

## DESAFIOS NO ATENDIMENTO DAS NECESSIDADES PROTEICAS EM DIFERENTES FASES DE VIDA DE CÃES: UMA REVISÃO CRÍTICA

### RESUMO

O desafio de definir a necessidade proteica (NP) de cães, assim como de outras espécies animais, persiste ao longo da história da nutrição. O termo “necessidade mínima” (NM) de proteína refere-se à quantidade suficiente para manter as funções corporais básicas em condições de baixo consumo desse nutriente. As NM propostas pelo National Research Council (NRC) são incompletas e foram estabelecidas por métodos muitas vezes inadequados, destacando-se o balanço de nitrogênio. O rápido desenvolvimento corporal de cães em crescimento eleva sua NP. Suas necessidades específicas de aminoácidos nem sempre foram obtidas de modo consistente, incluindo apenas as taxas de ganho de peso e retenção de nitrogênio, e não outros parâmetros de saúde e respostas fisiológicas. Para cães adultos o corpo de informações é ainda mais frágil, com estudos de curta duração e baseados em balanço nitrogenado. As informações são ainda mais restritas para animais idosos, com recomendações de NP empíricas, contraditórias e baseadas em poucos estudos científicos. As propostas de NP de órgãos reguladores, com a American Association of Feed Control Officials (AAFCO) e a European Pet Food Industry Federation (FEDIAF) se caracterizam por correções arbitrárias dos valores de necessidade recomendadas (NR) do NRC, sendo desta forma questionáveis e frágeis pelo desconhecimento da digestibilidade ileal de aminoácidos nos ingredientes empregados nos alimentos comerciais, imprecisão de estimativas de gasto energético e consumo calórico de cães domiciliados, e do desconhecimento das implicações de raças, envelhecimento, composição corporal e situação reprodutiva na NP destes animais. Assim, é possível haver situações nas quais a correção seja insuficiente e a NP estimada menor que a NR ou próximo a NM, expondo cães a deficiência, bem como situações opostas onde a NP estimada esteja muito elevada, resultando no uso excessivo de proteína e aminoácidos, aumento do desperdício deste nutriente com elevação do impacto ambiental dos alimentos.

**Palavras-chave:** Cães; necessidade proteica; proteína; recomendações.

## 1 INTRODUÇÃO

Determinar a necessidade proteica (NP) é uma tarefa desafiadora e demanda respostas para perguntas fundamentais relacionadas a "quanto?" e "para quê?" (Millward, 1999). Para responder a essas questões, deve-se definir dois conceitos: necessidade mínima (NM) – caracterizada como a quantidade mínima de proteína que um organismo requer para manter funções corporais básicas em determinado estado fisiológico, dentro de um estado de baixo consumo proteico; necessidade recomendada (NR) - leva adicionalmente em consideração pontos relacionados à saúde, longevidade e respostas fisiológicas específicas (Hegsted, 1964; Whittemore *et al.*, 2001; NRC, 2006).

Fatores fisiológicos, como fase de vida (Wang *et al.*, 1948; Wannemacher; McCoy, 1966), nível de atividade física (Pratt-Phillips *et al.*, 2018; Goloni *et al.*, 2024), estado reprodutivo (Fascetti, 2010), necessidade energética (Laflamme, 2012) e condições de saúde específicas (Wills; Simpson, 1994; Verzola *et al.*, 2020) podem impactar a NP do animal. Nessas circunstâncias, o uso das recomendações torna-se imprescindível (NRC, 2006).

Mesmo as NR hoje estabelecidas (NRC, 2006) são inadequadas para muitas situações práticas, incluindo as considerações necessárias relativas às variações na densidade energética do alimento, digestibilidade dos ingredientes, equilíbrio e interações entre aminoácidos, fatores fisiológicos, raças, dentre outros. (Butterwick *et al.*, 2011; Mansilla *et al.*, 2020; Sutherland *et al.*, 2020; Goloni *et al.*, 2024) Deste modo, compreender as diferenças entre NM e NR de proteína, bem como o impacto de fatores relativos tanto ao alimento como ao animal, é importante para a formulação de alimentos que atendam as necessidades metabólicas e fisiológicas específicas de cada fase de vida do animal (Nishimura *et al.*, 2021).

