



CEPENpet

CENTRO DE PESQUISA EM NUTROLOGIA
DE CÃES E GATOS - FMVZ/USP

Universidade de São Paulo (USP)
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ)
Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP)

NUTRIÇÃO DE CÃES E GATOS

Prof. Dr. Marcio Antonio Brunetto

PremieRpet[®]

APRESENTAÇÃO

O Projeto Pedagógico do curso ministrado na FMVZ-USP, recentemente aprovado (2017), além de atender recomendações oficiais de conteúdos tem como objetivos: (i) estimular o estudante a explorar, dentro de sua própria unidade, áreas de conhecimentos que permitam-no compor o conhecimento que necessita e deseja para sua formação; (ii) estimular o aluno a construir o conhecimento de forma orientada em outras fontes além daquelas disponíveis em sua unidade; (iii) integrar as áreas de conhecimentos da Unidade para minimizar a compartimentalização do aprendizado, promovendo a transversalidade entre elas; mas (iv) preservando, ao mesmo tempo, o caráter generalista do curso. Assim, a própria Matriz Curricular do Curso de Medicina Veterinária, já propõe que as disciplinas sejam organizadas em módulos de conhecimentos, de forma a solidarizar disciplinas de áreas afins. Os módulos de conhecimento organizam-se por critérios temáticos, quais sejam:

- Módulo 1: Conhecimentos fundamentais;
- Módulo 2: Morfologia e Função de Sistemas Biológicos;
- Módulo 3: Produção e Reprodução Animal;
- Módulo 4: Medicina Veterinária Preventiva;
- Módulo 5: Clínica e Cirurgia de Animais.

Desta forma, a disciplina de Nutrição e Criação de Cães e Gatos (VNP 3116), prevista no Módulo 3 e obrigatória a partir da nova grade curricular, possui interface com os demais módulos, tanto no ensino quanto na pesquisa. Os conhecimentos na área de nutrição (e desnutrição) de cães e gatos englobam diferentes linhas e, alguns deles são temas destaque no cenário atual. Mudança nítida ocorrida nos últimos anos foi em relação a percepção dos proprietários frente a estes animais de companhia. A maioria das pessoas que possuem um cão ou gato considera esse animal como membro da família. Segundo a CVA Pet Care (2016) - 31,0% da população avaliada consideram os pets como um membro da família e, 29,0% consideram-nos como filhos. Essa preocupação dos tutores com seus animais de estimação mudou a visão e ampliou o mercado pet como um todo e, isso não foi diferente no que se refere à nutrição e cuidados clínicos destes animais. Atualmente já é sabido que o objetivo da nutrição de cães não está apenas ligado à saciedade e sobrevivência, mas também ao bem-estar, melhora da saúde e redução do risco de doenças. A nutrição canina e felina, assim como a humana, está em ampla evolução científica e tecnológica, assim, representa muito mais do que simplesmente “nutrir” os pets.

Diante do exposto, o preparo dos alunos de graduação do curso de Medicina Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) frente a esta mudança de conceito em relação à importância da nutrição, da formulação de alimentos completos e balanceados, dos diferentes tipos de alimentos, bem como dos cuidados em relação a recomendação de um alimento específico para cada doença será de fundamental importância para atender os novos anseios da sociedade, bem como para a formação de profissionais cada vez mais envolvidos com a saúde e bem-estar dos animais de estimação.

Marcio Antonio Brunetto

COLABORADORES

Andressa Rodrigues Amaral

Formada em Medicina Veterinária pela Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA/USP). Realizou Práticas Profissionalizantes na área de Nutrologia de Cães e Gatos, na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ/USP). Atualmente é mestranda do Programa de Clínica Veterinária da FMVZ/USP, na área de Nutrologia de Cães e Gatos. Integrante do Serviço de Nutrologia Veterinária junto ao Hospital Veterinário da FMVZ/USP.



Fabio Alves Teixeira

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ/USP). Residência em Nutrição e Nutrição Clínica de Cães e Gatos pela FCAV/Unesp.

Mestrado pelo Programa de Clínica Veterinária da FMVZ/USP, com ênfase em Nutrologia de Cães e Gatos. Atualmente cursa Doutorado no mesmo Programa (em fase de conclusão). Integrante do Serviço de Nutrologia Veterinária junto ao Hospital Veterinário da FMVZ/USP.



Henrique Tobaró Macedo

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA/USP).

Realizou Práticas Profissionalizantes na área de Nutrologia de Cães e Gatos, pela FMVZ/USP. Mestre em Ciências, pelo Programa de Pós-graduação em Nutrição e Produção Animal, área de concentração Nutrição de Cães e Gatos. Foi pesquisador do Centro de Pesquisas em Nutrologia de Cães e Gatos (CEPEN Pet) da FMVZ/USP.



Larissa Wünsche Risolia

Médica veterinária formada pela Universidade Federal do Paraná com intercâmbio de graduação na École Nationale de Veterinaire de Toulouse na França, onde fez estágio com Nutrição Clínica. Mestre em Nutrição de Cães e Gatos pela Universidade Federal do Paraná. Atualmente cursa o Doutorado pelo Programa de Pós-graduação em Nutrição e Produção Animal da FMVZ/USP, na área de Nutrição e Nutrologia de Cães e Gatos. Pesquisadora do Centro de Pesquisas em Nutrologia de Cães e Gatos (CEPEN Pet) da FMVZ/USP. Integrante do Serviço de Nutrologia Veterinária junto ao Hospital Veterinário da FMVZ/USP.



Mariana Fragoso Rentas

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ/USP). Realizou Práticas Profissionalizantes na área de Nutrologia de Cães e Gatos, pela FMVZ/USP. Mestre em Ciências, pelo Programa de Pós-graduação em Nutrição e Produção Animal, área de concentração Nutrição de Cães e Gatos. Atualmente cursa o Doutorado no mesmo Programa. Pesquisadora do Centro de Pesquisas em Nutrologia de Cães e Gatos (CEPEN Pet) da FMVZ/USP.



Mariana Pamplona Perini



Zootecnista formada pela Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP). Realizou Práticas Profissionalizantes na área de Nutrologia de Cães e Gatos na FMVZ/USP. Possui Mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Nutrição e Produção Animal da FMVZ/USP. Atualmente cursa o Doutorado pelo mesmo programa, na mesma área. Pesquisadora do Centro de Pesquisas em Nutrologia de Cães e Gatos (CEPEN Pet) da FMVZ/USP.

Mariana Porsani



Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS). Especialização em Clínica Médica e Cirúrgica de Pequenos Animais pelo Instituto Qualittas. Residência em Clínica Médica de Pequenos Animais pela Universidade Federal de Lavras. Mestrado em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Doutora em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Clínica Veterinária com ênfase em Nutrologia de Cães e Gatos pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ/USP).

Rafael Vessecchi Amorim Zafalon



Possui graduação em Medicina Veterinária pelo Centro Universitário de Rio preto-UNIRP. Cursou Práticas Profissionalizantes em Nutrologia de Cães e Gatos na FMVZ/USP. Concluiu Mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Nutrição e Produção Animal da FMVZ/USP, com ênfase em Nutrição e Nutrologia de Cães e Gatos. Atualmente, é aluno de Doutorado pelo mesmo Programa e Instituição. Pesquisador do Centro de Pesquisas em Nutrologia de Cães e Gatos (CEPEN Pet) da FMVZ/USP.

Roberta Bueno Ayres Rodrigues



Zootecnista formada pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/Unesp, campus Jaboticabal. Realizou o Programa de Práticas Profissionalizantes na área de Nutrologia de Cães e Gatos no Centro de Pesquisas em Nutrologia de Cães e Gatos (CEPEN PET) da FMVZ/USP. Mestranda do Programa de Pós-graduação em Nutrição e Produção Animal da FMVZ-USP, com ênfase em Nutrição de Cães e Gatos. Pesquisadora do Centro de Pesquisas em Nutrologia de Cães e Gatos (CEPEN Pet).

Thiago Henrique Annibale Vendramini



Médico Veterinário formado pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP). Mestrado e Doutorado pelo Programa de Pós-graduação em Nutrição e Produção Animal da FMVZ/USP. Atualmente é Pós-doutorando do Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP) da FMVZ / USP e Pesquisador do Centro de Pesquisas em Nutrologia de Cães e Gatos (CEPEN Pet) da FMVZ/USP.

Vivian Pedrinelli



Possui graduação em Medicina Veterinária pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Residência em Nutrição e Nutrição Clínica de Cães e Gatos pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP - campus Jaboticabal - SP. Possui mestrado pelo Programa de Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, com ênfase em Nutrologia de Cães e Gatos, e atualmente cursa Doutorado no mesmo Programa. Integrante do Serviço de Nutrologia Veterinária junto ao Hospital Veterinário da FMVZ/USP.

SUMÁRIO

Apresentação	00
Colaboradores	00
Colaboradores	00
Introdução	00
Fisiologia digestiva de cães e gatos	00
Introdução	00
Boca	00
Esôfago	00
Estômago	00
Intestino delgado	00
Intestino grosso	00
Microbiota do trato gastrointestinal	00
Consumo dos alimentos	00
Carboidratos na nutrição e alimentação de cães e gatos	00
Introdução	00
Absorvíveis	00
Digeríveis	00
Fermentáveis	00
Não fermentáveis	00
Fontes de carboidratos utilizados nos alimentos para cães e gatos	00
Aplicações clínicas dos carboidratos	00
Gorduras e ácidos graxos na nutrição e alimentação de cães e gatos	00
Definição, classificação e nomenclatura	00
Triglicerídeos	00
Fosfolipídios	00
Esfingolipídios	00
Lipoproteínas	00
Funções gerais	00
Essencialidade	00
Fontes	00
Ácidos graxos na nutrição clínica	00
Cardiopatias	00
Doença renal crônica	00
Dermatopatias, dermatite alérgica e hipersensibilidade alimentar	00
Situações de restrição de gordura para cães e gatos	00
Linfangiectasia	00
Cirrose terminal com esteatorreia	00
Proteínas e aminoácidos na nutrição e alimentação de cães e gatos	00
Estrutura e composição	00
Funções das proteínas	00
Valor nutritivo	00
Necessidade proteica e de aminoácidos para cães e gatos	00
Fatores que alteram a necessidade proteica	00
Condições que implicam em aumento da ingestão proteica	00
Condições que implicam em redução da ingestão proteica	00
Hepatopatias	00
Doença renal crônica	00
Aminoácidos essenciais de interesse especial	00
Lisina	00

Metionina e cisteína	00
Particularidades dos felinos em relação a nutrição proteica	00
Maior necessidade proteica	00
Maior necessidade de arginina	00
Necessidade de taurina	00
Desnutrição proteica em cães e gatos	00
Fontes proteicas	00
Vitaminas na nutrição e alimentação de cães e gatos	00
Vitamina A	00
Vitamina D	00
Vitamina E	00
Vitamina K	00
Vitaminas do complexo B	00
Vitamina B1 (Tiamina)	00
Vitamina B2 (Riboflavina)	00
Niacina (vitamina B3)	00
Ácido pantotênico (vitamina B5)	00
Vitamina B6 (Piridoxina)	00
Biotina (vitamina B7)	00
Ácido fólico (vitamina B9)	00
Cobalamina (vitamina B12)	00
Colina	00
Minerais na nutrição e alimentação de cães e gatos	00
Cálcio (Ca) e Fósforo (P)	00
Magnésio (Mg)	00
Potássio (K)	00
Sódio (Na) e Cloro (Cl)	00
Ferro (Fe)	00
Cobre (Cu)	00
Zinco (Zn)	00
Iodo (I)	00
Selênio (Se)	00
Manganês (Mn)	00
Cobalto (Co)	00
Energia: medidas e necessidades	00
Introdução	00
Unidades	00
Conceitos básicos	00
Densidade energética dos alimentos	00
Estimativa da EM de alimentos industrializados para gatos	00
Estimativa das necessidades energéticas de cães e gatos	00
Cálculo da quantidade de alimento (gramas por dia)	00
Desbalanço de energia	00
Exercício resolvido 1	00
Exercício resolvido 2	00
Manejo nutricional nas diferentes fases da vida de cães e gatos	00
Introdução	00
Gestação	00
Cadelas	00
Gatas	00
Cadelas e Gatas	00

