (2024/19736-1) pela minha bolsa de doutorado. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pela bolsa de doutorado nos primeiros meses.

À EveryCat Health Foundation e à Premier Pet pelo auxílio na realização destes estudos. À MBRF Pet e Ingredientes e à Adimax pelo suporte ao laboratório.

Agradeço a Deus e aos meus guias por me iluminarem e me protegerem durante toda essa jornada, e pela imensa oportunidade que tive. Fui muito feliz durante todos esses anos e realizei sonhos.

Ao Prof. Aulus Cavalieri Carciofi, agradeço eternamente por ter me aberto as portas da nutrição e de tantas outras oportunidades na vida, e pela confiança depositada em mim ao longo de todos esses anos.

Aos membros da banca, Prof.^a Fernanda Chicharo e Prof.^a Ana Luisa Lourenço, profissionais que admiro profundamente, agradeço pelo tempo, dedicação e valiosas contribuições ao meu trabalho. À Prof.^a Danuta Doiche, por toda a ajuda na condução deste projeto, e à Prof.^a Anelise Carla Camplesi, presente desde o meu TCC e tão importante na minha trajetória acadêmica. Muito obrigada a todas.

Aos tutores dos gatinhos idosos do experimento, que confiaram seus animais a mim, sou muito grata.

Aos profissionais que me ajudaram nesse processo e são inspirações: Juliana Jeremias, Fernanda Mendonça, Fábio Teixeira e Mariana Porsani.

À Cintia Fuscaldi, Priscila Rizelo, Vincent Biourge, da Royal Canin pelo apoio nesse estudo.

À minha equipe de estudo — Stephanie, Júlia, Ticiane, Jhennifer, Ariel, Cecília, Eloise, Kellen e Marcos — e aos funcionários do laboratório — Kelly, Diego, Elaine, Claudia e Lucas. Sem vocês, nada disso seria possível. Eu e os oito gatinhos somos muito gratos.

À minha orientadora da BEPE, Carmen Pineda, da Universidade de Córdoba, pela paciência em me receber e pelo auxílio no presente trabalho. À técnica veterinária Bárbara Conceição, que me acolheu em sua família e será uma grande amiga para sempre.

A todos os estagiários do LabNutri e ao grupo GEFEL, que foram parte essencial da minha pós-graduação. Um agradecimento especial àqueles que ficarão para sempre no meu coração: Letícia Araujo, Cecília Souza, Maria Elídia Natalio e Pablo Cunha.

À minha aluna de iniciação científica, Júlia Lavandoski, obrigada pela dedicação, pelo carinho com os animais e por contribuir para que realizássemos o melhor trabalho

possível. Você foi fundamental para o experimento, além de ter sido muito importante para mim.

Às minhas companheiras de pós-graduação: Ariel, Jhennifer e Ticiane, obrigada por todos os desabafos, pelas ajudas nas coletas e por fazerem tudo ficar mais leve. Levarei a amizade de vocês por toda a vida. Ao Marcos Vinícius, obrigada por ser um ombro amigo no lab; você foi muito importante.

Aos meus pais, Ana Paula Gonçalves Tozato e Eder Tozato, e ao meu irmão, Gabriel Tozato: talvez nem sempre tenham compreendido plenamente o meu propósito, mas nunca deixaram de me incentivar e me guiar até aqui.

À minha amada avó, Derci Tozato, com todo meu amor e gratidão.

À minha amiga e professora Stephanie Theodoro, obrigada por estar comigo em cada etapa, segurando minha mão para que eu não caísse e me incentivando a seguir. Não há ninguém que tenha acompanhado tanto um trabalho, desde o pedido da bolsa até cada dificuldade com cada análise, com cada resultado. Como amiga e profissional, este trabalho verdadeiramente também é seu.

Agradeço igualmente à tia Isabel Theodoro, por cuidar de nós duas com tanto carinho, mesmo à distância.