Estudos sobre as necessidades de proteínas para cães são escassos e baseados principalmente no método de balanço nitrogenado (NRC, 2006). Este é inadequado pois não considera a massa corporal magra e suas variações, nem respostas orgânicas importantes, dependentes de proteína. A disparidades entre a NM e NR, bem como a dificuldade em se estabelecer com precisão as NR tem já há longo tempo chamado a atenção de cientistas (Morris; Rogers, 1994; Humbert *et al.*, 2001; Hendriks *et al.*, 2015; Templeman; Shoveller, 2022).

Fatores como variações na digestibilidade, ingestão alimentar e a necessidade de atender os demais nutrientes necessários fez com que a FEDIAF AAFCO indicassem valores de NR bem superiores aos estabelecidos pelo NRC (2006) como NM e mesmo NR (Butterwick *et al.*, 2011). Mas de fato não se sabe se estes são seguros e suficientes, comitês apenas aplicaram fatores arbitrários de correção aos dados de NM, a fim de garantir ingestão em excesso à NM. Esta abordagem, no entanto, é atualmente inaceitável pela estrita necessidade de a humanidade utilizar com parcimônia e responsabilidade os recursos proteicos disponíveis, que são caros, escassos e apresentam grande impacto no ambiente (Alexander *et al.*, 2020; Van Prooijen *et al.*, 2024).

Dentro deste contexto, o objetivo dessa revisão foi construir visão crítica em relação aos valores de NP sugeridos para cães, tendo por base pesquisas mais recentes e literatura já consolidada, trazendo à tona discussão que possa colaborar no estabelecimento de critérios científicos para a formulação proteica de dietas que atendam às necessidades dos cães em suas diferentes particularidades metabólicas, mas cumpram também critérios importantes de sustentabilidade.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

Apesar de recomendações existentes, o estudo das necessidades proteicas de cães ainda é área pouco explorada pela ciência. Para animais de produção, ao contrário de cães, já são conhecidas as necessidades específicas para manutenção, produção, reprodução e doenças, em consonância com o uso racional deste recurso alimentar (Fuller; Chamberlain, 1985). A presente revisão se propôs abordar essa lacuna, abordando como o tema foi historicamente tratado e lançar visão crítica sobre como poderíamos direcionar futuras investigações nesse campo.

### **2.1 CRESCIMENTO**

Durante o crescimento, os cães passam por acréscimo acelerado de todos os tecidos e órgãos. Esse processo intensivo de construção de tecidos proteicos, juntamente com as necessidades basais de manutenção do organismo, contribui para a elevação das necessidades de proteína nessa fase (Delaney *et al.*, 2001). Estudos que embasaram as diretrizes do NRC para a NM de proteína bruta (PB) e aminoácidos de cães em crescimento pós-desmame, independe do tamanho

corporal da raça, recomendam teores entre 150 e 200 gramas (g)/kg de ração em dietas com 4,0 kcal de energia metabolizável (EM) por g. Essas recomendações são baseadas em proteínas altamente digestíveis ou dietas com aminoácidos cristalinos (Gessert; Phillips, 1956; Burns *et al.*, 1982; Delaney *et al.*, 2001).

No entanto, há muito poucos estudos com dietas contendo cereais e coprodutos animais, com digestibilidade mais limitada e pior balanço de aminoácidos essenciais. Um estudo sugeriu nesta situação valores entre 230 e 275 g PB/kg de dieta (4,0 kcal de EM/g), representando elevação proporcional de 37% a 50% nos valores proteicos do alimento (Case; Czarnecki-Maulden, 1990). Este expressivo efeito da dieta nas estimativas de NP evidencia que a “proteína” ainda tem sido tratada de modo genérico, como mais um “nutriente”, o que ela não é, uma vez que são os aminoácidos que a compõem que representam os nutrientes essenciais responsáveis pela síntese proteica e funções metabólicas (NRC, 2006; Tirapegui; Rogero, 2007).