Lactação	00
Cadela	00
Gatas	00
Crescimento	00
Neonatos órfãos	00
Desmame	00
Crescimento pós-desmame	00
Manutenção	00
Geriatrics	00
Aditivos empregados na alimentação e nutrição de cães e gatos	00
Aditivos tecnológicos	00
Adsorventes	00
Antioxidantes e conservantes	00
Aditivos sensoriais	00
Aditivos nutricionais	00
Aditivos zootécnicos	00
Alimentos caseiros para cães e gatos	00
Introdução	00
Como avaliar alimentos caseiros	00
Riscos de alimentos caseiros inadequados	00
Passo a passo da formulação de alimentos caseiros	00
Conhecer seu objetivo	00
Definir o conteúdo nutricional	00
Conhecer os ingredientes	00
Determinar os ingredientes que serão utilizados	00
Determinar a quantidade de inclusão dos ingredientes	00
Exemplo 1 - Cálculo de energia metabolizável de um alimento caseiro	00
Exemplo 2 – Cálculo de quantidade diária de alimento consumida	00
Prescrição	00
Exemplo 3 - Modo de preparo	00
Acompanhamento do animal após prescrição da dieta	00
A nutrição na prática clínica	00
Protocolos de avaliação de alimentos para cães e gatos	00
Protocolo de digestibilidade	00
Introdução	00
Indicadores	00
Períodos	00
Animais e local	00
Alimentação	00
Amostras coletadas	00
Protocolo de avaliação do pH urinário	00
Introdução	00
Períodos	00
Animais e local	00
Alimentação	00
Amostras coletadas	00
Protocolo de palatabilidade	00
Introdução	00
Aceitabilidade	00
Preferência	00
Animais	00

Avaliações e amostras coletadas	00
Interpretação dos resultados	00
Protocolos de saúde em longo prazo	00
Introdução	00
Períodos e animais	00
Alimentação	00
Avaliações e amostras coletadas	00
Interpretação dos resultados	00
Referências	00

INTRODUÇÃO

Em 2018, o mercado pet global atingiu as cifras de US\$ 125 bilhões em vendas, sendo que 73% desse total (cerca de US\$ 91,1 bilhões), representaram as vendas globais de alimentos para cães e gatos. Esses números representam uma taxa de crescimento anual de 6,0% desde 2013 e crescimento geral de 31% durante o mesmo período. Espera-se ainda que este mercado registre crescimento anual de 5,4% durante os próximos anos (entre 2019-2024), o que deve gerar alcance aproximado de 113,08 bilhões de dólares até 2025 (GRAND VIEW RESEARCH INC, 2019).

Projeções apontam que as vendas de alimentos para cães e gatos no Brasil seguem e seguirão essa mesma tendência. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (ABINPET, 2018), o Brasil representa aproximadamente 5,2% do faturamento do mercado mundial na área de alimentos industrializados, números que o colocam em 2º lugar no ranking mundial. A ABINPET (2018) também apontou crescimento de 9,8% em relação ao ano anterior (2017). O faturamento do mercado pet brasileiro em 2018 foi de 20,3 bilhões de reais, sendo 73,9% referente a pet food; 17,7% pet vet (serviços) e 8,4% pet care (só para se ter uma ideia, em 2006, esse número era de apenas R\$ 3,3 bilhões de reais). Ademais, o mercado pet se consolida cada vez mais como uma fração importante da economia do país. Hoje, este segmento representa 0,36% do produto interno bruto (PIB) brasileiro e está à frente do setor de eletrodomésticos como geladeiras e freezers, componentes eletrônicos e, também, da indústria cosmética. Além disso, o mercado apresenta uma alta carga tributária (em média 51,20% sobre o produto), dinheiro arrecadado que é destinado para o próprio crescimento do país; financiamento de projetos de saúde, educação e programas sociais. Favorecendo assim, o montante recolhido, através da distribuição conforme as necessidades em benefício da população. Além disso, a educação, tecnologia e inovação são três itens que proporcionam evolução, promovendo ações para o fortalecimento da indústria nacional, para que seja inovadora e competitiva, o que também contribuirá para o desenvolvimento do Brasil.

Paralelo ao crescimento do mercado, fizemos uma rápida pesquisa em site de busca de livre acesso à base de dados (PUBMED) e, foi possível verificar crescimento de 165% (1990 – 2018) no número de artigos científicos publicados ao se utilizar o termo “pet nutrition”. Em paralelo, a procura pelo termo “nutrition” neste mesmo buscador, também apontou aumento significativo, no entanto, menor que o direcionado para animais de companhia. Assim, a nutrição de cães e gatos tem se norteado, igualmente, à nutrição humana, quanto a incorporação científica da importância dos alimentos para estes animais.

O presente material apresenta um compilado de informações técnicas e científicas que objetiva a formação e capacitação de estudantes de graduação, bem como profissionais já formados que se interessam pelo assunto.

FISIOLOGIA DIGESTIVA DE CÃES E GATOS

Mariana Fragoso Rentas, Larissa Wunche Risolia & Marcio Antonio Brunetto

INTRODUÇÃO

Para os estudos com nutrição de cães e gatos, é de extrema importância conhecer a anatomia e fisiologia do sistema digestório, visto que ele é responsável por digerir os alimentos e absorver os nutrientes. O sistema gastrointestinal é constituído pelo tubo digestivo, que começa na boca e termina no ânus e, as glândulas anexas que são responsáveis por secretar as enzimas digestivas (Figura 1). Os órgãos e tecidos desse sistema são responsáveis pela apreensão, mastigação, deglutição, digestão, absorção e excreção de nutrientes. O tamanho do tubo digestivo difere entre essas espécies. Cães de tamanho médio, apresentam cerca de 75 cm e, o intestino mede aproximadamente 4,5 m (3,9 m de intestino delgado e 0,6 m de intestino grosso). Os gatos possuem tubo digestivo que mede em torno de 50 cm e intestino com extensão aproximada de 2,1 m, sendo: 1,7 m de delgado e 0,4 m de intestino grosso. Outra particularidade desses animais em relação às outras espécies domésticas é o curto tempo de trânsito, portanto, o alimento permanece pouco tempo no trato gastrointestinal.

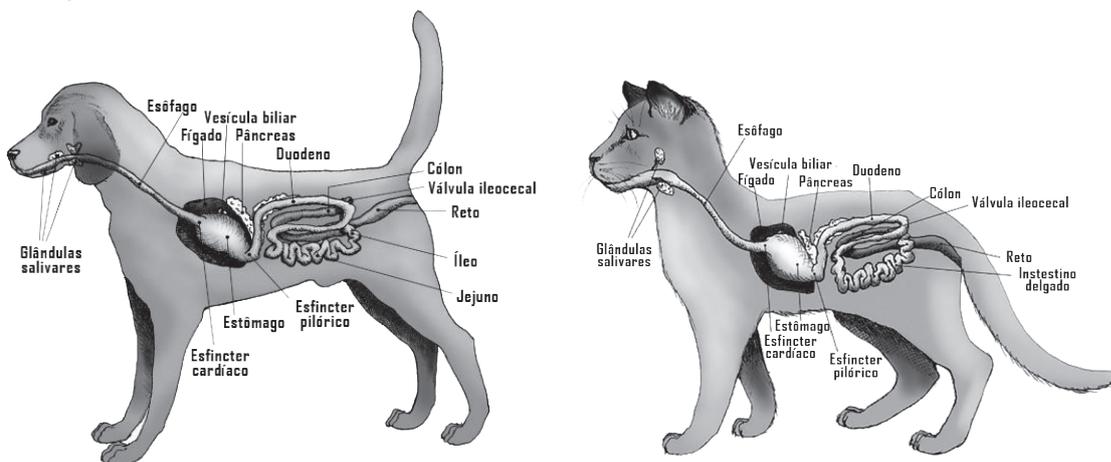


Figura 1. Sistema gastrointestinal de cães e gatos.
Fonte: NRC (2006).

O processo de digestão é uma complexa combinação entre eventos químicos, mecânicos e microbiológicos, os quais levam a degradação dos compostos alimentares. Os processos mecânicos são basicamente a mastigação e o peristaltismo involuntário intestinal e, tem como função reduzir o tamanho das partículas. Também fazem parte desse primeiro processo a apreensão, salivação e deglutição, associados esses mecanismos constituem uma sequência ordenada de eventos que resultam no bolo alimentar misturado com a saliva que progride para o estômago. De maneira conjunta à ação mecânica, ocorre o processo químico, que é composto pela secreção de eletrólitos, água e enzimas digestivas, os quais são controlados pelo sistema neuroendócrino e requer gasto de energia (processo ativo). Os agentes extracelulares que iniciam os processos secretórios ativos são os neurotransmissores do sistema nervoso autônomo e os hormônios gastrintestinais. Em conjunto, outros mecanismos intracelulares são ativados e efetuam resposta coordenada que conduz à secreção de enzimas ou íons pelas células alvo. Essas funções motoras e secretórias são realizadas pelos órgãos ao longo de sua passagem pelo trato digestivo. Por fim, ocorre a ação dos microrganismos presentes no intestino grosso, que secretam algumas enzimas capazes de realizar fermentação de estruturas complexas que passaram pelo processo de digestão. A seguir, são descritas as principais alterações que ocorrem com os alimentos, em cada órgão do sistema digestório, durante o processo de digestão.

BOCA

Órgão onde inicia a digestão, através da boca ocorre a introdução dos alimentos no trato gastrointestinal e por consequência no organismo. Nesse local ocorre a “mastigação física” e a mistura com a saliva. A quebra do alimento em partículas menores e a ação da saliva são importantes para a posterior digestão nos compartimentos seguintes. Diferentes de ruminantes e outras espécies herbívoras, o processo de mastigação por cães e gatos é mais rápido e superficial. Estas duas espécies apresentam a mesma quantidade de dentes incisivos e caninos, porém cães apresentam maior número de pré-molares e molares que os gatos. Essa característica pode ser explicada pela cadeia evolutiva e filogenética desses animais (cães), os quais apresentavam alimentação mais rica em vegetais e frutas, dieta onívora. Já os gatos possuem dentição típica de animais carnívoros estritos. A língua realiza a apreensão, mistura e a deglutição e, nela estão presentes as papilas gustativas, responsáveis pelo paladar. As glândulas salivares (parótidas, submandibulares, submaxilares, sublinguais e zigomática) secretam a saliva durante a mastigação do alimento e sua composição varia entre as glândulas e com a taxa de fluxo salivar, sendo que as submaxilares e sublinguais secretam grandes quantidades de muco e as parótidas secretam fluido seroso. A solubilização dos componentes dietéticos pela saliva facilita a detecção dos sabores pelas papilas gustativas. O pH da saliva de cães varia de 7,34 a 7,80; enquanto o de gatos é cerca de 7,5. Tanto cães quanto gatos possuem um ancestral estritamente carnívoro e, como herança genética não apresentam a enzima alfa-amilase salivar que daria início (caso presente) no processo de digestão do amido na boca. Além disso, a saliva também é importante para a termorregulação. Quando ocorre estímulo parassimpático devido ao aumento de calor, maior quantidade de saliva é produzida, a qual auxilia na troca de calor pelos cães.

Após esses processos descritos, o alimento será conduzido até o estômago e, este fluxo é iniciado pelo reflexo da deglutição, o qual dá a entrada do bolo alimentar ao esôfago.