Ao meu noivo, Murilo Albertin dos Reis, obrigada por ser meu melhor amigo, por entender e me ajudar em tantos finais de semana de trabalho, me incentivando, apoiando e dando a força e o amor que eu precisava para continuar. Agradeço também a seus pais, Deborah Albertin dos Reis e João dos Reis, que se tornaram minha família também e me ajudaram nessa caminhada.

Às minhas amadas cachorras, que foram minha companhia por todos esses anos: Nala (*in memorian*), Kiara (*in memorian*), Capitu (*in memorian*) e os que são meus de coração (Milu e Whisky). Azeitona, minha herança mais valiosa do lab. E, em especial, a minha Amorzinha (*in memorian*), que esteve comigo por grande parte do trajeto; ter sua patinha para segurar renovava minhas energias.

Por fim, e não menos importantes, aos oito gatinhos que fizeram parte deste estudo: Frida, Crepúsculo, Chope, Coquetel, Tom, Mia, Milk e Pitica, minha eterna gratidão.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	
2.1 Ácido fosfórico e possíveis implicações na saúde renal.....	4
2.2 Envelhecimento em felinos.....	10
REFERÊNCIAS.....	13
 CAPÍTULO 2 – IMPLICATIONS OF PHOSPHORIC ACID AS A URINARY ACIDIFIER FOR RENAL HEALTH, BONE METABOLISM, AND URINE SATURATION IN CATS.....	 19
 CAPÍTULO 3 - SARCOPENIA IN OLD CATS IS ASSOCIATED WITH REDUCED COBALAMIN AND FOLATE, AND POPULATION SHIFTS IN FECAL MICROBIOTA.....	 49
 CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	 66



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 **"Implicações do ácido fosfórico para a saúde renal e supersaturação da urina para estruvita e oxalato de cálcio em gatos"**, protocolo nº 4218/22, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Aulus Cavalieri 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 06 de julho de 2022.

Vigência do Projeto	01/12/2022 a 01/10/2023
Espécie / Linhagem	Gatos / SRD
Nº de animais	12
Peso / Idade	~ 4kg / 1 a 6 anos
Sexo	Fêmeas e machos
Origem	Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e gatos "Prof. Dr. Flávio Prada"

Jaboticabal, 06 de julho de 2022.

Fabiana Pilarski
Profª Drª Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

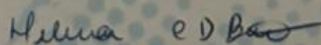
CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **"Avaliação de parâmetros sanguíneos e fecais durante o envelhecimento de gatos"**, protocolo nº 792/2024, sob a responsabilidade do Prof. Dr. AULUS CAVALIERI 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 20 de março de 2024.

Vigência do Projeto	01/04/2024 a 01/03/2025
Espécie / Linhagem	Gatos SRD
Nº de animais	40
Peso / Idade	~ 4 kg/1 a 6 anos
Sexo	Fêmeas e Machos
Origem	Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos "Prof. Dr. Flávio Prada" (FCAV/Unesp Jaboticabal)

Jaboticabal, 20 de março de 2024.