Em estudo mais recente conduzido por Kang *et al.* (2007), foram avaliadas três inclusões de PB (210, 230 e 250 g/kg) para cães em crescimento. A dieta contendo 250 g/kg promoveu retenção de nitrogênio significativamente superior em comparação com os demais níveis de PB. A retenção de nitrogênio vem sendo utilizada como indicativo do equilíbrio entre ingestão e a excreção do composto no organismo. Quando a quantidade de nitrogênio consumida é igual ou superior à quantidade excretada, admite-se que o organismo esteja recebendo quantidade adequada de proteína para manter suas funções corporais (Allison, 1956). No entanto o método é frágil e limitado pois não considera variações na massa magra e massa gorda, desenvolvimento de órgãos específicos, atendimento de funções chave como resposta imune e estruturação da pele e pelos, etc., motivo pelo qual está em desuso e vem sendo substituído por marcadores das taxas de fluxo proteico do organismo (Pacheco *et al.*, 2024).

Neste mesmo estudo, Kang *et al.* (2007) identificaram NM de PB de 11,25 g/kg peso metabólico (PM)<sup>0.75</sup> para cães da raça Jindo-coreano com 18 a 20 semanas de idade. Este valor, embora ultrapasse a NM proposta pelo NRC (9,7 g/kgPM<sup>0.75</sup> de PB), ainda permanece abaixo da recomendação estabelecida pela mesma diretriz (12,2 g/kgPM<sup>0.75</sup> de PB).

## 2.2 MANUTENÇÃO

À medida que os cães chegam à fase adulta, seu processo de desenvolvimento desacelera. Nesse contexto, as necessidades nutricionais, incluindo a demanda por aminoácidos, reduz (NRC, 2006; AAFCO, 2020; FEDIAF, 2021). Apesar da menor demanda proteica, não há evidências que indiquem que altos níveis de proteína sobrecarreguem o metabolismo de cães adultos saudáveis (Ephraim *et al.*, 2020). Atribuir, no entanto, elevada inclusão proteica em uma formulação com o intuito de garantir consumo adequado de aminoácidos não é prática adequada, devido ao enorme impacto ambiental, de sustentabilidade e financeiro da proteína (Swanson *et al.*, 2013).

O NRC (2006) estabelece como NM de PB para cães adultos 2,62 g/kgPM<sup>0,75</sup> e uma NR de PB de 3,28 g/kgPM<sup>0,75</sup>. Em relação ao teor na dieta, sugere NM de 80 g PB/kg e NR de 100 g PB/kg de dieta com 4 kcal de EM/g (Melnick; Cowgill, 1937; Kade Jr *et al.*, 1948; Arnold; Schad, 1954; Wannemacher; McCoy, 1966; Sanderson *et al.*, 2001). Em estudo posterior (Humbert *et al.*, 2001) foi reportado NM de PB de 3,43 g/kgPM<sup>0,75</sup>, valor próximo, apenas 5% superior a NR proposta pelo NRC (2006). Ao avaliarem 3 teores de inclusão de PB (160, 240 e 320 g/kg ração), foi sugerido que proteína dietética superior a 16% pode não ser necessária para manter o equilíbrio de nitrogênio em cães adultos e idosos (Williams *et al.*, 2001).

