

EFEITOS DA FIBRA ANIMAL NA DIGESTIBILIDADE, PRODUTOS DE FERMENTAÇÃO, MICROBIOMA E METABOLOMA FECAL EM GATOS ADULTOS

ELOISE C. DE RAMOS, BRUNA CORREA LOPES², LUCAS B. SCARPIM¹; ANA C. A. L. DE CAMARGO¹; CAROLINA C. DE OLIVEIRA¹; ISABEL T. C. BENTO¹; JONATHAN L. TURCK²; STEPHANIE S. THEODORO³; JAN S. SUCHODOLSKI², AULUS C. CARCIOFI¹

1 FCAV/UNESP, Jaboticabal. 2- Gastrointestinal Laboratory, Texas A&M University, College Station, Texas, USA. 3 –

Universidade de São Paulo – FZEA/USP, Pirassununga

Contato: Eloise.ramos@unesp.br / Apresentador: ELOISE C. DE RAMOS

Resumo: O termo fibra animal descreve os tecidos animais que são pouco ou não digeríveis pelos animais, potencialmente fermentáveis no cólon e associados à evolução da saúde intestinal em carnívoros. Foram formuladas e extrusadas quatro dietas de forma que estas apresentassem 5% de matéria orgânica indigestível, sendo: duas fontes vegetais – fibra de cana (FC) e polpa de beterraba (PB), e duas fontes animais – farinha de penas (FP) e resíduo sólido da proteína hidrolisada de frango (PHFr). 32 gatos adultos, 8 por dieta foram alimentados por 31 dias. A dieta FP apresentou maiores coeficientes de digestibilidade da matéria seca e energia bruta do que FC ($P<0,05$). O pH fecal foi maior para a dieta PHFr em relação à FC e PB ($P<0,05$). Ácidos graxos de cadeia curta, colesterol, fitosteróis e ácido araquidônico foram maiores nas fezes com a dieta PB do que nas demais ($P<0,05$), enquanto a amônia fecal foi menor para a dieta PHFr em comparação a FP ($P<0,05$). Ácidos biliares fecais totais foram maiores para as dietas PHFr, FP e PB ($P<0,05$), sem alteração de sua conversão. Gatos alimentados com FP tiveram aumento em *Peptacetobacter hiranonis*, *Bacteroides* e *Blautia* ($P<0,05$), sem alterar o índice de disbiose e a diversidade microbiana.

PalavrasChaves: Felinos, saúde intestinal, dietas extrusadas

EFFECTS OF ANIMAL FIBER ON DIGESTIBILITY, FERMENTATION PRODUCTS, FECAL MICROBIOME AND METABOLOME IN ADULT CATS

Abstract: The term animal fiber refers to animal tissues that are poorly or not digestible by animals, potentially fermentable in the colon, and associated with the evolution of intestinal health in carnivores. Four diets were formulated and extruded to contain 5% indigestible organic matter: two vegetable sources—sugarcane fiber (SF) and beet pulp (BP), and two animal sources—feather meal (FM) and the solid residue of hydrolyzed poultry protein (HPPr). Thirty-two adult cats (8 per diet) were fed for 31 days. The FM diet showed higher apparent digestibility coefficients of dry matter and gross energy compared to SF ($P<0.05$). Fecal pH was higher for the HPPr diet compared to SF and BP ($P<0.05$). Short-chain fatty acids, cholesterol, phytosterols, and arachidonic acid were higher in the feces of cats fed the BP diet than in the others ($P<0.05$), while fecal ammonia was lower for the HPPr diet compared to FM ($P<0.05$). Total fecal bile acids were higher in the HPPr, FM, and BP diets ($P<0.05$), without changes in their conversion. Cats fed FM showed an increase in *Peptacetobacter hiranonis*, *Bacteroides*, and *Blautia* ($P<0.05$), without changes in the dysbiosis index or microbial diversity.

Keywords: Felines, gut health, extruded diets

Introdução: Tecidos animais como cartilagens, tendões, penas e pelos são descritos como porções indigeríveis e por apresentar potenciais fermentativos e metabólicos, foram chamados de fibra animal (Depauw et al., 2013). Apesar da fibra animal ser associada à saúde intestinal em carnívoros, a inclusão destes ingredientes e seus efeitos em dietas extrusadas para gatos ainda não foram avaliados (Butowski et al., 2019). Com base na hipótese de que dietas extrusadas com distintas fontes fermentáveis podem resultar em diferenças em digestibilidade e nos metabólitos e microbiota fecal em gatos, os objetivos deste trabalho foram (1) avaliar a digestibilidade aparente e os produtos de fermentação de dietas com matéria orgânica indigestível de fontes vegetais e animais, (2) avaliar seus efeitos nas concentrações de ácidos graxos de cadeia curta, ramificada e longa, esteróis, ácidos biliares e microbiota fecais e (3) em parâmetros urinários de gatos adultos saudáveis.