**Dr.^a Helena Cristina Delgado Brito**
Coordenadora – CEUA

RESUMO - O aumento de felinos como animais de estimação impulsiona a busca por estratégias nutricionais que promovam maior qualidade de vida e longevidade. Nesse contexto, foram conduzidos dois experimentos. O primeiro avaliou o ácido fosfórico (AF), amplamente utilizado como acidificante urinário, embora haja pouca informação sobre sua segurança. O estudo investigou seus efeitos sobre parâmetros urinários, metabolismo mineral, função renal e turnover ósseo em gatos. Oito gatos saudáveis foram avaliados em delineamento em quadrado latino 4×4 com quatro dietas por 31 dias: controle, AF (0,80%), cloreto de amônio (CA; 0,75%) e farinha de carne e ossos (FCO; 6,7%). Foram analisados parâmetros urinários, digestibilidade, balanço hídrico, biomarcadores renais e metabolismo mineral. As dietas com AF e CA reduziram o pH urinário ($\approx 6,4$; $P < 0,001$), diminuindo a supersaturação para estruvita ($P < 0,05$), sem diferenças na digestibilidade ou no balanço hídrico. A dieta FCO apresentou maior excreção fecal de Ca e P ($P < 0,05$). A dieta com AF promoveu maior excreção renal e aumento pós-prandial de P sérico ($P < 0,05$), enquanto o CA elevou o Ca urinário e a supersaturação para oxalato de cálcio. Apesar disso, PTH, FGF-23, creatinina, SDMA e ultrassonografia permaneceram dentro da normalidade. O AF, fornecendo cerca de 1 g de P/1000 kcal, acidificou a urina e reduziu o risco de estruvita, sem efeitos fisiológicos observados no curto prazo. O segundo estudo avaliou a condição corporal e muscular, biomarcadores séricos, marcadores fecais e microbiota em gatos de diferentes idades. Trinta e seis gatos foram distribuídos em grupos jovem, adulto e idoso e alimentados por 60 dias. Gatos idosos apresentaram menor condição corporal e menores concentrações de albumina, folato e cobalamina ($P < 0,05$), sem diferenças em serum amiloide A, creatinina ou ALT. Gatos jovens apresentaram maior IgA fecal ($P < 0,05$), sem diferença na calprotectina. Gatos idosos apresentaram menor abundância de *Fecalibacterium*, *Bacteroides* e *Bifidobacterium* e aumento de *Turicibacter* e *Streptococcus* ($P < 0,05$), embora o índice de disbiose tenha permanecido estável ($P > 0,05$). Esses achados sugerem que alterações nutricionais e microbianas precedem sinais clínicos, destacando a importância do monitoramento de vitaminas do complexo B e de estratégias nutricionais no envelhecimento de felinos.

Palavras-chave: saúde renal, felinos, urolitíase, acidificação urinária, envelhecimento, índice de disbiose

ABSTRACT - The increase in the number of cats as pets drives the search for nutritional strategies that promote greater quality of life and longevity. In this context, two experiments were conducted. The first evaluated phosphoric acid (PA), widely used as a urinary acidifier, although there is little information about its safety. The study investigated its effects on urinary parameters, mineral metabolism, renal function and bone turnover in cats. Eight healthy cats were evaluated in a 4×4 Latin square design, fed with four diets for 31 days: control, PA (0.80%), ammonium chloride (AC; 0.75%) and meat and bone meal (MBM; 6.7%). Urinary parameters, digestibility, water balance, renal biomarkers and mineral metabolism were analyzed. Diets with PA and AC reduced urinary pH (≈ 6.4 ; $P < 0.001$), decreasing supersaturation for struvite ($P < 0.05$), with no differences in digestibility or water balance. The MBM diet promoted higher fecal excretion of Ca and P ($P < 0.05$). The PA diet promoted greater renal excretion and a postprandial increase in serum P ($P < 0.05$), while AC increased urinary Ca and calcium oxalate supersaturation. Despite this, PTH, FGF-23, creatinine, SDMA and ultrasonography remained with no alterations. PA, providing about 1 g of P/1000 kcal, acidified the urine and reduced the risk of struvite, without detectable physiological effects in the short term. The second study evaluated body and muscle condition, serum biomarkers, fecal markers and microbiota in cats of different ages. Thirty-six cats were distributed into young, adult and elderly groups and fed for 60 days. Elderly cats showed lower muscle mass condition and lower concentrations of albumin, folate and cobalamin ($P < 0.05$), with no differences in serum amyloid A, creatinine or ALT. Young cats showed higher fecal IgA ($P < 0.05$), with no difference in calprotectin. Old cats presented reduced abundance of *Fecalibacterium*, *Bacteroides*, and *Bifidobacterium*, and increased *Turicibacter* and *Streptococcus* ($P < 0.05$), while the dysbiosis index remained stable. These findings suggest that nutritional and microbial alterations precede clinical signs, highlighting the importance of monitoring B-complex vitamins and nutritional strategies for healthy aging.