ESÔFAGO

Esta estrutura é responsável por realizar o transporte do bolo alimentar da boca para o estômago, cujo processo pode ser realizado em poucos segundos. O esôfago apresenta constituição tubular e é formado por musculatura curta que se estende da faringe ao estômago. Em sua extensão, cruza o tórax e atravessa o diafragma. Na sua camada mais externa é constituído por tecido conjuntivo, logo abaixo do tecido conjuntivo apresenta camada muscular, submucosa e por fim a mucosa. As fibras musculares são compostas por células musculares estriadas longitudinais e circulares em quase toda a extensão do esôfago. Nos gatos, a extremidade caudal pode ser composta por algumas células musculares lisas. A camada submucosa é relativamente densa e, forma dobras para dentro da superfície epitelial. Quando o esôfago se encontra vazio, essas dobras ficam muito próximas umas às outras e assim, cerram o lúmen. Durante o deslocamento do bolo alimentar, essas dobras são niveladas e/ou distendidas, assim ocorre a dilatação do lúmen. Para que a passagem do bolo alimentar pelo esôfago ocorra de maneira mais rápida e eficiente, as células esofágicas secretam muco, o qual lubrifica esse conteúdo. Este é propulsionado para o estômago, por meio das ondas peristálticas. Quando o alimento chega ao fim do esôfago, ocorre relaxamento do esfíncter cárdico (anel muscular presente acima do cárdia do estômago, que tem como principal função evitar refluxo do estômago para o esôfago) em resposta aos movimentos peristálticos do esôfago, para passagem do alimento. Após a entrada do bolo alimentar, o esfíncter se fecha para evitar refluxo do conteúdo gástrico.

ESTÔMAGO

O estômago é subdividido em duas seções com funções diferentes, a proximal e a distal. A parte proximal está mais relacionada com o processo mecânico da digestão (Figura 2).

Assim, ela expande durante a estocagem temporária de alimentos e controla a taxa de passagem da ingesta para o intestino delgado. O estômago desses animais atua como um reservatório do organismo, função essa que permite com que os alimentos sejam digeridos ao longo do dia. Ademais a função de depósito, a parte proximal também possui células musculares circulares que promovem a mistura e maceração do alimento. Por fim, também é responsável pela produção de muco, a qual vai proteger a parede desse órgão durante o processo de digestão química. A porção distal por sua vez, tem função enzimática, portanto é responsável pela produção e secreções digestivas, as quais iniciam o processo de digestão das proteínas. As secreções liberadas pelo epitélio gástrico e glândulas associadas incluem água, muco, ácido clorídrico, enzimas proteolíticas e íons inorgânicos. A liberação ocorre em resposta a estímulos, tais como visão e olfato e, pela presença do alimento na boca ou no próprio estômago. O muco alcalino forma uma camada sobre a superfície da mucosa gástrica e assim, protege-a da digestão pelo ácido clorídrico e enzimas proteolíticas.

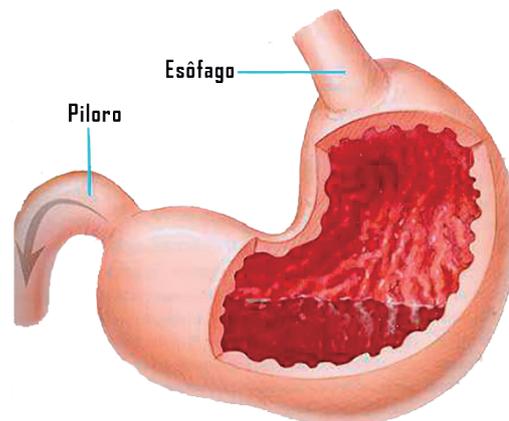


Figura 2. Anatomia do estômago.
Fonte: NRC (2006).

O suco gástrico de cães é constituído por bicarbonato (5-33mmol/L); potássio (7-28mmol/L); sódio (22-155mmol/L); cloreto (123-173mmol/L); cálcio (0,5-4mmol/L); fosfato (0,026-12mmol/L) e magnésio (0,021mmol/L). O suco gástrico de gatos é constituído por potássio (12-14mmol/L); sódio (12-56mmol/L); cloreto (156-166mmol/L); cálcio (1,0-2,5mmol/L); fósforo (0,06-0,19mmol/L); nitrogênio (7,1-29,3mmol/L).

As células parietais ou oxínticas são responsáveis pela secreção de ácido clorídrico, os mecanismos envolvidos na sua produção incluem a hidratação do CO₂ nas células parietais, responsável pela produção contínua de íons H⁺ e HCO₃⁻. Essa reação é catalisada pela enzima anidrase-carbônica, presente em altas concentrações nessas células. Nesse processo, para cada íon de H⁺ secretado para o lúmen gástrico, um íon de HCO₃⁻ é deslocado para a corrente sanguínea. A alcalose metabólica que ocorre durante a secreção ativa após a alimentação é conhecida como maré alcalina ou onda alcalina pós-prandial. Normalmente, ocorre quando o bicarbonato existente no sangue é consumido indiretamente durante a neutralização de secreções gástricas, à medida que adentram o intestino.

A secreção gástrica pode ser influenciada pela quantidade de proteína da dieta, quantidade de alimento e por hormônios que, de forma indireta, afetam o conteúdo ácido do estômago. O hormônio gastrina e o neurotransmissor parassimpático acetilcolina (ACh) são os mais importantes reguladores fisiológicos. A ACh estimula a liberação de gastrina, além do estímulo direto nas células parietais. A histamina também é um potente estimulador de secreção das células parietais. Esta estimula a secreção ácida por meio dos receptores H₂, a acetilcolina por meio dos receptores muscarínicos M₁ e a gastrina, pelos seus próprios receptores das membranas das células parietais. Alguns aminoácidos circulantes também podem estimular as células parietais na liberação de secreção ácida, resultante da presença de alimento no intestino delgado. As enzimas presentes em maior concentração no lúmen

do estômago do cão são a pepsina e a lipase. A lipase, em pH 4, é cerca de 13 vezes mais ativa nos triglicerídeos de cadeia longa do que nos de cadeia curta. Esta enzima é inativada de forma irreversível em pH abaixo de 1,5 ou acima de 7,0. Comparada à lipase pancreática, a lipase gástrica apresenta importância muito menor no metabolismo dos lipídeos, porém auxilia na formação das micelas. Já a pepsina apresenta atividade ótima em pH 2, mantido pela secreção do ácido clorídrico e é influenciada por hormônios, tal como o ACTH, sendo inativada em pH neutro. Essa enzima é mais ativa quando os animais ingerem colágeno, ou seja, quando ocorre digestão de proteína de origem animal. Funciona para alterar ligeiramente a composição da gordura e proteína ingerida, preparando-se para uma ação posterior de enzimas digestivas no intestino delgado. No cão, a resposta do pH gástrico pode variar de acordo com a dieta ingerida e com a capacidade tampão do alimento. Gatos parecem não apresentar as mesmas respostas e, além disso, apresentam pH estomacal médio mais baixo que de cães, por volta de 2,5. A taxa de esvaziamento gástrico pode ser afetada pelo volume estomacal, conteúdo de energia, viscosidade, densidade e tamanho das partículas, temperatura, peso corpóreo, quantidade de ácido no duodeno, ingestão de água, quantidade de alimento por refeição e tipo de dieta. Para cães, a média de tempo para ocorrer metade do esvaziamento gástrico varia entre 72-240 minutos e para gatos, varia entre 22-25 (estado acelerado) a 449 minutos (quando alimentados com alimentos úmidos).

INTESTINO DELGADO

O intestino delgado é dividido em três partes anatômicas que possuem funções distintas no processo digestivo: duodeno, jejuno e íleo. O duodeno é a primeira parte, localizado logo abaixo do piloro. O quimo, que passa através do esfíncter pilórico até o duodeno, consiste em uma massa semilíquida constituída por partículas alimentares misturadas com secreções gástricas. Os carboidratos e as gorduras conservam a sua composição quase inalterada, mas as proteínas já foram parcialmente hidrolisadas a oligopeptídeos menores. No entanto, essa digestão prévia não é essencial, pois as enzimas presentes no intestino delgado são capazes de digerir completamente proteínas intactas. Nessa fase da digestão também ocorre ação mecânica, esses movimentos misturam completamente a massa alimentar com as secreções intestinais, aumentam a exposição das partículas alimentares digeridas em relação à superfície mucosa e desaceleram a propulsão da massa alimentar pelo trato intestinal. Os constantes movimentos das microvilosidades intestinais misturam o quimo, que se encontra em contato com a parede e aumentam a eficiência de absorção da partícula digerida. Uma vez que o bolo alimentar adentra o intestino delgado, grandes quantidades de muco são secretadas pelas glândulas de Brunner e, esta substância possui a função de proteger a mucosa contra a irritação e a erosão produzida pelos ácidos gástricos procedentes do estômago, além de lubrificar novamente o bolo alimentar.

A maior parte da digestão enzimática do alimento ocorre no intestino delgado, sendo que quatro secreções estão normalmente presentes nesse local: suco duodenal, bile, suco pancreático e suco entérico. O suco duodenal é também sintetizado pelas glândulas de Brunner e é constituído por uma solução alcalina que tem por finalidade lubrificar a mucosa duodenal e protegê-la contra o ácido clorídrico proveniente do estômago. A ingestão de grande volume de água pode induzir a secreção ácida no estômago por estimular a liberação de gastrina e reduzir o pH da porção proximal do duodeno para valores próximos a 1,5. O pH duodenal médio para gatos é de 5,7 e, os do jejuno e íleo; 6,4 e 6,6, respectivamente.

A bile é secretada pelos hepatócitos e tem como funções fornecer fonte de ácidos biliares que são necessários para a digestão e a absorção de gorduras, por facilitarem a ação da lipase pancreática. Ademais, serve como rota de excreção para certos metabólitos e fármacos e, como um tampão adicional para a neutralização de íons H⁺ no duodeno. Os ácidos biliares são sintetizados no fígado a partir do colesterol sob a ação da enzima 7-al-

fa-hidroxilase, sendo a atividade da enzima inversamente proporcional à quantidade de sais biliares presentes no conteúdo intestinal. Gatos só conseguem conjugar ácidos biliares com taurina. Os sais são transportados de forma ativa dos hepatócitos para dentro dos canalículos biliares. Os cátions e a água seguem por difusão passiva, o que torna a bile isosmótica. No íleo, ocorre transporte ativo dos sais biliares e pelo menos 90% deles são absorvidos nesse segmento intestinal. A bile é armazenada na vesícula e durante os processos interdigestivos. Durante os processos digestivos, a vesícula contrai-se e o esfíncter de Oddi relaxa sob influência da colecistoquinina (CCK) e, grande volume de bile é liberado para o duodeno.