No NRC (2006) encontra-se dois cenários quanto a NM de PB: estabelecida em estudos que empregam aminoácidos cristalinos; estabelecida em estudos que empregaram proteínas convencionais. Deve-se interpretar de modo crítico os estudos conduzidos nos dois cenários. Menores NM de PB são propostas em estudos que empregaram dietas baseadas em aminoácidos sintéticos, possivelmente por sua digestibilidade e biodisponibilidade serem quase totais. Estudos com proteínas intactas convencionais, com menores digestibilidade e biodisponibilidade resultam em NM de PB maiores, porém mais próximas das reais situações práticas de alimentação (Young; Borgonha, 2000; Reeds; Garlick, 2003). No então, devido à escassez de dados sobre necessidade e balanço ideal de aminoácidos para a espécie, pode-se especular que em nenhum dos dois cenários o perfil de aminoácidos absorvidos tenha sido próximo das necessidades (ou requerimento), o que por sua vez pode ter também elevado a NM proposta nos

experimentos (Williams *et al.*, 2001; Templeman *et al.*, 2019; Mansilla *et al.*, 2020; Sutherland *et al.*, 2020).

Uma enorme gama de ingredientes está disponível para ser utilizada como fonte proteica em dietas para cães, cada um apresentando perfil único de aminoácidos, digestibilidade e biodisponibilidade (Thompson, 2008; Hendriks *et al.*, 2015). Apesar de muitas dessas fontes de proteína terem sido avaliadas *in vivo* (Donadelli *et al.*, 2019), raramente esta avaliação incluiu a digestibilidade verdadeira de aminoácidos (Clapper *et al.*, 2001) ou respostas orgânicas dos animais (Muir *et al.*, 1996). Considerando-se que a qualidade da proteína transcende a simples consideração de seu teor de nitrogênio (ou PB) a influência das diferentes fontes disponíveis e mesmo o impacto da suplementação estratégica com aminoácidos cristalinos são avenidas de pesquisa quase inteiramente inexploradas para a definição da NR de PB para cães em manutenção.

### 2.3 SENESCÊNCIA

Para cães idosos, há marcada escassez de informações científicas sobre NP. Devido às importantes alterações orgânicas relacionadas à senectude, como desenvolvimento de sarcopenia, resistência insulínica, imunosenescência, etc. (Maria *et al.*, 2017; Ribeiro *et al.*, 2019; Pacheco, 2022) considerações nutricionais são muito importantes para esta faixa etária. Ao longo da história da nutrição de cães, sugeriu-se de início restrição de proteínas para preservar a função renal em animais idosos (Finco *et al.*, 1994). No entanto, estudos como os de Wannemacher e McCoy (1966), Bovée (1991), Finco (1994) e Laflamme (2008) demonstraram que a restrição de proteínas não é necessária em cães idosos saudáveis e estes podem mesmo vir a apresentar maior necessidade proteica que cães adultos jovens.

A sarcopenia destaca-se como redução natural de massa magra relacionada à idade (Freeman, 2012; Saker, 2021). Sua etiologia é multifatorial e pouco compreendida, e a suplementação de proteína tem sido sugerida como uma das abordagens terapêuticas, apesar de ainda não existirem comprovações científicas de eficácia para cães (Laflamme, 2012). É interessante que estudo já antigo, com abordagem invasiva, mas que quantificou massa magra e proteína muscular, demonstrou a disparidade e baixa acurácia do balanço de nitrogênio para estabelecer NP de animais idosos, indicando com base em critérios de massa

muscular a necessidade de inclusão de até 50% a mais de proteína na dieta de idosos em comparação aos adultos (Wannemacher e McCoy 1966).

Outro fato que corrobora a maior NR de PB para cães idosos é sua diminuição do gasto e da necessidade energética em comparação com adultos, o que resulta em menor ingestão de energia metabolizável por parte dos idosos para manutenção do escore corporal ideal (Harper, 1998; Laflamme, 2000; Maria *et al.*, 2017). Compensar a redução no consumo de alimentos para cães idosos requer aumentar a proporção de proteínas e aminoácidos em relação à energia biodisponível, assegurando assim ingestão suficiente desses nutrientes essenciais (Pacheco, 2022). Além desta compensação com relação ao consumo, deve-se considerar que não se conhece para cães a influência do consumo proteico sobre a resposta imunológica, cicatrização de feridas e promoção da saúde (Larsen e Farcas, 2014).