Keywords: renal health, cats, urolithiasis, urinary acidification, aging, dysbiosis index

LISTA DE ABREVIATURAS

AAFCO: Association of American Feed Control Officials

AC: Ammonium chloride

BW: Body weight

Ca: Calcium

Ca:P: Calcium phosphorus ratio

CKD: Chronic kidney disease

CON: Control

CP: Crude protein

CTX: CrossLaps

DM: Dry matter

EM: Metabolizable energy

FEDIAF: European pet food industry federation

FGF-23: Fibroblast growth factor 23

HB: Hemoglobin

IRIS: International Renal Interest Society

Ip: Inorganic phosphate sources

Kcal: Kilocalories

L: liter

Min: Minutes

MBM: Meat and Bone Meal

OM: Organic matter

OxCa: Calcium oxalate

P: Phosphorus

PA: Phosphoric acid

PTH: Parathyroid hormone

RSS: Relative urine supersaturation

SAA: Serum amyloid A

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

TABELA 1. Ingredient composition (% , as-fed basis)	26
TABELA 2. Analyzed chemical composition of the experimental diets for cats (% , as-fed basis)	32
TABELA 3. Body weight, dry matter intake, total tract apparent digestibility of nutrients and energy, and fecal characteristics of cats fed the experimental.....	33
TABELA 4. Phosphorus intake, fecal excretion, absorption, renal excretion and retention (absolute and percentage) in cats fed the experimental diets.....	33
TABELA 5. Urine characteristics and water balance of cats fed the experimental diets.....	34
TABELA 6. Chemical composition and relative supersaturation of urine for calcium oxalate and struvite in cats fed experimental diets.....	35
TABELA 7. Parameters of renal health and calcium and phosphorus metabolism measured before (Day 0) and after 30 days of experimental diet intake, and in fasted (0 h) and fed (6 h) states.....	36
TABELA 8. Venous blood gas and electrolyte parameters in cats measured at baseline (fasted; 0 h) and 6 h after feeding experimental diets.....	38
TABELA 9. Renal ultrasonographic characteristics and renal biomarkers (creatinine and SDMA) by animal and experimental diet ¹	39

CAPÍTULO 3

TABELA 1. Analyzed chemical composition of the final diets (% , as-fed basis).....	54
TABELA 2. Body condition, serum metabolites, and fecal bacteria in cats of different age groups.....	56
TABELA 3. Impact of age on fecal immunoglobulin A (IgA), calprotectin, selected bacterial groups and dysbiosis index.....	58

LISTA DE FIGURAS

(CAPÍTULO 1)

Imagem 1. Homeostase do fósforo em condições fisiológicas normais. Adaptado de: Wang et al. (2020).....7

(CAPÍTULO 2)

Figura 1. B-mode dorsal ultrasound image of the right kidney of a 6-year-old, male, neutered cat. In the image above, there is an increased cortical echogenicity, cortical thickening, and slight irregularity of the renal capsule.....30

(CAPÍTULO 3)

Figura 1. Box-and-whisker plot showing serum cobalamin concentrations in cats from three different age groups. Dashed horizontal lines indicate the reference interval for serum cobalamin (564–1.010 pg/mL).....57

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A presente tese de doutoramento vem apresentar dois estudos independentes, focados em aspectos da nutrição de felinos. No primeiro estudo foi avaliada a segurança e efeitos metabólicos do consumo de ácido fosfórico, fonte solúvel de fósforo empregada como acidificante urinário. Considerando a existência de diversos estudos sobre os perigos potenciais do consumo de fontes de fósforo de elevada solubilidade, o objetivo principal do capítulo foi investigar os efeitos do consumo de ácido fosfórico incluído em quantidade suficiente na dieta para promover acidificação moderada do pH da urina dos gatos mediante o consumo do alimento. Os autores se propuseram a investigar no curto prazo ingestão de fósforo solúvel compatível com o propósito de seu emprego alimentar, estabelecendo assim uma dosagem do composto compatível com seu emprego pela indústria pet food e não dosagem arbitrária, como a empregada em alguns estudos, muitas vezes acima do necessário e efetivamente empregado pela indústria.