A função do pâncreas exócrino é a secreção de bicarbonato para alcalinizar o pH ácido do conteúdo gástrico que flui para o duodeno e a secreção de enzimas para a digestão luminal de carboidratos, gorduras e proteínas. O suco pancreático é sintetizado pelas células exócrinas do pâncreas organizadas em ácinos que possuem grânulos de zimogênio responsáveis pela secreção de enzimas. A secretina e a colecistoquinina regulam a secreção de suco pancreático. A secretina estimula o pâncreas a secretar bicarbonato quando ocorre a acidificação dos conteúdos do intestino delgado. A concentração de bicarbonato e o pH do fluido pancreático são dependentes da taxa de fluxo. A liberação de colecistoquinina resulta da presença de alimento parcialmente digerido, especialmente gordura e peptídeos contendo fenilalanina, no intestino, e resulta na liberação de sucos ricos em enzimas. As principais características do suco pancreático são: pH 7,1-8,2; taxa de secreção de 0,2-1,1mL/min; 98% de água; 8,4 a 9,7g/L de minerais; 14-64g/L de sólidos totais; 93-143mmol/L e 71,4-671,4mmol/L de nitrogênio total. Para gatos, as informações são mais limitadas: 2,3-2,55mmol/L de cálcio e 67-93mmol/L de cloreto. O suco pancreático apresenta propriedades antibacterianas e pH alcalino como ótimo para sua ação. As enzimas pancreáticas, os zimógenos e as suas respectivas funções, estão apresentadas a seguir:

1. Amilase: realiza a quebra de polissacarídeos até açúcares mais simples e é encontrada de maneira ativa no pâncreas;

2. Tripsinogênio: é um zimógeno, ou seja, precursor da tripsina. As enzimas não podem ser secretadas na sua forma ativa, pois digeririam os órgãos que as secretam. Assim, o tripsinogênio é ativado pela enteroquinase à tripsina (enzima proteolítica) que por sua vez continua a ativação do tripsinogênio. Embora o tripsinogênio possa transformar-se espontaneamente em tripsina, essa conversão é suprimida no pâncreas pelo inibidor de tripsina. Se isto não ocorresse essa enzima seria capaz de digerir a própria glândula pancreática.

3. Quimiotripsinogênio: precursor da quimiotripsina. Estas duas são classificadas como endopeptidases, por atuarem no meio da molécula proteica.

4. Procarboxipeptidase: convertida à carboxipeptidase pela tripsina. Classificada como exopeptidase e atua nas extremidades da molécula proteica, cuja ação promove a liberação de um aminoácido terminal.

5. Lipase pancreática: é ativada pelos sais biliares e tem como função romper a molécula lipídica. Os produtos finais da digestão dos triglicerídeos, pela lipase, são uma mistura de di e monoglicerídeos e, ácidos graxos livres.

6. Outras enzimas: lecitinase A e B; colesterol esterase, polinucleotidases, nucleosídeos e fosfatases.

INTESTINO GROSSO

O papel principal do intestino grosso (IG) de cães e gatos é a absorção de eletrólitos e água e, servir como ambiente para a fermentação microbiana de nutrientes que escapam da digestão e absorção no intestino delgado. Nas duas espécies, trata-se de um órgão relativamente curto, aproximadamente 60cm em cães e, 40cm em gatos. O IG apresenta três porções anatômicas: ceco, cólon e reto. Dentre essas, o cólon compreende a maior parte, dividido em três porções – cólon ascendente, transversal e descendente. O intestino

grosso não possui qualquer vilosidade e sua superfície é lisa. Glândulas retas e tubulares denominadas criptas de Lieberkuhn, estendem-se da superfície serosa através da mucosa. O IG apresenta células mucosas em sua porção mais profunda e células mucosas e epiteliais próximo à superfície. O muco é alcalino e sua função é proteger a mucosa de injúrias mecânicas e químicas, além de promover a lubrificação para facilitar a passagem das fezes. Além disso, os íons bicarbonato neutralizam os ácidos produzidos pela fermentação bacteriana.

MICROBIOTA DO TRATO GASTRINTESTINAL

A microbiota do trato gastrointestinal (TGI) é um ecossistema complexo composto por espécies de bactérias, fungos, protozoários e vírus. Ela pode ser definida como o agregado de todos os microrganismos que habitam o intestino e o sistema de interações que esses organismos apresentam entre si e, com as células hospedeiras. Das espécies de bactérias presentes na microbiota, algumas apresentam potencial patogênico, enquanto outras são consideradas benéficas para o hospedeiro. Tal ecossistema complexo e diverso pode contribuir de maneira benéfica à saúde do hospedeiro. Quando a microbiota está em eubiose, colabora para o bom funcionamento dos processos de digestão, metabolização de nutrientes, sistema imunológico e manutenção da homeostase. Além disso, esses microrganismos podem contribuir com a manutenção da saúde local, devido à participação da microbiota intestinal em muitos processos importantes para o metabolismo do hospedeiro, como metabolismo dos ácidos biliares, fermentação e utilização dos produtos de carboidratos não digeríveis e proteínas. Estudos recentes realizados em animais criados em ambiente estéril demonstraram papel importante da microbiota comensal em recuperar energia e produção de vitaminas. Roedores *germ-free* quando comparados com roedores convencionais, requereram 30% mais energia em sua dieta e, a suplementação com vitamina K e várias vitaminas do complexo B foram necessárias para auxiliar o crescimento e o desenvolvimento desses animais.

Acreditava-se que a colonização do TGI pelos microrganismos ocorria durante o parto, porém uma pesquisa recente demonstrou que ela pode iniciar na fase fetal. Logo, a presença de bactérias no útero pode ser considerada fator prejudicial ao feto e, influenciar no desenvolvimento imunológico do indivíduo, já que podem competir pelos mesmos sítios de ligação da microbiota nativa do TGI. A microbiota intestinal se estabelece ao longo do tempo, conforme as experiências alimentares, exposição a microrganismos e a exploração do ambiente pelo indivíduo. Além disso, podem ocorrer mudanças em sua composição, dependendo dos desafios, idade e desordens digestivas que podem ocorrer. Além disso, o perfil da microbiota residente pode ser influenciado pela utilização de ingredientes alimentares como fontes de fibras, prebióticos, enzimas, probióticos e agentes acidificantes.

Sabe-se muito pouco ainda em relação a caracterização da microbiota de cães e gatos, sendo que, a maioria das pesquisas realizou a análise fecal de animais saudáveis. Simpson et al. (2002) ao caracterizarem a composição bacteriana de fezes de cães, observaram concentração 20 vezes menor no número de aeróbios (2×10^9 UFC - Unidades Formadoras de Colônias) em relação a anaeróbios totais (4×10^{10} UFC). Quando avaliaram o grupo de anaeróbios, observou-se maior número de bacteroidetes em cães jovens (2,5 anos) comparado a cães mais velhos (10,9 anos). Concentrações de lactobacillus e bifidobacteria não tiveram influência de idade. Os mesmos autores observaram também influência da raça dos animais na composição da microbiota. Cães da raça Pastor Alemão tenderam a apresentar maior número de Clostridium e, os da raça Setter Inglês maior número de Fusobacteria.

Middelbos et al. (2010) em outro experimento realizado com cães saudáveis, encontraram frequência de 40% do filo Fusobacteria; 35% do filo Bacteroidetes e apenas 25% do filo Firmicutes. Resultados diferentes foram obtidos por Handle et al. (2011), os quais observaram predominância de 92% de bactérias do filo Firmicutes e abundância de 2,3% do filo Bacteroidetes. Neste mesmo estudo, o gênero Nakaseomyces foi predominante dentre

a microbiota fúngica. Durante a avaliação dos segmentos do trato gastrointestinal de cães, Honnefferet al. (2017) encontraram a prevalência geral de bactérias do filo Firmicutes, Fusobacteria, Bacteroidetes, Proteobacteria e Actinobacteria.

Vários fatores podem interferir nos resultados das proporções na microbiota fecal, dentre eles, os intrínsecos como espécie, indivíduo, dieta e ambiente. Além dos externos como coleta e manipulação da amostra, método de extração do DNA e RNA, primers e técnica empregada. O ambiente do trato gastrointestinal de mamíferos é complexo e necessita de caracterização mais aprofundada. Técnicas mais antigas, como a de cultivo, são comumente usadas, porém são incapazes de cultivar e classificar cerca de 99,0% das bactérias presentes no intestino. Desta forma, ferramentas moleculares se tornaram o método padrão para investigar a microbiota intestinal de cães e gatos.

As técnicas moleculares por outro lado, são capazes de identificar o microrganismo de forma eficaz através de substâncias específicas presentes na célula bacteriana, tais como RNA e DNA. O PCR foi bastante utilizado para caracterizar a microbiota do TGI. No entanto, com essa técnica é possível identificar espécies bacterianas específicas, as quais representam apenas uma pequena fração da microbiota total. Portanto, não são percebidas alterações em espécies bacterianas diferentes das quantificadas. O sequenciamento de última geração (SUG) é uma técnica baseada em DNA, que permite avaliação abrangente da comunidade microbiana gastrointestinal, a qual possibilita avaliação ampla do microbioma, o que seria impossível pelos métodos tradicionais. O SUG e a disponibilidade de ferramentas de bioinformática podem gerar a classificação detalhada do rRNA 16S da microbiota intestinal.

Por mais que o processo de digestão e absorção seja muito eficiente, pequenas quantidades de compostos chegam ao intestino grosso e podem sofrer fermentação pela microbiota residente local. Compostos nitrogenados podem sofrer proteólise por essas bactérias. Tal processo resulta na liberação de peptídeos e aminoácidos que sofrem uma série de reações de oxidação e redução. Como produtos finais, são originados diversos compostos de putrefação, tais como amônia, aminas, ácidos graxos de cadeia ramificada, indóis, fenóis e compostos orgânicos voláteis. Estes são responsáveis pelo mal odor nas fezes de cães e gatos, podendo indicar alteração do estado de saúde gastrointestinal do animal.

Por outro lado, a presença de bactérias no cólon, cerca de 10^{10} por grama de fezes na matéria seca, apresenta importante participação na fermentação de carboidratos complexos como amido resistente, polissacarídeos não amiláceos, oligossacarídeos não digeríveis e álcoois de açúcar. A principal via de fermentação gera piruvato a partir de hexoses do carboidrato não digerido. As bactérias do cólon usam uma gama de enzimas hidrolisantes de carboidratos para produzir hidrogênio, metano, dióxido de carbono, ácidos graxos de cadeia curta [AGCC (principalmente acetato, propionato e butirato)] e lactato. Esses produtos da fermentação, em especial os AGCC, desempenham papel importante na manutenção da saúde do TGI. As células epiteliais do cólon, preferencialmente utilizam o butirato como fonte de energia, mesmo quando substratos concorrentes, como glicose e glutamina, estão disponíveis. O butirato é considerado um nutriente-chave que determina a atividade metabólica e o crescimento dos colonócitos e, pode funcionar como um fator de proteção primário contra os distúrbios colônicos.

A fermentação microbiana pode aumentar a produção de ácido lático, o qual reduz o pH luminal e fecal e assim, inibe o crescimento de microrganismos patogênicos. O baixo pH fecal resulta em redução da degradação de peptídeos e na formação de compostos tóxicos, como amônia, aminas e compostos fenólicos e, diminui a atividade de enzimas bacterianas indesejáveis. Porém, a redução do pH não afetou a proliferação de bactérias benéficas como *Bifidobacteria* e *Lactobacillus*.

Várias vias metabólicas estão presentes na formação dos AGCC. De forma sucinta, a síntese de ácido acético ocorre através da hidrólise do acetil-CoA, formado a partir do piruvato, que produz CO₂, o qual é convertido com grupo metil e CoA à acetil-CoA. Entretanto,

to, a maior parte do piruvato é convertido em acetil-CoA. Já na síntese de ácido propiônico, três vias metabólicas podem estar envolvidas, sendo elas: via do succinato, via da fucose e via do acrilato, pela rota do lactato. Na formação do ácido butírico, ocorre a reação inversa de beta oxidação, bem como duas rotas alternativas, a primeira pela ação da fosfotransbutirilase e butirato-quinase e, a segunda que emprega uma via de CoA-transferase, que transfere a fração CoA do butiril-CoA para o acetato. Em relação à última via, salienta-se que o acetato estimula a rota da CoA-transferase, para detoxificação de seu excesso, sendo que bactérias adaptadas para sobreviver em ambientes diferentes do lúmen intestinal possuem rota da butirato-quinase, a qual não depende de altas concentrações de acetato, o que pode permitir que estas bactérias sobrevivam a ampla gama de condições ambientais.