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As diretrizes da AAFCO e FEDIAF propõem NP mais elevadas para cães do que a NR indicada pelo NRC (2006). As justificativas incluem o uso de proteínas intactas em alimentos comerciais, com digestibilidade menor em relação a aminoácidos cristalinos, bem como diferenças na ingestão energética e consumo de ração. Apesar coerente, essa proposta apresenta-se questionável e frágil em função do desconhecimento da digestibilidade ileal de aminoácidos nos ingredientes empregados nos alimentos comerciais, da imprecisão de estimativas e da variabilidade do gasto energético e consumo calórico de cães domiciliados, fatores e desafios fisiológicos e ambientais na NP destes animais. Considerando ser as recomendações da AAFCO e FEDIAF correções arbitrárias da NR proposta pelo NRC, a fragilidade das informações científicas do próprio NRC é também uma preocupação, pois foram quase sempre obtidas por métodos inadequados como o balanço de nitrogênio. Com isto, é possível haver situações nas quais a correção seja insuficiente e a NP estimada menor que a NR ou próximo a NM, expondo cães à deficiência proteica, bem como situações opostas onde a NP estimada esteja muito elevada, resultando no uso excessivo de proteína e aminoácidos, aumento do desperdício deste nutriente importante, caro e com elevado impacto ambiental e em sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

AAFCO. **Official Publication-Association of American Feed Control Officials.** Association of American Feed Control Officials., 2020.

ALEXANDER, Peter *et al.* The global environmental paw print of pet food. **Global Environmental Change**, 65, p. 102153, 2020.

ALLISON, JAMES B. Optimal nutrition correlated with nitrogen retention. **The American Journal of Clinical Nutrition**, 4, n. 6, p. 662-672, 1956.

ARNOLD, Aaron; SCHAD, Jessy S. Nitrogen balance studies with dogs on casein or methionine-supplemented casein. **Journal of Nutrition**, 53, p. 265-273, 1954.

BOVÉE, Kenneth C. Influence of dietary protein on renal function in dogs. **The Journal of nutrition**, 121, p. S128-S139, 1991.

BURNS, Robert A; LEFAIVRE, Mary H; MILNER, John A. Effects of dietary protein quantity and quality on the growth of dogs and rats. **The Journal of nutrition**, 112, n. 10, p. 1843-1853, 1982.

BUTTERWICK, Richard F *et al.* Challenges in developing nutrient guidelines for companion animals. **British journal of nutrition**, 106, n. S1, p. S24-S31, 2011.

CASE, Linda P; CZARNECKI-MAULDEN, Gail L. Protein requirements of growing pups fed practical dry-type diets containing mixed-protein sources. **American Journal of Veterinary Research**, 51, n. 5, p. 808-812, 1990.

CLAPPER, GM *et al.* Ileal and total tract nutrient digestibilities and fecal characteristics of dogs as affected by soybean protein inclusion in dry, extruded diets. **Journal of Animal Science**, 79, n. 6, p. 1523-1532, 2001.

DELANEY, SJ *et al.* Dietary crude protein concentration does not affect the leucine requirement of growing dogs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, 85, n. 3-4, p. 88-100, 2001.

DONADELLI, RA; JONES, CK; BEYER, RS. 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, n. 3, p. 1371-1378, 2019.

EPHRAIM, Eden; COCHRANE, Chun-Yen; JEWELL, Dennis E. Varying protein levels influence metabolomics and the gut microbiome in healthy adult dogs. **Toxins**, 12, n. 8, p. 517, 2020.

FASCETTI, Andrea J. Nutritional management and disease prevention in healthy dogs and cats. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39, p. 42-51, 2010.

FEDIAF. **Nutritional guidelines for cats and dogs.** Brussels: The European pet food industry Federation., 2021.

FINCO, Delmar R *et al.* Effects of aging and dietary protein intake on uninephrectomized geriatric dogs. **American journal of veterinary research**, 55, n. 9, p. 1282-1290, 1994.

