

PREDIÇÃO DOS FATORES QUE AFETAM MATÉRIA SECA FECAL E A QUALIDADE DE GATOS PARA ENSAIOS DE DIGESTIBILIDADE UTILIZANDO “MACHINE LEARNING”

LILIAN DENA DOS SANTOS¹, JOSIANE A. VOLPATO², DIOGO F. ROSSONI³, PAMELA M. D. MIRANDA², SHIRLEY DE SOUSA², JOYCE C. P. FRANCISCO², RICARDO S. VASCONCELLOS²

¹Dep. Zootecnia – Universidade Federal do Paraná (UFPR), Palotina, Paraná, Brasil ²Dep. Zootecnia – Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR, BR ³Dep. Estatística - UEM/Maringá, PR, BR
Contato: liliansantos@ufpr.br / Apresentador: LILIAN DENA DOS SANTOS

Resumo: Utilizou-se o sistema de *machine learning* para analisar e prever os fatores que mais afetam a qualidade fecal de gatos em ensaios de digestibilidade e para a geração de escore de qualificação destes animais para os testes. Em uma 1ª etapa foram identificados os fatores que interferiam na qualidade fecal dos animais, e na 2ª classificou os gatos que participaram dos ensaios de digestibilidade. Foram usados dados de 286 observações de 50 ensaios de digestibilidade, usando 45 gatos. Fatores relacionados a ingestão de nutrientes e à excreção dos gatos, foram usados para compor o algoritmo CART. Com base nos dados, a elevada ingestão de energia bruta e matéria orgânica, menores coeficientes de digestibilidade aparente do Extrato Etéreo e a maior digestibilidade da matéria mineral foram associados com Matéria Seca Fecal (MSF) fora do intervalo considerado ideal (entre 35 e 45%). Por meio da análise de regressão logística, foi possível qualificar os animais de experimento quanto ao escore fecal apresentado, tornando evidente a existência de fatores individuais associados à qualidade fecal dos animais. Conclui-se neste estudo, pela utilização do *machine learning*, que existem importantes fatores associados aos alimentos e indivíduos que afetam a qualidade fecal em gatos.

Palavras-Chaves: árvore de classificação e regressão, escore fecal, particionamento, recursivo, regressão logística

PREDICTION OF FACTORS AFFECTING FECAL DRY MATTER AND THE QUALITY OF CATS FOR DIGESTIBILITY TESTS USING "MACHINE LEARNING"

Abstract: The machine learning system was used to analyze and predict the factors that most affect the fecal quality of cats in digestibility tests and to generate a qualification score for these animals for the tests. In a 1st stage, the factors that interfered in the fecal quality of the animals were identified, and in the 2nd stage, the cats that participated in the digestibility tests were classified. Data from 286 observations from 50 digestibility trials using 45 cats were used. Factors related to nutrient intake and excretion of cats were used to compose the CART algorithm. Based on the data, the high intake of gross energy and organic matter, lower apparent digestibility coefficients of Ether Extract and higher digestibility of mineral matter were associated with Fecal Dry Matter (MSF) outside the range considered ideal (between 35 and 45%). Through logistic regression analysis, it was possible to qualify the experimental animals according to the presented fecal score, making evident the existence of individual factors associated with the fecal quality of the animals. It is concluded in this study, with machine learning, that there are important factors associated with food and individuals that affect fecal quality in cats.

Keywords: classification and regression tree, fecal score, partitioning, recursive, logistic regression

Introdução: A melhoria da qualidade dos alimentos para cães e gatos é evidenciada com o passar dos anos e está aliada ao aumento da demanda à medida que as pessoas descobrem os benefícios mútuos do vínculo entre humano e animal (McCune et al., 2014). Na escolha do alimento para cães e gatos, a qualidade fecal é um importante atributo avaliado pelos tutores, mas muitos estudos consideram apenas a qualidade nutricional da dieta como fator causal. Comparadas com métodos estatísticos convencionais, as análises por *machine learning*, são de mais fácil interpretação, possibilitando interrelacionar fatores de forma a classificar e prever o efeito mútuo. Além disso, permitem ranquear parâmetros ou indivíduos testados, possibilitando melhores respostas nos ensaios. Assim, o objetivo deste estudo foi utilizar análises por *machine learning* para prever os fatores de ensaios de digestibilidade que influenciam a matéria seca fecal (MSF), além de qualificar os gatos testados que receberam alimento comercial.