CONSUMO DOS ALIMENTOS

Durante muito tempo, postulou-se que para monogástricos adultos, o consumo de alimentos é estabelecido, primariamente, pelo conteúdo de energia metabolizável do mesmo. Portanto, se existe aumento da concentração de energia do alimento, o consumo de energia líquida não é alterado, pois se reduz o consumo de matéria seca. Do mesmo modo, se ocorre diminuição da densidade energética da dieta, com o aumento na concentração de fibra da mesma, espera-se que o consumo aumente. Este conceito é estendido a todas as espécies de monogástricos, inclusive cães e gatos; entretanto, a teoria da regulação de consumo somente pelo conteúdo energético dos alimentos confronta com o crescente número de cães e gatos obesos. Quando se trabalha com a nutrição de cães e gatos é importante lembrar que experiências prévias têm um importante papel na escolha do alimento por esses animais. Portanto, a exposição a sabores e texturas específicas pode influenciar a aceitabilidade. Diversos fatores internos e externos podem influir no consumo de energia e de alimentos. Dentre os principais sinais internos que afetam o consumo de animais de companhia podem ser citados a distensão gástrica, a resposta fisiológica ao aspecto e odor do alimento, as mudanças das concentrações plasmáticas de nutrientes específicos, hormônios e peptídeos. Por sua vez, como fatores externos podem ser citados a disponibilidade de alimentos, bem como o horário de oferecimento e sua quantidade, textura, composição e palatabilidade.

Dentre todos estes, a palatabilidade se destaca como fator regulador de consumo em cães e gatos. Segundo o National Research Council (2006), a palatabilidade pode ser definida como as propriedades físicas e químicas da dieta que estão associadas com a promoção ou supressão do comportamento alimentar, durante o período pré-absortivo e imediatamente após o período pós-absortivo, isto é, uma resposta não condicionada, antes que um efeito metabólico ou qualquer subsequente condicionamento na ingestão de alimento ocorra. Quando oferecidas aos cães dietas com diferentes concentrações de proteína, eles tenderão a ingerir aquelas em que a proteína supra cerca de 25-30% de suas necessidades calóricas, dependendo do tipo de proteína e quantidade de carboidratos na dieta. Já os gatos não são capazes de selecionar os alimentos pela sua concentração proteica, o que faz com que fatores ligados à palatabilidade conferida pelos aminoácidos e peptídeos sejam mais importantes na manutenção da adequação nutricional dessa espécie. Além da palatabilidade, a aversão aprendida a determinadas dietas ou ingredientes é fator importante no comportamento alimentar de cães e gatos. Os carnívoros parecem aprender mais facilmente a não comer algo com gosto ruim do que comer o que tem gosto agradável. No entanto, os felinos apresentam comportamentos de aversão aprendida para dietas com baixo sódio apenas em situações de acidose metabólica, não prevenindo a deficiência de sódio em condições de homeostase. Por fim, é importante ressaltar que cães tem comportamento neofílico, ou seja, gostam de experimentar alimentos diferentes, sabores e texturas, ao contrário de gatos que são animais neofóbicos. Por esse motivo, é importante apresentar para esses animais ainda quando filhotes diferentes tipos de alimentos, texturas e sabores.

CARBOIDRATOS NA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE CAES E GATOS

Larissa Wünsche Risolia, Mariana Fragoso Rentas & Marcio Antonio Brunetto

INTRODUÇÃO

Diversas pessoas acreditam que os carboidratos (CHO) são prejudiciais aos animais de companhia, uma vez que seus antecessores não tinham acesso à este tipo de nutriente na natureza. Contudo, esta afirmação não é verdadeira. Na natureza, os lobos ingeriam frutas e tubérculos para evitar longos períodos de jejum, o que ocorria entre caçadas, e fizeram com que os cães fossem considerados carnívoros de oportunidade. Enquanto isso, os gatos ingeriam pequenas porções de carboidratos presentes nas caças, que poderiam estar na forma de glicogênio ou conteúdo visceral.

De maneira geral, na natureza, cães e gatos consumiam como base da sua alimentação proteína, seguido de lipídeos e por fim uma pequena quantidade de carboidratos. Em decorrência da domesticação destes animais, esta pirâmide alimentar tornou-se invertida, sendo os carboidratos os principais nutrientes da alimentação, seguidos pelos lipídeos e em menor proporção, as proteínas. Isso ocorre principalmente pelo custo dos ingredientes e pelo papel que o amido possui no processamento de alimentos na indústria pet. Como dúvida, restava saber se o consumo de uma dieta rica em carboidratos seria benéfico ou danoso aos pets. Para elucidar este questionamento, Axelson et al. (2013) publicaram na revista Nature um estudo que determinou o sequenciamento genômico de cães e lobos que representaram pontos chave na domesticação, incluindo genes referentes à digestão de carboidratos e metabolismo lipídico. Os autores concluíram que as adaptações que permitiram que os ancestrais de cães se adaptassem à dietas ricas em carboidratos, como por exemplo aumento da atividade amilolítica, constituiu um passo crucial na domesticação destes animais. Este estudo evidenciou que a partir da evolução destes animais eles passaram a ter melhor habilidade de consumir, metabolizar e aproveitar os carboidratos. Com relação aos gatos, Oliveira et al. (2008) avaliaram a digestibilidade de 6 fontes de amido (milho, arroz, sorgo, ervilha, lentilha e farinha de mandioca) e foi constatado que, caso haja o processamento adequado desses ingredientes, a digestibilidade do amido pode superar 90%. A eficiência na digestão do amido por gatos foi relatada também por outros autores. Dessa forma, fica claro que cães e gatos estão adaptados à ingestão de carboidratos na sua dieta.

Apesar de bem digeridos e aproveitados pelos cães e gatos, os carboidratos não são essenciais para estas espécies, uma vez que estes animais são extremamente neoglicogênicos. Sendo assim, um alimento que contenha teores adequados de nutrientes não glicídicos pode resultar em glicemia dentro do intervalo de referência para estas duas espécies, uma vez que cães e gatos utilizam o glicerol e aminoácidos para manutenção da homeostase glicêmica. Tanto o esqueleto carbônico dos aminoácidos e o glicerol dos triglicérides são capazes de fornecer precursores neoglicogênicos. No metabolismo deste nutriente, a glicose em excesso pode ser armazenada na forma de glicogênio tanto nos músculos como no fígado dos animais e, se mesmo após a formação desta reserva ainda restar glicose, esta será transformada em triglicérides e armazenada nos adipócitos. No caso dos carnívoros, as vias gliconeogênicas estão em constante atividade. Para os felinos, esta atividade é ainda mais importante, pois ocorre mesmo quando estão ingerindo menor quantidade de proteína.

Os carboidratos são os principais constituintes dos vegetais e são compostos por carbono, hidrogênio e oxigênio. Eles constituem a maior parte dos alimentos comerciais secos e semi-úmidos para pets, podendo representar até 70% de sua composição química e equivalerem de 30 a 60% da energia metabolizável dos alimentos extrusados. Desta forma, os carboidratos são utilizados pelos animais como principal fonte energética (1g de CHO = 3,5kcal). Além disso, os carboidratos também podem atuar na formação de gordura, proteger o uso de proteína como fonte

energética, compor as membranas celulares e participarem na motilidade e saúde intestinal.

De acordo com o *Nutrient Requirements of Dogs and Cats* (2006), os carboidratos podem ser classificados de acordo com o número de açúcares em:

1. **Monossacarídeos** – apenas um açúcar na composição. Exemplo: glicose, galactose e frutose.
2. **Dissacarídeos** – união de dois açúcares na composição. Exemplo: sacarose (frutose + glicose), lactose (glicose + galactose) e maltose (glicose + glicose).
3. **Oligossacarídeos** – união de dois a seis monossacarídeos. Exemplo: frutoligossacarídeo (FOS) e mananoligossacarídeo (MOS).
4. **Polissacarídeos** – união de mais de seis monossacarídeos. Exemplo: amido, celulose e glicogênio.

Além disso, os carboidratos também podem ser classificados pela sua funcionalidade de acordo com a digestão da molécula em: absorvíveis, digeríveis, fermentáveis e não fermentáveis.

ABSORVÍVEIS

Os monossacarídeos (glicose, frutose, sorbitol, manitol e xilol) fazem parte desta classificação. Absorvíveis são aqueles carboidratos que não precisam passar pelo processo de quebra / hidrólise para serem transportados para o interior das células.

Este tipo de carboidrato é o principal responsável pelo pico glicêmico pós-prandial. Após uma refeição rica em carboidratos absorvíveis ocorre o aumento da concentração de glicose sanguínea. Em animais saudáveis, este excesso de glicose é encaminhado para o interior das células pela ação da insulina, resultando na normalização da glicemia para valores similares ao da pré-alimentação. O tempo necessário para que ocorra esta normalização é variável entre indivíduos. A figura 1 ilustra como ocorre o pico glicêmico pós-prandial.

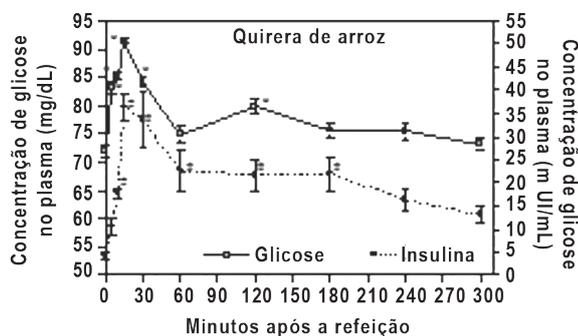


Figura 1. Curva glicêmica pós-prandial de cães avaliada em minutos. (Fonte: Carciofi et al., 2008).

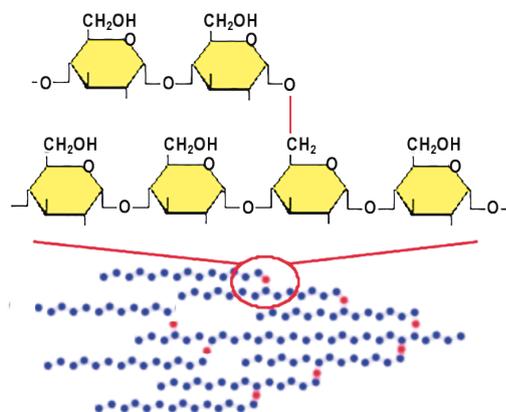
DIGERÍVEIS

Como exemplo dessa classe podem ser citados os dissacarídeos, alguns tipos de oligossacarídeos e polissacarídeos não estruturais (lactose, sacarose, maltose, trealose e amido). Este tipo de carboidratos pode ser digerido pelas enzimas produzidas pelo próprio animal. Estes carboidratos são hidrolisados pelas enzimas pancreáticas para então serem transformados em monossacarídeos e por fim, a absorção destes ocorre de forma ativa, ou seja, com gasto de energia.

O amido é um carboidrato digerível que pode ser definido como um homopolímero constituído de cadeia alfa- glicosídica que por hidrólise fornece somente glicose. Ele é constituído por amilose e amilopectina estruturadas na forma de grânulos quando estão nos tecidos vegetais. A amilose é mais linear e não possui ramificações, sendo constituída de ligações $\alpha 1 \rightarrow 4$ que fazem com que esta molécula possua uma estrutura helicoidal. Ela constitui de 20 a 30% do amido e seu peso molecular é de 105 – 106 kDa. Enquanto isso, a amilopectina é muito ramificada, possui ligações $\alpha 1 \rightarrow 4$ e $\alpha 1 \rightarrow 6$ e constitui aproximadamente 80% dos polissacarídeos do grânulo de amido. A cada 20/30 moléculas de glicose há uma ramifica-

ção e, por isso, seu peso molecular é maior do que o da amilose (de 107 – 109 kDa). A figura 2 ilustra as estruturas da amilose e da amilopectina.

a) Amilose:



b) Amilopectina

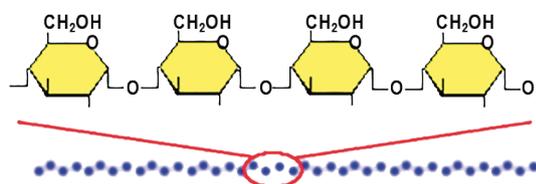


Figura 2. a) Estrutura química da cadeia de Amilose. b) Estrutura química da cadeia de Amilopectina. (Fonte: <http://www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/basics/polysac.html>).