O segundo estudo explorou numa população de gatos que variou dos 2 aos 18 anos de idade indicadores metabólicos, inflamatórios, imunes e microbiota fecal, visando identificar o efeito da idade nesses parâmetros. A população de felinos domésticos vem aumentando tornando-se progressivamente mais idosa, em paralelo ao observado na população humana. Felinos idosos apresentam alterações de senectude que incluem sarcopenia, redução do peso corporal, alterações inflamatórias e imunes. Poucos dados existem sobre o impacto do envelhecimento no microbiota fecal de gatos. Verifica-se que estas alterações não se encontram ainda suficientemente caracterizadas e compreendidas. Este conhecimento teria aplicação direta na saúde e bem-estar desta população por favorecer o estabelecimento de estudos mecanísticos e proposições de intervenções alimentares que a pudessem mitigar, favorecendo envelhecimento saudável.

Conclusion

The reduction in body condition score and lean mass reinforces the presence of sarcopenia in senior cats, accompanied by decreased serum concentrations of

albumin, cobalamin, and folate. Alterations in the composition of the fecal microbiota were also observed, further supporting the need for nutritional strategies aimed at promoting microbial community homeostasis, protein synthesis, and adequate vitamin status in aging cats.

Acknowledgements

PremierPet to fund the study, BRF Pet Food, BRF Ingredients, ADM, FAPESP (2023/06608-2).

References

- AAFCO. Official Publication. Champaign: Association of American Feed Control Officials; 2021.
- Abecia L, Hoyles L, Khoo C, Frantz N, McCartney AL. Effects of a novel GOS on the fecal microbiota of inflammatory bowel disease cats during a randomized, double-blind, cross-over feeding study. *Int J Probiotics Prebiotics*. 2010;5:61–68.
- Andrade M, Knight J. Exploring the anatomy and physiology of ageing. Part 4—the renal system. *Nurs Times*. 2008;104:22–23.
- Bellows J, Center S, Daristotle L, Estrada AH, Flickinger EA, Horwitz DF, Lascelles BD, Lepine A, Perea S, Scherk M, Shoveller AK. Aging in cats: common physical and functional changes. *J Feline Med Surg*. 2016;18(7):533–550.
- Benno Y, Nakao H, Uchida K, Mitsuoka T. Impact of the advances in age on the gastrointestinal microflora of beagle dogs. *J Vet Med Sci*. 1992;54:703–706.
- Bermingham EN, Maclean P, Thomas DG, Cave NJ, Young W. Key bacterial families (Clostridiaceae, Erysipelotrichaceae and Bacteroidaceae) are related to the digestion of protein and energy in dogs. *PeerJ*. 2017;5:e3019. doi:10.7717/peerj.3019.
- Bermingham EN, Patterson KA, Shoveller AK, Fraser K, Butowski CF, Thomas DG. Nutritional needs and health outcomes of ageing cats and dogs: Is it time for updated nutrient guidelines? *Anim Front*. 2024;14:5–16.

- Campbell DJ, Rawlings JM, Koelsch S, Wallace J, Strain JJ, Hannigan BM. Age-related differences in parameters of feline immune status. *Vet Immunol Immunopathol.* 2004;100:73–80. doi:10.1016/j.vetimm.2004.03.002.
- Cornetta A, Simpson KW, Strauss-Ayali D, et al. Subnormal concentrations of serum cobalamin (vitamin B12) in cats with gastrointestinal disease. *J Vet Intern Med.* 2001;15:26–32.
- Day MJ. Clinical immunology of the cat. *J Comp Pathol.* 2010;142:S60–S69.
- Deutsch O, O'Flynn C, Colyer A, Swanson KS, Allaway D, Morris P. A longitudinal study of the feline fecal microbiome identifies changes into early adulthood irrespective of sexual development. *PLoS One.* 2015;10:e0144881. doi:10.1371/journal.pone.0144881.
- Fahey GC Jr, Barry KA, Swanson KS. Age-related changes in nutrient utilization by companion animals. *Annu Rev Nutr.* 2008;28:425–445.
- Freeman LM. Cachexia and sarcopenia: emerging syndromes of importance in dogs and cats. *J Vet Intern Med.* 2012;26(1):3–17. doi:10.1111/j.1939-1676.2011.00838.x.
- Freeman LM, Michel KE, Zanghi BM, Vester Boler BM, Fages J. Evaluation of the use of muscle condition score and ultrasonographic measurements for assessment of muscle mass in dogs. *Am J Vet Res.* 2019;80(6):595–600. doi:10.2460/ajvr.80.6.595.
- Giordano A, Spagnolo V, Colombo A, Paltrinieri S. Changes in some acute phase protein and immunoglobulin concentrations in cats affected by feline infectious peritonitis or exposed to feline coronavirus infection. *Vet J.* 2004;167:38–44. doi:10.1016/S1090-0233(03)00055-8.
- Harper E. Changing perspectives on aging and energy requirements: aging, body weight and body composition in humans, dogs and cats. *J Nutr.* 1998;128:2627S–2631S.
- Hayes L. Weight loss considerations in the older cat. *Vet Nurse.* 2020;11:409–414.
- Heilmann RM, Riggers DS, Trewin I, Köller G, Kathrani A. Treatment success in cats with chronic enteropathy is associated with a decrease in fecal calprotectin concentrations. *Front Vet Sci.* 2024;11:1390681. doi:10.3389/fvets.2024.1390681.