FREEMAN, LM. Cachexia and sarcopenia: emerging syndromes of importance in dogs and cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, 26, n. 1, p. 3-17, 2012.

FULLER, MF; CHAMBERLAIN, AG. **Protein requirements of pigs**. Butterworths, London, 1985.

GESSERT, CF; PHILLIPS, PH. Adverse effects of some amino acid supplements in low-protein diets for growing dogs. **The Journal of nutrition**, 58, n. 3, p. 423-431, 1956.

GOLONI, Camila *et al.* High starch intake favours bodyweight control in neutered and spayed cats living in homes fed ad libitum. **British Journal of Nutrition**, p. 1-47, 2024.

HARPER, E Jean. Changing perspectives on aging and energy requirements: aging and energy intakes in humans, dogs and cats. **The Journal of nutrition**, 128, n. 12, p. 2623S-2626S, 1998.

HEGSTED, DM. Protein requirements. *In*: **Mammalian protein metabolism**: Elsevier, 1964. p. 135-171.

HENDRIKS, WH; BAKKER, EJ; BOSCH, Guido. Protein and amino acid bioavailability estimates for canine foods. **Journal of Animal Science**, 93, n. 10, p. 4788-4795, 2015.

HUMBERT, B *et al.* Effects of dietary protein restriction and amino acids deficiency on protein metabolism in dogs. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, 85, n. 7-8, p. 255-262, 2001.

KADE JR, Charles F; PHILLIPS, Jean Houston; PHILLIPS, William A. The Determination of the Minimum Nitrogen Requirement of the Adult Dog for Maintenance of Nitrogen Balance: Nineteen Figures. **The Journal of Nutrition**, 36, n. 1, p. 109-121, 1948.

KANG, TI *et al.* Effects of Protein Levels on Growth and Nitrogen Balance in Growing Jindo Dog. **Journal of Animal Science and Technology**, 49, n. 5, p. 633-638, 2007.

LAFLAMME, DP. Nutritional management of liver disease. 2000.

LAFLAMME, DP. Pet food safety: dietary protein. **Topics in companion animal medicine**, 23, n. 3, p. 154-157, 2008.

LAFLAMME, DP. Companion animals symposium: obesity in dogs and cats: what is wrong with being fat? **Journal of animal science**, 90, n. 5, p. 1653-1662, 2012.

LAFLAMME, DP. Nutritional care for aging cats and dogs. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, 42, n. 4, p. 769-791, 2012.

MANSILLA, Wilfredo D *et al.* Minimum dietary methionine requirements in Miniature Dachshund, Beagle, and Labrador Retriever adult dogs using the indicator amino acid oxidation technique. **Journal of Animal Science**, 98, n. 11, p. skaa324, 2020.

MARIA, Ana Paula Judice *et al.* 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, n. 6, p. 2452-2466, 2017.

MELNICK, Daniel; COWGILL, George R. The Protein Minima for Nitrogen Equilibrium with Different Proteins: Four Figures. **The Journal of Nutrition**, 13, n. 4, p. 401-424, 1937.

MILLWARD, D Joe. Optimal intakes of protein in the human diet. **Proceedings of the Nutrition Society**, 58, n. 2, p. 403-413, 1999.

MORRIS, James G; ROGERS, Quinton R. Assessment of the nutritional adequacy of pet foods through the life cycle. **The Journal of nutrition**, 124, n. suppl\_12, p. 2520S-2534S, 1994.

MUIR, Heather E *et al.* Nutrient digestion by ileal cannulated dogs as affected by dietary fibers with various fermentation characteristics. **Journal of animal science**, 74, n. 7, p. 1641-1648, 1996.

NISHIMURA, Yusuke *et al.* Dietary protein requirements and recommendations for healthy older adults: a critical narrative review of the scientific evidence. **Nutrition research reviews**, p. 1-17, 2021.

NRC. **Nutrient requirements of dogs and cats**. National Academies Press, 2006.