O grânulo de amido pode ter diferentes proporções de amilose:amilopectina, o que interfere diretamente na velocidade de digestão. Desta forma, o amido pode ser classificado como:

1. Digestão rápida: este tipo é basicamente composto por 100% de amilopectina e apresenta tempo de digestão de aproximadamente 20 minutos;

2. Digestão lenta: este tipo é composto por 55%/45% de amilopectina/amilose, respectivamente. Seu tempo de digestão varia de 20 a 100 minutos;

3. Resistente: possui alta quantidade de amilose e pode ser classificado em 5 tipos.

a. Amido resistente do tipo 1 – fisicamente inacessível: caracteriza-se pela inacessibilidade física parcial das enzimas digestivas a esse substrato.

b. Amido resistente do tipo 2 – grânulo resistente: apresenta-se acumulado e com conformação radial, além de ser parcialmente desidratado, estrutura que impede a ação das amilases.

c. Amido resistente 3 – amido retrógrado: apresenta reestruturação da amilose e da amilopectina após a gelatinização (que será abordada posteriormente neste capítulo), processo que dificulta o acesso das enzimas amilolíticas à molécula.

d. Amido resistente do tipo 4 – amido modificado quimicamente: apresenta ligações atípicas, o que impede que haja ação dessas enzimas, devido a incompatibilidade física entre o substrato e a amilase.

e. Amido resistente do tipo 5: resulta da associação entre amilose e lipídios, o que torna seus grânulos menos expansíveis durante o processamento, o que dificulta a ação hidrolítica das amilases.

Considerando esta classificação do amido, podemos perceber que a proporção entre amilose e amilopectina influencia de maneira direta a velocidade de digestão e absorção deste carboidrato. Esta característica é importante, pois influencia de forma direta na glicemia pós-prandial, e assim, possui papel importante no controle glicêmico de cães diabéticos. De maneira geral, o amido resistente e o de digestão lenta possuem baixa velocidade de digestão, o que resulta em baixa glicemia pós-prandial. Enquanto isso, o amido de digestão rápida proporciona alta glicemia pós-prandial. Na figura 3, pode-se visualizar dois tipos de curva glicêmica, a vermelha, resultante da ingestão de amido rapidamente digestí-

vel (formação de um pico glicêmico pós-prandial) e a verde, gerada pela digestão de amido resistente ou lentamente digestível, que proporciona uma curva glicêmica mais estável.

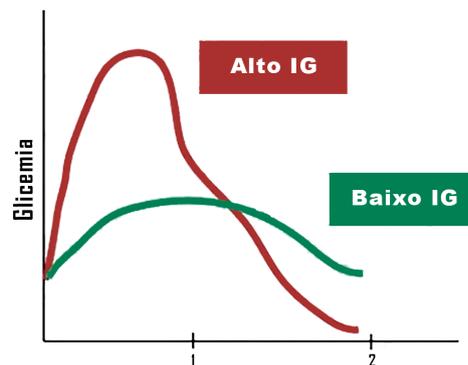


Figura 3. curvas glicêmicas resultantes após a ingestão de amido resistente ou de digestão lenta (verde) e por amido de digestão rápida (vermelho). (Fonte, Brunetto, MA).

Desta forma, o amido é o principal componente que altera e determina a onda glicêmica pós-prandial de cães, a qual é diretamente influenciada pela fonte deste amido (cada ingrediente possui uma proporção de amilose:amilopectina) e pela quantidade ingerida (carga glicêmica). Quanto mais rápida e completa a digestão, mais rápida e intensa será a curva glicêmica pós-prandial produzida. Com relação à fonte, a figura 4 (A e B) ilustra as curvas glicêmicas pós-prandiais de cães após a ingestão de arroz e de sorgo. Como pode-se perceber, o arroz resulta em pico glicêmico elevado, enquanto o sorgo mantém a curva mais estável, sendo assim melhor opção para a nutrição de animais diabéticos.

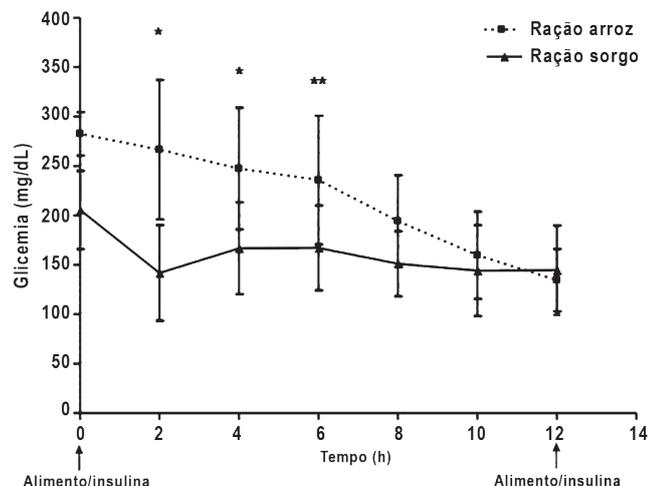


Figura 4. A) curva glicêmica de cães saudáveis alimentados com arroz; B) curva glicêmica de cães saudáveis alimentados com sorgo. (Fonte: Carciofi et al., 2008).

Vale lembrar que, após a digestão do amido, o aumento da glicemia promove o estímulo para a liberação de insulina pelas células beta do pâncreas. Este hormônio é o responsável pelo transporte de glicose para o interior das células e assim, normaliza a glicemia para valores dentro do intervalo de referência, após as refeições. O uso de alimentos que minimizem e estendam a onda glicêmica pós-prandial proporciona o restabelecimento mais rápido e fácil da glicemia normal, tornando-a uma boa opção para animais diabéticos.

O amido possui também como função proporcionar estrutura aos *kibbles* após a extrusão do alimento, conferindo-lhe forma, textura e assim, também influencia na dureza e densidade. Todas estas características físicas impactam diretamente na palatabilidade final do alimento e são determinadas no momento da gelatinização do amido. A gelatinização é um processo que ocorre no momento da extrusão do alimento e necessita de umidade, pressão

e temperatura para ocorrer, condições proporcionadas pela própria extrusora. O amido encontra-se naturalmente armazenado em grânulos nos tecidos das plantas, portanto, estão encapsulados no momento em que os ingredientes são incorporados à mistura. Quando são aquecidos, estes grânulos começam a absorver água e aumentam de tamanho em relação a sua dimensão original. Isso ocorre devido a ruptura das pontes de hidrogênio que ligam as moléculas de amido (amilose e amilopectina) e, uma vez rompidas, ligam-se às moléculas de água, conferindo textura viscosa à massa. A incorporação de água às moléculas de amilose e amilopectina faz com que o grânulo de amido exceda seu limite de expansão e se rompa, o que resulta na liberação de amilose e amilopectina para o meio externo. O processo de gelatinização então é o que permite a formação dos *kibbles* (por conta da viscosidade da massa) e, o aumento da digestibilidade do amido (pelo aumento da superfície de contato das estruturas do amido com as enzimas digestivas, após sua expansão). Uma vez cozido, a digestibilidade do amido passa de 72% para valores próximos a 100%. A figura 5 ilustra as alterações que ocorrem com a estrutura do amido durante o processo de gelatinização. Para maior elucidação em relação a esse processo, indica-se o vídeo encontrado no link a seguir: <https://www.youtube.com/watch?v=oiGUyvMHqM4&t=11s>.

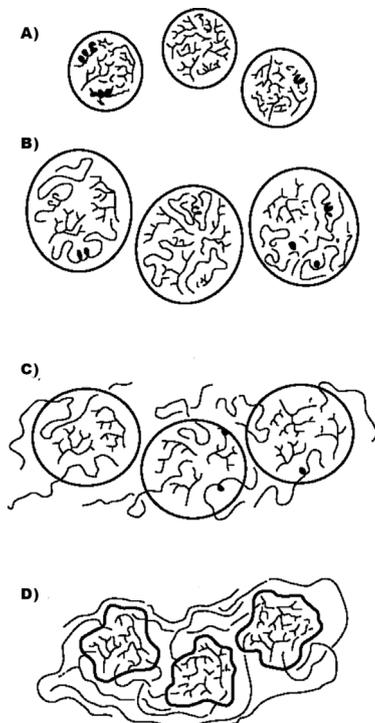


Figura 5. Processo de gelatinização do amido. A) Grânulo cru de amido, constituído de amilose e amilopectina; B) Adição de água quebra a cristalinidade da amilose e rompe as hélices, os grânulos de amido incham; C) Adição de calor e mais água, grânulos de amido mais inchados. A amilose começa a se difundir para fora dos grânulos; D) Os grânulos passam a ter mais amilopectina, estão colapsados e dispersos em uma matriz de amilose (formação de gel).

(Fonte: <https://www.allaboutfeed.net/Equipment/Articles/2018/2/Gelatinised-extruded-feed-Does-it-matter-253018E/>).

O grau de moagem também interfere na digestibilidade do amido, sendo de 79% para aqueles com moagem grosseira e, de 94% para os grãos com moagem fina. Os grãos com moagem mais grosseira são menos susceptíveis ao processamento e à gelatinização em função da menor área de superfície de contato dos grânulos de amido com as moléculas de água. Se for mal processado, o amido reduz sua digestibilidade e, a porção não digerida será propulsionada para o intestino grosso, onde será fermentada pelas bactérias ali presentes e dependendo da quantidade de substrato fermentado, pode ocorrer flatulência, fezes moles e diarreia.

Além dos carboidratos absorvíveis e digeríveis (os não estruturais), existem também os polissacarídeos não amiláceos, também conhecidos como carboidratos estruturais ou fibras dietéticas. As fibras dietéticas não são consideradas como um nutriente e não existe recomendação para a sua inclusão nos guias da FEDIAF (2018) e do NRC (2006). Contudo, sua inclusão é extremamente necessária para o funcionamento normal do trato gastrointestinal. Elas podem ser classificadas como estruturas associadas à parede celular das plantas, resistentes à ação de enzimas digestivas de mamíferos, por apresentarem ligações do tipo beta.

A adição de fibras na dieta pode proporcionar efeitos benéficos ou indesejáveis, dependendo do tipo e quantidade deste nutriente adicionada no alimento. Como consequências da adição de fibras na dieta de cães e gatos podem ser citadas a redução no consumo de alimento, redução da digestibilidade, diluição de calorias, aumento na motilidade intestinal e o fornecimento de substrato para a fermentação pela microbiota no intestino grosso. As fibras podem ser classificadas em fermentáveis e não fermentáveis e, solúveis e insolúveis.

FERMENTÁVEIS

São polissacarídeos estruturais com açúcares unidos por ligações beta acessíveis às enzimas bacterianas. Como exemplos podem ser citados a lactose, certos oligossacarídeos, fibras dietéticas e amido resistente. Lembrando que, em relação à lactose, ao se tornarem adultos, cães e gatos perdem a capacidade de digeri-la por deixarem de produzir a enzima lactase. Sendo assim, ela é classificada como carboidrato fermentável na fase adulta destes animais.