Material e Métodos: Foram formuladas e extrusadas quatro dietas com composições semelhantes: duas contendo fontes de fibras vegetais, fibra de cana (FC; fibra não fermentável) e polpa de beterraba (PB; fibra fermentável) e duas fontes com fibras animais, farinha de penas comercial (FP) e resíduo sólido obtido após a hidrólise da proteína de frango (PHFr) (FEDIAF, 2024). As fontes de fibra foram incluídas para fornecer 5% de matéria orgânica indigestível com base em sua fermentabilidade in vitro. Trinta e dois gatos adultos, 8 por dieta, foram alimentados por 31 dias. Avaliaram-se o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) (FEDIAF, 2024) por meio de coleta de fezes totais por 7 dias; e pH, volume e densidade urinários por meio da coleta de urina. Ainda, no final do período durante 3 dias consecutivos foram coletadas fezes frescas para as seguintes análises: pH, escore fecal, amônia, ácido láctico (Pryce, 1969), ácidos graxos de cadeia curta e ramificada (AGCC e AGCR) por cromatografia gasosa (Namsyl et al., 2019), ácidos graxos de cadeia longa (AGCL) e esteróis por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (Sung et al., 2023), ácidos biliares (AB) por cromatográfica líquida acoplada à espectrometria de massas (Blake et al., 2025), índice de disbiose intestinal (ID) por quantificação microbiana por qPCR (Sung et al., 2022), e sequenciamento do gene 16S rRNA. Os resultados foram comparados pelos testes estatísticos de ANOVA e Tukey para comparações múltiplas, e as diferenças na composição microbiana por ANCOMBC ($P<0,05$). Protocolo CEUA: 7625/22.

Resultado e Discussão: A dieta FP apresentou maiores CDA da matéria seca e energia bruta do que FC ($P<0,05$) e as demais valores intermediários (Tabela 1). Os CDA da proteína bruta e amido não variaram ($P<0,05$). Desta forma, as dietas com FP e

PHFr apresentaram digestibilidade adequada. Não foram observadas diferenças nos parâmetros urinários. Gatos alimentados com a dieta PB apresentaram maior produção de fezes ($P<0,05$), sem alteração no escore fecal. O pH fecal foi maior para a dieta PHFr em relação à FC e PB ($P<0,05$). Ácidos acético, propiônico, butírico, láctico e AGCC totais foram maiores na dieta PB do que nas demais ($P<0,05$), o que indica maior fermentabilidade (Rochus, et al., 2014). A amônia fecal foi menor para a dieta PHFr em comparação a FP ($P<0,05$); FC e BP apresentaram valores intermediários (Tabela 2). Dentre os AGCL, somente o ácido araquidônico diferiu entre as dietas, sendo maior na PB ($P<0,05$). Aumentos nas concentrações fecais de colesterol e fitosteróis foram observados para a dieta PB ($P<0,05$). Os AB fecais totais foram maiores para as dietas PHFr, FP e PB ($P<0,05$), mas a conversão desses não foi afetada. Gatos alimentados com FP tiveram aumento em *Peptacetobacter hiranonis*, *Bacteroides* e *Blautia* ($P<0,05$), porém o ID e a quantidade total dos grupos avaliados permaneceram nos valores de referência em gatos (Sung et al., 2022). De forma semelhante, a diversidade microbiana não diferiu entre as dietas, com poucas mudanças em composição observadas entre as dietas PB vs. PHFr e FP vs. FC (Bray-Curtis, $p=0,023$).

Tabela 1: Coeficiente de digestibilidade aparente e de energia metabolizável das dietas avaliadas.

Coeficiente de digestibilidade aparente [%]	Fibra de Cana	Polpa de Beterraba	Farinha de Penas	Resíduo PHF ¹	EPM ²	Valor de p
Matéria Seca	80,24 b	81,98 ab	85,03 a	81,92 ab	0,46	0,004
Matéria Orgânica	82,54 c	84,58 bc	87,70 a	85,81 ab	0,45	<0,001
Proteína Bruta	84,68	84,26	83,37	82,62	0,43	0,108
Extrato Etéreo	87,88 b	88,22 b	90,58 a	88,83 ab	0,35	0,018
Amido	98,75	98,70	98,35	98,35	0,08	0,183
Energia Bruta	82,69 c	84,58 bc	87,82 a	86,11 ab	0,45	<0,001
Energia Metabolizável (kcal/g de MS)	4,27 b	4,34 b	4,47 a	4,48 a	0,02	<0,001

Tabela 2: Parâmetros fecais e produtos de fermentação.