Material e Métodos: Foi utilizado o banco de dados inicial com 286 observações, obtido em ensaios de digestibilidade realizados durante 5 anos, avaliando 50 diferentes alimentos para gatos comercializados no Brasil. Foram utilizados 45 gatos, sendo 24 machos e 21 fêmeas, castrados, em boas condições corporais, clinicamente saudáveis e desverminados, com peso médio de $3,98 \pm 0,87$ kg. Durante os ensaios foi avaliado o pH urinário e escore fecal (de-Oliveira et al. 2008) e, também mensurado o total de fezes e urina produzidos. Ao final do período experimental as dietas, as fezes e urina foram analisadas quanto a composição bromatológica (AOAC, 2005). Os coeficientes de digestibilidade aparente foram determinados seguindo o protocolo da ABINPET (2019), adaptado da AAFCO (2017). A análise dos dados foi realizada em 2 etapas, na 1ª. foram identificados os fatores que interferiam na qualidade fecal dos animais, e a 2ª. foi a classificação dos gatos que participaram dos ensaios de digestibilidade em um Centro de Pesquisas. Os fatores utilizados na análise são apresentados na Tabela 1. O modelo estatístico utilizado foi o *machine learning*, para desenvolvimento de algoritmo por análise de árvore de classificação e regressão (CART) e regressão logística. A população do estudo foi dividida aleatoriamente em um conjunto de aprendizado (80%) e um conjunto de testes (20%). A regra inicial para CART foram que os valores de MSF =35 e =45% são classificados como BOM, e os valores fora dessa faixa são RUIM. Já para classificação dos gatos foi utilizado o modelo de regressão logística para ranqueamento dos animais.

Resultado e Discussão: A análise CART (Figura 1) apresenta a ordem das regras e classifica os principais fatores relacionados com a MSF dos gatos, com sensibilidade de 81%, especificidade de 86% e acurácia de 83% no algoritmo

gerado. A interação entre escore fecal (EF) e volume de urina (V), quando entre 3,6 e 4,0 e <10, respectivamente, são os fatores que mais predizem (88% de chance) a MSF ideal (35-45%). Seguidamente, é predito (78% de garantia) BOA qualidade da MSF quando EF estiver entre 3,6 e 4,0. Ainda, com elevado percentual de certeza, é apresentado que haverá BOA MSF com EF entre 3,6 e 4,0, e ingestões de matéria orgânica (IMO) e de Energia Bruta (IEB), respectivamente, abaixo de 16 g/kg0,67 e = 99 kcal/kg0,67. Outros fatores como a digestibilidade do Extrato Etéreo (CDAEE) abaixo de 93% e CDA da matéria mineral (CDAMM) menor que 31% também foram associados à BOA MSF. A análise CART tem sido usada para auxiliar na tomada de decisões em diversas situações, e em nosso estudo, previmos que os principais fatores a serem considerados quanto a qualidade da MSF são, por ordem de importância: EF, V, IMO, IEB, CDAEE e CDAMM. Quanto a singularidade dos gatos, já que a qualidade fecal está diretamente relacionada com o indivíduo, o modelo de regressão logística permitiu qualificar os animais por escores (Figura 2), nos possibilitando conhecer quais os melhores indivíduos para ensaios de digestibilidade. Nosso modelo demonstrou que 40% dos gatos avaliados apresentam escore > 67% para índice de MSF, indicando serem estes os com maior probabilidade de apresentarem melhor resposta neste tipo de teste.

Tabela 1. Fatores utilizados para análise de árvore de classificação e regressão (CART)

Abreviação	Variáveis	Média	Desvio padrão
G	Gato	N/A	N/A
PM	Peso Metabólico (kg/0,67)	2,52	0,35
pH	pH urinário	6,62	0,42
V	Volume de urina (ml) /PM/dia	8,16	9,37
F	Feces (g) na matéria natural	109,5	51,97
EF	Escore Fecal	3,9	0,47
MSF	Matéria seca (MS) fecal	38,78	6,93
IMS	Ingestão de MS/PM/dia	18,36	3,83
IPB	Ingestão de Proteína bruta na MS/PM/dia	6,42	1,85
IEE	Ingestão de Extrato etéreo na MS/PM/dia	2,31	0,8
IMM	Ingestão de matéria mineral na MS/PM/dia	1,28	0,42
IEB	Ingestão de energia bruta na MS/PM/dia	93,24	18,32
IMO	Ingestão de matéria orgânica na MS/PM/dia	16,94	3,51
IEM	Ingestão de energia metabolizável na MS/PM/dia	76,11	14,6
CDAMS	Coefficiente de digestibilidade aparente da matéria seca	83,65	4,26
CDAPB	Coefficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta	87,64	3,21
CDAEE	Coefficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo	93,21	2,52
CDAMO	Coefficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica	87,27	3,51
CDAEB	Coefficiente de digestibilidade aparente da energia bruta	87,89	3,74
CDAMM	Coefficiente de digestibilidade aparente da matéria mineral	37,73	15,28
PD	Proteína digestível ingerida/PM/dia	5,57	1,7
EXC	Excreção de MS/PM/dia	3	1,1