- Hooda S, Vester Boler BM, Kerr KR, Dowd SE, Swanson KS. The gut microbiome of kittens is affected by dietary protein:carbohydrate ratio and associated with blood metabolite and hormone concentrations. *Br J Nutr.* 2013;109:1637–1646. doi:10.1017/S0007114512003479.
- Ibarrola P, Blackwood L, Graham PA, Evans H, German AJ. Hypocobalaminaemia is uncommon in cats in the United Kingdom. *J Feline Med Surg.* 2005;6:341–348. doi:10.1016/j.jfms.2005.02.001.
- Jackson MI, Waldy C, Jewell DE. Dietary resistant starch preserved through mild extrusion of grain alters fecal microbiome metabolism of dietary macronutrients while increasing immunoglobulin A in the cat. *PLoS One.* 2020;15:e0241037. doi:10.1371/journal.pone.0241037.
- Jia J, Frantz N, Khoo C, Gibson GR, Rastall RA, McCartney AL. Investigation of the fecal microbiota of geriatric cats. *Lett Appl Microbiol.* 2011;53:288–293. doi:10.1111/j.1472-765X.2011.03105.x.
- Jia J, Frantz N, Khoo C, Gibson GR, Rastall RA, McCartney AL. Investigation of the fecal microbiota of kittens: monitoring bacterial succession and effect of diet. *FEMS Microbiol Ecol.* 2011;78:395–404. doi:10.1111/j.1574-6941.2011.01172.x.
- Laflamme D. Nutrition for aging cats and dogs and the importance of body condition. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 2005;35:713–742.
- Lyu Y, Su C, Verbrugghe A, Van de Wiele T, Martos Martinez-Caja A, Hesta M. Past, present, and future of gastrointestinal microbiota research in cats. *Front Microbiol.* 2020;11:1661. doi:10.3389/fmicb.2020.01661.
- Maciel-Fiuza MF, Muller GC, Campos DMS, do Socorro Silva Costa P, Peruzzo J, Bonamigo RR, et al. Role of gut microbiota in infectious and inflammatory diseases. *Front Microbiol.* 2023;14:1098386. doi:10.3389/fmicb.2023.1098386.
- Nyunt WU. Physiology of aging. *Myanmar J Curr Med Pract.* 2002;7:6–14.
- Paltrinieri S. The feline acute phase reaction. *Vet J.* 2008;176:26–35. doi:10.1016/j.tvjl.2007.06.005.
- Patil AR, Cupp CJ. Addressing age-related changes in feline digestion. Nestlé Purina, St. Louis, MO; 2010.
- Perez-Camargo G. Cat nutrition: what's new in the old? *Compend Contin Educ Vet.* 2004;26:5–10.