Fezes	Fibra de Cana	Polpa de Beterraba	Farinha de Penas	Resíduo PHF ¹	EPM ²	Valor de p
g/PC0.67/dia, matéria seca	2,86 b	4,06 a	2,20 bc	1,74 c	0,18	<0,001
Escore Fecal ³	4,00	4,00	4,00	3,97	0,01	0,288
pH Fecal	6,52 b	6,47 b	6,82 ab	6,95 a	0,05	0,004
Amônia [mMol/kg de MS fecal]	125,26 ab	120,35 ab	133,18 a	108,64 b	3,34	0,032
Ácido Láctico [mMol/kg de MS fecal]	8,21 b	11,15 a	7,90 b	6,19 c	0,69	<0,001
Ácidos graxos de cadeia curta e ramificada [mMol/g de MS fecal]						
Ácido Acético	151,05 b	258,95 a	118,61 b	110,95 b	12,28	<0,001
Ácido Propiônico	81,35 b	145,63 a	55,52 b	53,71 b	7,51	<0,001
Ácido Butírico	40,28 ab	49,00 a	36,44 b	30,99 b	1,96	0,003
Ácidos Graxos de Cadeia Curta Totais	272,68 b	453,59 a	210,58 b	195,66 b	21,04	<0,001
Ácido Isobutírico	6,99	8,19	7,60	6,40	0,27	0,064
Ácido Isovalérico	11,16	11,92	11,57	9,51	0,44	0,185
Ácidos Graxos de Cadeia Ramificada Totais	18,15	20,11	19,17	15,97	2,27	0,051
Ácido Valérico	28,25 ab	30,11 a	26,28 ab	19,26 b	1,63	0,040
Total de ácidos graxos voláteis	319,08 b	503,82 a	256,03 b	230,83 b	22,02	<0,001

¹Resíduo PHF = Resíduo sólido da proteína hidrolisada de frango. ² EPM = Erro Padrão da Média ($n = 8$ gatos por dieta). Médias com letras diferentes letras diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ³ Escore Fecal: 0 = fezes líquidas; 1 = macias, não formadas; 2 = macias, malformadas que tomam o formato do recipiente; 3 = macias, formadas com umidade e formato cilíndrico; 4 = bem formadas e consistentes que não aderem ao piso; e, 5 = duras, ressecadas, menor tamanho e massa seca. |

Conclusão: As dietas FP e PHFr foram bem aceitas e não impactaram negativamente os CDA. Estes ingredientes apresentaram baixa fermentabilidade, com resultados similares a fibra vegetal de baixa fermentação, ou tiveram digestão ileal e não chegaram ao cólon para serem fermentados pela microbiota. As fontes vegetais e animais exibiram influências similares no microbioma e no metaboloma fecal dos gatos.

Agradecimentos: Capes, pelas bolsas de estudos nacional e internacional. MBRF Ingredients pelo financiamento parcial da pesquisa e pela doação das fontes indigestíveis de origem animal. À MBRF Petfood, MBRF Ingredients, ADIMAX Pet e ADM Pet Food pelo suporte ao Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos e a Manzoni Industrial Ltda pela doação da extrusora.

Referências Bibliográficas: BLAKE, AB. et al. Altered iso-and oxo-fecal bile acid concentrations in dogs with chronic enteropathy. *Pets*. p. 1-18. 2025. BUTOWSKI, CF. et al. Addition of plant dietary fibre to a raw red meat high protein, high fat diet, alters the faecal bacteriome and organic acid profiles of the domestic cat (*Felis catus*). *PloS one*, v. 14, 2019. CARCIOFI, AC et al. Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and post-prandial glucose and insulin response. *JAPAN*, v. 92, p. 326-336, 2008. DEPAUW, S. et al. Animal fibre: The forgotten nutrient in strict carnivores? First insights in the cheetah. *JAPAN*, v. 97, p. 146-154, 2013. FEDIAF. Nutritional Guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs. Bruxelas: The European Pet Food Industry Federation, 2024. NAMYSL, S. et al., A first evaluation of butanoic and pentanoic acid oxidation kinetics. *J. Chem. Eng.* v. 373, p. 973-984. 2019. PRYCE, J. D. A modification of Barker-Summerson method for determination of lactic acid. *Analyst* v. 94. p.1151-1152. 1969. ROCHUS, K.; JANSSENS, GPJ; HESTA, M. Dietary fibre and the importance of the gut microbiota in feline nutrition: a review. *Nut Res Rev*, v. 27, p. 295-307, 2014. SUNG, Chi-Hsuan et al. Dysbiosis index to evaluate the fecal microbiota in healthy cats and cats with chronic enteropathies. *J Feline Med Surg*, v. 24. p. 1-12, 2022.