PACHECO, Letícia G *et al.* Comparison of the precursor, amino acid oxidation, and end-product methods for the evaluation of protein turnover in senior dogs. **Plos One**, Accepted to Publication, 2024.

PACHECO, Letícia Grazielle. Determinação do turnover proteico e suplementação com aminoácidos de cadeia ramificada, arginina e ácido docosa-hexaenóico para controle da sarcopenia em cães idosos. 2022.

PRATT-PHILLIPS, SE *et al.* Effect of reduced protein intake on endurance performance and water turnover during low intensity long duration exercise in Alaskan sled dogs. **Comparative Exercise Physiology**, 14, n. 1, p. 19-26, 2018.

RIBEIRO, Erico de Mello *et al.* The effects of age and dietary resistant starch on digestibility, fermentation end products in faeces and postprandial glucose and insulin responses of dogs. **Archives of animal nutrition**, 73, n. 6, p. 485-504, 2019.

SAKER, Korinn E. Nutritional concerns for cancer, cachexia, frailty, and sarcopenia in canine and feline pets. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, 51, n. 3, p. 729-744, 2021.

SANDERSON, Sherry L *et al.* Effects of dietary fat and L-carnitine on plasma and whole blood taurine concentrations and cardiac function in healthy dogs fed protein-restricted diets. **American Journal of Veterinary Research**, 62, n. 10, p. 1616-1623, 2001.

SUTHERLAND, Katja AK *et al.* Lysine requirements in small, medium, and large breed adult dogs using the indicator amino acid oxidation technique. **Translational Animal Science**, 4, n. 3, p. txa082, 2020.

SWANSON, Kelly S *et al.* Nutritional sustainability of pet foods. **Advances in Nutrition**, 4, n. 2, p. 141-150, 2013.

TEMPLEMAN, James R *et al.* Tryptophan requirements in small, medium, and large breed adult dogs using the indicator amino acid oxidation technique. **Journal of Animal Science**, 97, n. 8, p. 3274-3285, 2019.

TEMPLEMAN, James R; SHOVELLER, Anna K. Digestible indispensable amino acid scores of animal and plant ingredients potentially used in dog diet formulation: how this protein quality metric is affected by ingredient characteristics and reference amino acid profile. **Journal of Animal Science**, 100, n. 11, p. skac279, 2022.

THOMPSON, Angele. Ingredients: where pet food starts. **Topics in companion animal medicine**, 23, n. 3, p. 127-132, 2008.

TIRAPÉGUI, Julio; ROGERO, Marcelo Macedo. Metabolismo de proteínas. **Fisiologia da nutrição humana. Aspectos básicos, aplicados e funcionais**, p. 69-109, 2007.

VAN PROOIJEN, Anne-Marie *et al.* Consumer Considerations of Carbon Paw Prints in Evaluations of Dog Food Products. **Society & Animals**, 1, n. aop, p. 1-22, 2024.

VERZOLA, Daniela *et al.* Low protein diets and plant-based low protein diets: Do they meet protein requirements of patients with chronic kidney disease? **Nutrients**, 13, n. 1, p. 83, 2020.

WANG, CF; LAW, A; HEGSTED, DM. Studies on the minimum protein requirements of adult dogs. **Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, 33, p. 462-479, 1948.

WANNEMACHER, RW; MCCOY, John R. Determination of optimal dietary protein requirements of young and old dogs. **The Journal of Nutrition**, 88, n. 1, p. 66-74, 1966.

WHITTEMORE, CT; GREEN, DM; KNAP, PW. Technical review of the energy and protein requirements of growing pigs: protein. **Animal Science**, 73, n. 3, p. 363-373, 2001.

WILLIAMS, CC *et al.* Effects of dietary protein on whole-body protein turnover and endocrine function in young-adult and aging dogs. **Journal of animal science**, 79, n. 12, p. 3128-3136, 2001.

WILLS, Josephine; SIMPSON, Kenneth W. **Waltham book of clinical nutrition of the dog and cat**. Pergamon Press, 1994. 0080422942.