- Pye CR, Dowgray NJ, Eyre K, Pinchbeck G, Biourge V, Moniot D, Comerford E, German AJ. Longitudinal changes in bodyweight, body condition, and muscle condition in ageing pet cats: findings from the Cat Prospective Ageing and Welfare Study. *Front Vet Sci.* 2025;12:1654002. doi:10.3389/fvets.2025.1654002.
- Quimby J, Gowland S, Carney HC, DePorter T, Plummer P, Westropp J. 2021 AAHA/AAFP feline life stage guidelines. *J Am Anim Hosp Assoc.* 2021;57:51–72.
- Ray M, Carney HC, Boynton B, Quimby J, Robertson S, St Denis K, Tuzio H, Wright B. 2021 AAFP feline senior care guidelines. *J Feline Med Surg.* 2021;23(7):613–638. doi:10.1177/1098612X211021538.
- Reed N, Gunn-Moore D, Simpson K. Cobalamin, folate and inorganic phosphate abnormalities in ill cats. *J Feline Med Surg.* 2007;9:278–288. doi:10.1016/j.jfms.2007.01.005.
- Ritchie LE, Burke KF, Garcia-Mazcorro JF, Steiner JM, Suchodolski JS. Characterization of fecal microbiota in cats using universal 16S rRNA gene and group-specific primers for *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* spp. *Vet Microbiol.* 2010;144(1-2):140–146. doi:10.1016/j.vetmic.2009.12.045.
- Rosato E, Salsano F. Immunological changes in the elderly. *J Biol Regul Homeost Agents.* 2008;22:217–220.
- Sasaki K, Ma ZY, Khatlani TS, Okuda M, Inokuma H, Onishi T. Evaluation of feline serum amyloid A (SAA) as an inflammatory marker. *J Vet Med Sci.* 2003;65:545–548.
- Simpson KW, Fyfe J, Cornetta A, Sachs A, Strauss-Ayali D, Lamb SV, Johnston K, Tennant BC. Subnormal concentrations of serum cobalamin (vitamin B12) in cats with gastrointestinal disease. *J Vet Intern Med.* 2001;15:26–32.
- Sung CH, Marsilio S, Pilla R, Wu YA, Cavašin JP, Hong MP, Suchodolski JS. Temporal variability of the dominant fecal microbiota in healthy adult cats. *Vet Sci.* 2024;11(1):31. doi:10.3390/vetsci11010031.
- Tamamoto T, Ohno K, Takahashi M, Nakashima K, Fujino Y, Tsujimoto H. Serum amyloid A as a prognostic marker in cats with various diseases. *J Vet Diagn Invest.* 2013;25(3):428–432. doi:10.1177/1040638713486112.
- Teshima E, Brunetto MA, Vasconcellos RS, Gonçalves KN, De-Oliveira LD, Valério AG, Carciofi AC. Nutrient digestibility, but not mineral absorption, is age-dependent

- in cats. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2010;94:e251–e258. doi:10.1111/j.1439-0396.2009.00964.x.
- Tress U, Suchodolski JS, Williams DA, Steiner JM. Development of a fecal sample collection strategy for extraction and quantification of fecal immunoglobulin A in dogs. *Am J Vet Res*. 2023;84:1756–1759. doi:10.2460/ajvr.67.10.1756.
- Tuna GE, Dinler C, Asici GSE, Ulutas B. Serum concentrations of some acute phase proteins in cats with anaemia. *Med Weter*. 2018;74:1–5. doi:10.21521/mw.5998.
- Vilhena H, Tvarijonaviciute A, Ceron JJ, Lisete V. Acute phase proteins response in cats naturally infected with *Hepatozoon felis* and *Babesia vogeli*. *Vet Clin Pathol*. 2017;46:72–76. doi:10.1111/vcp.12451.
- Williams DA, Steiner JM, Ruaux CG. Older cats with gastrointestinal disease are more likely to be cobalamin deficient. *Compend Contin Educ Vet*. 2004;26(Suppl 2A):62.
- Zaine L, Ferreira C, Gomes MOS, et al. Fecal IgA concentration is influenced by age in dogs. *Br J Nutr*. 2011;106(S1):S183–S186. doi:10.1017/S0007114511000559.