Este tipo de carboidrato não é digerido pelas enzimas produzidas pelo trato gastrintestinal de cães e gatos e, quando alcançam o intestino grosso, será utilizado como substrato pela microbiota local. Este processo é essencial para o bom funcionamento do intestino e nutrição dos colonócitos. Como subprodutos desta fermentação originam-se os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC): acetato, propionato e butirato, sendo que este último é a principal fonte de energia dos colonócitos e gera 4,5 vezes mais energia do que a glicose. Os AGCC são rapidamente absorvidos pela mucosa do cólon e estimulam a absorção de sódio. Além disso, possuem efeito sobre a consistência fecal, de acordo com a sua concentração no intestino, sendo que quantidades muito elevadas ou demasiadamente baixas proporcionam aumento do conteúdo de água fecal, enquanto isso, concentrações moderadas resultam em baixo conteúdo de água fecal. Sendo assim, deve-se buscar o equilíbrio entre a inclusão de fibras para agregar benefícios e seus efeitos deletérios. A fermentação de carboidratos também pode resultar na produção de ácido lático, metano, CO₂ e H₂.

Vale ressaltar que os microrganismos possuem preferência por determinados substratos, dessa forma, ao se modular a ingestão de fibras / substâncias fermentáveis, capazes de chegar ao intestino grosso, pode-se também modular a microbiota intestinal como um todo. Neste aspecto, a nutrição é essencial para garantir a saúde intestinal dos animais. Estudos com microbiota já apontaram indícios de sua relação com doenças como depressão, mal de Alzheimer, obesidade e doença inflamatória intestinal. Desta forma, pesquisadores têm buscado cada vez mais informações a respeito deste tópico.

Uma forma de modular a população de microrganismos presentes no intestino grosso é com o uso de aditivos nutricionais que estimulem o desenvolvimento seletivo da microbiota intestinal benéfica, em detrimento da maléfica, são eles os prebióticos, probióticos e simbióticos. Os prebióticos (pré – antes, bio – vida) são aqueles compostos que passam pelo estômago e intestino delgado relativamente inertes e, são então fermentados no intestino grosso por bactérias benéficas ao organismo, promovendo o crescimento das mesmas e o estado de eubiose. Como consequência da fermentação ocorre redução do pH intestinal e o ambiente torna-se desfavorável às bactérias patogênicas (tais como E. coli, Salmonella e Clostridium) promovendo seleção bacteriana por exclusão competitiva. Enquanto isso, os probióticos são os próprios microrganismos benéficos da microbiota intestinal que são fornecidos via oral e também são capazes de promover a eubiose. Por fim, os simbióticos são a associação de pré e probióticos fornecidos aos animais de forma combinada.

Normalmente as fibras fermentáveis são classificadas como solúveis e, além de servirem como substrato fermentativo para a microbiota intestinal, elas têm a capacidade de absorver água e, assim, podem alterar a textura e promover aumento de viscosidade do bolo alimentar. Este efeito resulta no retardo do esvaziamento gástrico e reduz a digestibilidade do conteúdo do trato gastrintestinal. A redução da digestibilidade ocorre pela dificul-

dade de acesso das enzimas digestivas ao conteúdo alimentar, ocasionada pelo aumento da viscosidade. Por outro lado, essa textura também é capaz de promover efeitos benéficos para o animal. Ela é capaz de promover maior saciedade (uma vez que reduz a taxa de passagem e confere maior peso para o conteúdo alimentar) e pode reduzir as concentrações pós-prandiais de glicose, triglicérides e colesterol do sangue. Este último efeito é também ocasionado pelo aumento da viscosidade, pois dessa forma, a digestão e absorção destas substâncias torna-se mais lenta.

NÃO FERMENTÁVEIS

Este é o caso de algumas fibras dietéticas que não são fermentadas pela microbiota intestinal e nem conseguem ser absorvidas ou digeridas pelo animal, como por exemplo a lignina. Este tipo de fibra contribui diretamente para o aumento do volume fecal e para a redução do tempo de trânsito intestinal, por promoverem efeitos mecânicos na mucosa. Contudo, o uso deste tipo de fibra pode acarretar em alguns efeitos negativos, como o ganho de peso deficiente (uma vez que esta promove saciedade e dilui a energia do alimento), pelos opacos e redução da palatabilidade do alimento.

Estas fibras em sua grande maioria são classificadas como insolúveis e conferem consistência e volume ao bolo fecal (por não serem digeridas/fermentadas), estimulam o peristaltismo intestinal (pelo efeito mecânico na mucosa), causam redução da digestibilidade (pelo aumento da taxa de passagem do conteúdo alimentar pelo trato gastrointestinal, o que reduz o tempo de contato com as enzimas digestivas) e interferem no peso das fezes e, no número de evacuações.

De maneira geral, as fibras fermentáveis são preferencialmente solúveis, enquanto às não fermentáveis costumam ser insolúveis, contudo, nem sempre isso é uma regra. No quadro 1 pode-se observar que existem algumas fibras pouco solúveis que possuem fermentabilidade moderada, enquanto algumas fibras altamente solúveis possuem baixo grau de fermentação.

Quadro 1. Características de solubilidade e fermentação de algumas fontes de fibra.

FIBRA	SOLUBILIDADE	FERMENTABILIDADE
Polpa de beterraba	Baixa	Moderada
Farelo de arroz	Baixa	Baixa / Moderada
Pectina	Alta	Alta
Goma arábica	Alta	Moderada
Goma xantam	Alta	Baixa

A fermentabilidade e solubilidade da fonte de fibra são essenciais para determinar a aplicabilidade dos nutrientes, seja na formulação do alimento ou no seu uso como nutracêutico.

FONTES DE CARBOIDRATOS UTILIZADOS NOS ALIMENTOS PARA CÃES E GATOS

Com base nos rótulos de alguns produtos comercializados no Brasil, observou-se que o milho, quirera de arroz, arroz integral, farelo de trigo e sorgo (no caso dos cães) são os ingredientes mais utilizados como fonte de carboidratos digeríveis (amido). A composição química destes ingredientes está descrita no quadro 2.

Quadro 2. Composição química das principais fontes de amido empregadas nas formulações de alimentos para cães e gatos.

INGREDIENTE	PB (% mín)	EE (% mín)	FB (% máx)	AMIDO (% mín)	MM (% máx)	U (% máx)
Milho	7,0	2,0	3,5	62,0	2,0	14,5
Quirera de arroz	8,0	1,9	1,0	74,5	1,5	12,0
Arroz integral	8,8	1,9	7,0	74,9	1,2	14,0
Farelo de trigo	14,0	3,0	11,0	31,0	6,5	13,5
Sorgo	7,0	2,0	3,0	61,0	1,5	13,0

PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo (gordura); FB= fibra bruta; MM= matéria mineral; U= umidade.

Com relação as fontes de fibras encontradas nestes alimentos, os principais ingredientes foram casca de soja, polpa de beterraba, farelo de arroz desengordurado e polpa cítrica. A composição química destas matérias-primas encontra-se no quadro 3.

Quadro 3. Composição química das principais fontes de carboidratos estruturais encontradas nas formulações de alimentos para cães e gatos.

INGREDIENTE	PB (% mín)	EE (% mín)	FB (% máx)	AMIDO (% mín)	MM (% máx)	U (% máx)
Casca de soja	10,0	2,0	40,0	-	7,0	12,5
Polpa de beterraba	8,5	0,4	21,0	88,7	6,4	12,4
Farelo de arroz desengordurado	15,0	1,0	12,0	48,0	13,0	13,0
Polpa cítrica	5,0	1,5	14,0	59,5	8,0	12,0

PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo (gordura); FB= fibra bruta; MM= matéria mineral; U= umidade.

Estas características são importantes para a escolha dos ingredientes no momento da formulação. O nutricionista deve sempre levar em consideração alguns aspectos do animal para o qual se destina a formulação, como a fase de vida (crescimento, adulto, idoso) e o estado fisiológico / reprodutivo (castrado, gestante, lactante). Depois de estabelecida a necessidade nutricional da categoria em questão, pode-se optar pela melhor fonte e quantidade de inclusão deste nutriente, lembrando que diferenças na solubilidade e fermentabilidade das fibras conferem aos animais diferentes benefícios fisiológicos e aplicações.

APLICAÇÕES CLÍNICAS DOS CARBOIDRATOS

Os carboidratos possuem aplicações diretas na clínica veterinária para animais que apresentem alterações fecais, diabetes ou obesidade. No caso das alterações fecais, de acordo com Cave (2012) pode-se utilizar suplementação de Psyllium na dose de 1g/kg/dia (e a variação entre 0,3 a 4,9g) em casos de diarreia e, na dose de 20% da matéria seca da dieta em casos de constipação. Isso ocorre pela capacidade desta fibra em reter água, por ser hidrossolúvel, o que resulta na redução da água livre nas fezes no caso da diarreia e redução da absorção excessiva de água, no caso da constipação.

Em cães diabéticos, a fonte de amido pode interferir no controle glicêmico. Um estudo realizado pelo grupo de pesquisa do professor Márcio Brunetto comparou os efeitos de duas dietas isonutrientes com diferentes fontes de amido, sendo estas ervilha e cevada vs. milho em cães diabéticos. A dieta a base de milho foi processada para gerar índice de gelatinização de amido mais baixo, tornando-o menos digestível. Os animais foram alimentados com duas rações extrusadas secas, com teores moderados de gordura e amido e,

altos teores de proteína e fibra. Como resultados observou-se que os cães alimentados com dieta a base de ervilha e cevada apresentaram melhor controle glicêmico em cães diabéticos.

Com relação às fibras, existem alguns estudos que avaliaram seu uso em animais diabéticos. Os mecanismos propostos para sua atuação envolvem ação indireta da fibra (pois o conteúdo em fibras no intestino retarda a absorção de glicose oriunda da digestão do amido) ou substituição de amido por fibra, o que gera menor glicemia pós-prandial. Um estudo comparou o uso da suplementação de fibras solúveis e insolúveis em animais diabéticos e, os autores observaram que ambas reduziram a glicemia pós-prandial.

Na obesidade, a fibra pode auxiliar no aumento da saciedade dos animais e, por isso, estimular o comprometimento do tutor com o programa de emagrecimento. Além disso, as fibras diluem a energia da dieta proporcionando maior consumo volumétrico de alimento sem aumentar o consumo energético. As fibras insolúveis exercem principalmente este papel de saciedade volumétrica nos animais. Enquanto isso, as fibras solúveis podem auxiliar animais obesos no sentido de proporcionar maior estabilidade de glicemia, ocasionada pela absorção mais lenta do amido por conta do aumento de viscosidade do bolo alimentar. Isso resulta em maior tempo para reduzir a glicemia e aumentar a secreção de glucagon, o que proporciona maior tempo de saciedade para animais em programas de perda de peso. O amido complexo também pode atuar da mesma maneira beneficiando estes animais, pois também promove absorção mais lenta de glicose e assim, promove períodos mais longos de saciedade.

GORDURAS E ÁCIDOS GRAXOS NA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE CÃES E GATOS

Roberta Bueno Ayres Rodrigues, Andressa Rodrigues Amaral & Marcio Antonio Brunetto

DEFINIÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E NOMENCLATURA

A palavra lipídeo é derivada do grego *lipos*, que significa gordura. Os lipídeos podem ser definidos como um grupo de substâncias insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos como clorofórmio, éter de petróleo e álcoois. Podem ser classificados como simples, compostos e derivados. Os lipídeos simples são representados pelos triglicerídeos, que são constituídos de ácidos graxos unidos a uma molécula de glicerol e, pelas ceras, que apresentam número maior de ácidos graxos unidos a uma molécula de álcool de cadeia longa. Os lipídeos compostos são formados pela junção de um lipídeo a uma molécula não lipídica, como os fosfolipídeos e as lipoproteínas e, o grupo dos derivados é constituído por compostos de esterol, como o colesterol.

TRIGLICERÍDEOS

Os triglicerídeos são a forma principal de gordura presente na alimentação dos animais domésticos e através deles são obtidos os ácidos graxos (AG). Os AG são formados por uma cadeia parafínica (carbono e hidrogênio) e por um grupo carboxila [carbono, oxigênio e hidrogênio (Figura 1)] e podem ser classificados como saturados e insaturados.