Figura 2. Escore dos gatos de experimentos de digestibilidade com base na matéria seca fecal, por regressão logística

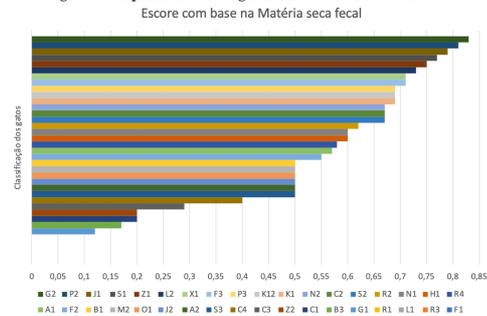
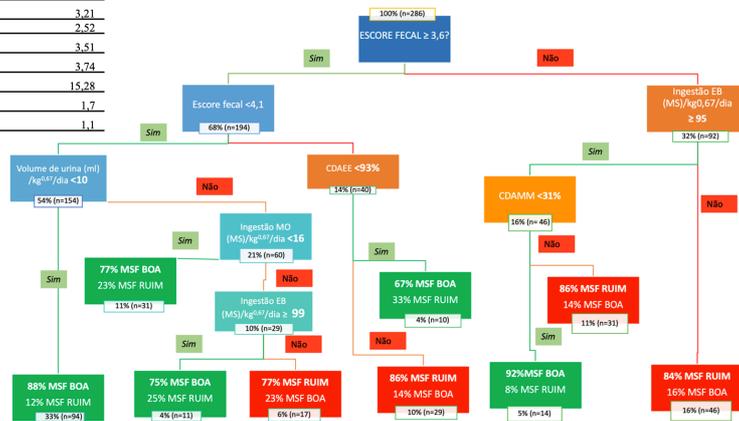


Figura 1. Árvore de predição dos fatores que influenciam a matéria seca fecal de gatos em ensaios de digestibilidade. MSF BOA = (>35 e <45%); MSF RUIM = (<35 e >45%); MO = Matéria orgânica; EB = Energia bruta; CDAEE = coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo; CDAMM = coeficiente de digestibilidade da matéria mineral



Conclusão: Conclui-se, pela utilização do *machine learning*, que existem importantes fatores associados aos alimentos (ingestão de energia bruta e matéria orgânica, digestibilidade do extrato etéreo e matéria mineral), que afetam a MSF em gatos. Fatores individuais como volume urinário e até mesmo características individuais também estão envolvidos neste processo

Referências Bibliográficas: AAFCO. 2017. Official Publication. Association of American Feed Control Officials. ABINPET. Associação Brasileira da Indústria de Produtos de para Animais de Estimação. Manual Pet Food Brasil. São Paulo, 2019. Amorim, K.A.S., Santos, M.K.R., Hauptli, L., Peres Neto, D., Lima, A.L.F., Dahlke, F., Moraes, P.O. Levels of nutrients and aflatoxins in dry and extruded food to cats. Brazilian Journal of Development, v.7, p. 3260-3270. 2021. AOAC, Official Methods of Analysis. 16th ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists. 2005. McCune, S., Kruger, K.A., Griffin, J.A., Esposito, L., Freund, L.S., Hurley, K.J., Bures, R. Evolution of research into the mutual benefits of human-animal interaction, Animal Frontiers, v 4, Issue 3, p. 49-58. 2014. L. D. de Oliveira, Carciofi, A. C., M.C.C. Oliveira, R. S. Vasconcellos, R. S. Bazolli, G. T. Pereira, and F. Prada. Effects of six carbohydrate sources on diet digestibility and postprandial glucose and insulin responses in cats. Journal of Animal Science, Volume 86, Issue 9, September 2008, Pages 2237-2246.