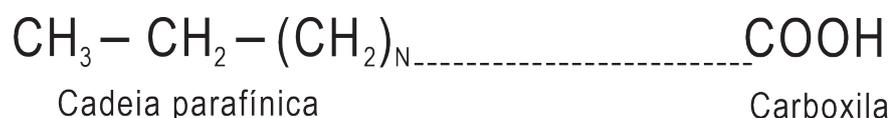


Figura 1. Representação estrutural do ácido graxo.

Ácidos graxos saturados (AGS): não possuem duplas ligações e são geralmente sólidos à temperatura ambiente. Gorduras de origem animal são normalmente ricas em AGS. A Figura 2 ilustra a representação do ácido esteárico, que é composto por 18 carbonos e nenhuma dupla ligação. O sebo bovino pode apresentar até 40% de ácidos graxos saturados na sua composição.

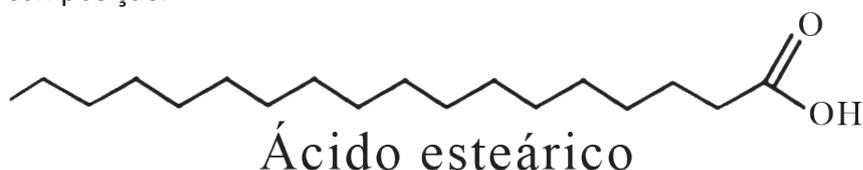


Figura 2. Representação estrutural do ácido graxo saturado esteárico.

Ácidos graxos insaturados (AGI): possuem uma ou mais duplas ligações, podendo ser mono ou poli-insaturados (AGPI) e normalmente apresentam-se líquidos à temperatura ambiente. Os óleos vegetais e animais podem ser fontes desses ácidos graxos. O óleo de linhaça, por exemplo, apresenta alta concentração de ácido linolênico, que é constituído por 18 carbonos e duas duplas ligações (Figura 3).

Quando existem mais de uma dupla ligação, estas são sempre separadas por pelo menos 3 carbonos, nunca são adjacentes, nem conjugadas.

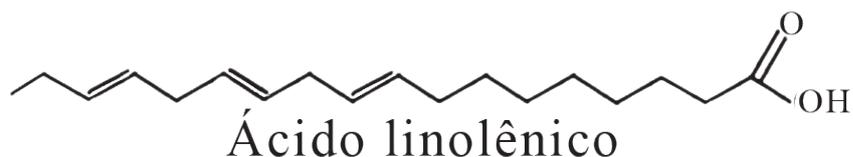


Figura 3. Representação estrutural do ácido graxo polinsaturado linolênico.

A posição da primeira dupla ligação permite a classificação dos ácidos graxos insaturados em famílias. Quando ela se encontra após o nono carbono, ele pertence à família ômega 9 (n-9), após o carbono 6, este pertence à família ômega-6 (n-6) e, após o carbono 3, constitui a família ômega-3 (n-3). Ao considerar o número de carbonos, a quantidade de duplas ligações e a família a que pertencem, é possível utilizar-se de uma nomenclatura específica. No quadro a seguir (Quadro 1) estão apresentados alguns ácidos graxos e suas nomenclaturas.

Quadro 1. Nomenclatura comum e sistemática de alguns ácidos graxos presentes em tecidos animais.

NOME COMUM	NOME SISTEMÁTICO	Nº CARBONOS	DUPLAS LIGAÇÕES	FAMÍLIA	SÍMBOLO
Láurico	Dodecanóico	12	0		12:0
Palmitico	Hexadecanóico	16	0		16:0
Palmitoleico	Hexadecanóico	18	1	n-7	18:1n-7
Esteárico	Octadecanóico	18	0		18:0
Oleico	Octadecanóico	18	1	n-9	18:1n-9

NOME COMUM	NOME SISTEMÁTICO	Nº CARBONOS	DUPLAS LIGAÇÕES	FAMÍLIA	SÍMBOLO
Linoleico	Octadecadienóico	18	2	n-6	18:2n-6
Linolênico	Octadecadienóico	20	3	n-3	20:3n-3
Araquidônico	Eicosatetraenóico	20	4	n-6	20:4n-6
EPA	Eicosapentaenóico	20	5	n-3	20:5n-3
DHA	Docosahexaenóico	22	6	n-3	22:6n-3

Fonte: Adaptado de Curi et al. (2002).

O Ácido linoleico (AL) é o precursor de todos os ácidos graxos da família n-6 e o linolênico (ALA) da família n-3. Por não poderem converter-se uns nos outros, faz-se necessária a presença dos dois precursores na dieta de cães e gatos, visto que ácidos graxos de cadeia longa, com duas ou mais insaturações, são sintetizados em quantidade limitada por mamíferos e, precisam ser fornecidos através da alimentação.

Dentro de uma mesma família, um ácido graxo dá origem a outros pela ação das enzimas dessaturases, que acrescentam duplas ligações e, elongases, que adicionam carbonos às moléculas (Figura 4).

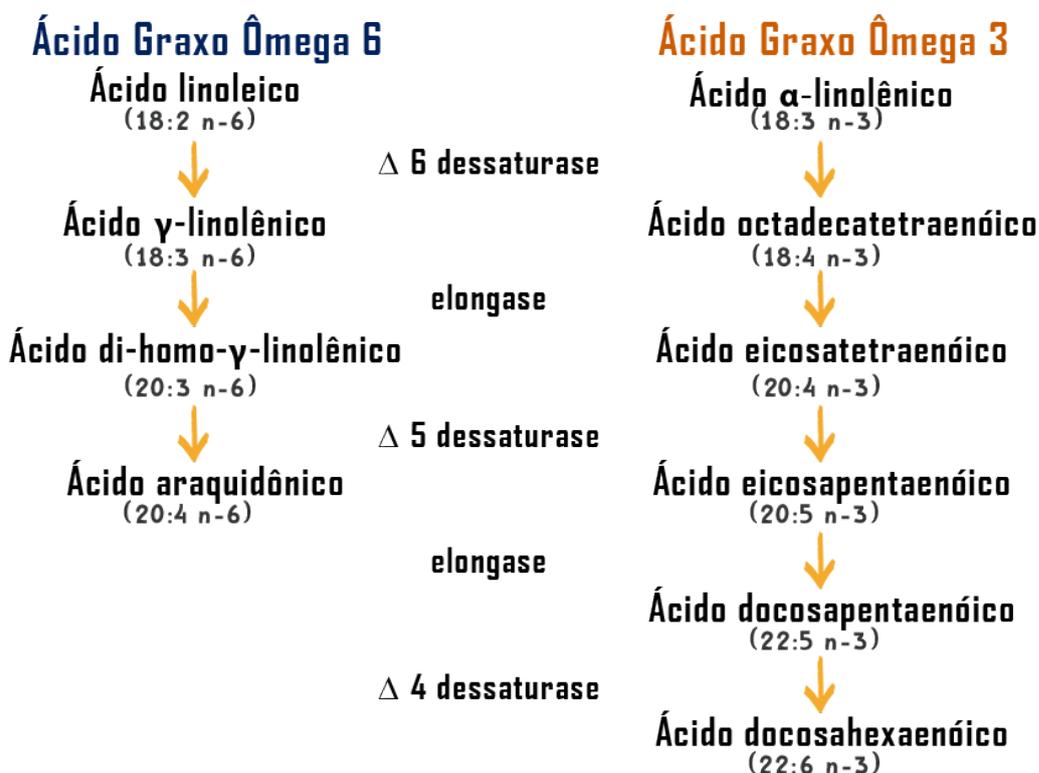


Figura 4. Cascata de interconversão dos ácidos graxos das famílias ômega-3 e ômega-6. As reações de interconversões ocorrem pela ação das enzimas dessaturases e elongases.

Fonte: Adaptado de Martin et al. (2006).

FOSFOLIPÍDIOS

Compõem o grupo dos lipídeos compostos, formados pela junção de um lipídeo com uma molécula não lipídica, como por exemplo, o fosfato. Podem ter como base o glicerol,

colina, serina, etalonamina ou o inositol, que ligados ao fosfato e ácidos graxos formam os principais fosfoglicerídeos encontrados nas membranas celulares.

ESFINGOLIPÍDIOS

São lipídios importantes também na estrutura das membranas biológicas, podem ser encontrados como: esfingomielinas, cerebrosídeos e gangliosídeos.

LIPOPROTEINAS

São lipídeos formados pela junção entre proteínas e gorduras, encontradas na corrente sanguínea e, que tem como função transportar colesterol e lipídeos e regular seu metabolismo no plasma. A fração proteica das lipoproteínas denomina-se apoproteína e, se divide em 5 classes principais - Apo A, B, C, D e E; e várias subclasses.

Um estudo recente caracterizou as frações lipídicas das lipoproteínas em cães (Xenoulis et al., 2020) em 4 grupos e diversos subgrupos:

Quilomícron = É a lipoproteína menos densa, transportadora de triacilglicerol exógeno (absorvido do intestino) na corrente sanguínea;

VLDL = "Lipoproteína de densidade muito baixa", transporta triacilglicerol endógeno e possui densidade de 1.017g/mL;

LDL = "Lipoproteína de densidade baixa", é a principal transportadora de colesterol e apresenta as seguintes subclasses: LDL1 (d=1.019-1.023g/mL); LDL2 (d=1.023-1.029g/mL); LDL3 (d=1.029-1.039g/mL); LDL4 (d=1.039-1.050g/mL); LDL5 (d=1.050-1.063g/mL);

HDL = "Lipoproteína de densidade alta", atua no transporte reverso do colesterol da circulação e pode ser dividida em: HDL2b (d=1.063-1.091g/mL); HDL2a (d=1.091-1.110g/mL); HDL3a (d=1.110-1.133g/mL), HDL3b (d=1,133-1,156g/mL), HDL3c (d=1,156-1,179g/mL).

Os cães e gatos apresentam alta concentração de HDL circulante, a qual recolhe o excesso de gordura e, esta característica de seu metabolismo implica em efeito protetor ao desenvolvimento de aterosclerose, por isso são tolerantes a altas quantidades de gordura na dieta. No entanto, endocrinopatias que alterem seu metabolismo lipoproteico podem resultar no desenvolvimento desta alteração.

FUNÇÕES GERAIS

As gorduras podem ser fontes concentradas de energia, tanto para armazenamento como para utilização (fornecem cerca de 2,25 mais energia do que os carboidratos e proteínas), além de fornecerem ácidos graxos essenciais (não sintetizados pelo organismo). Todos os AG apresentam funções estruturais e de acordo com o grau de instauração, conferem propriedades específicas às membranas celulares.

Os ácidos graxos polinsaturados podem servir como precursores de prostaglandinas, leucotrienos e tromboxanos (eicosanoides) que são reguladores fisiológicos das funções celulares. As gorduras geralmente melhoram a palatabilidade e permitem maior aceitabilidade do alimento pelo animal, são também transportadoras de vitaminas lipossolúveis e fornecem importantes substratos para processos celulares durante os diferentes estágios de vida.

ESSENCIALIDADE

O ácido araquidônico (AA) (20:4n-6) é importante por exercer a função de precursor de diversos mediadores biologicamente ativos, como prostaglandinas da série 2, tromboxanos da série 2 e leucotrienos da série 4, que podem apresentar efeitos pró-inflamatórios, pró-agregatórios, imunossupressivos e trombóticos. Por outro lado, o déficit desse nutriente pode resultar em pele mais seca, perda de pelo, alterações de fertilidade em gatas, entre outros.

Em função desses efeitos fisiológicos dos AG da família n-6, a produção em excesso de prostanoídes da série 2 pode ocasionar desordens imunológicas, doenças cardiovasculares e inflamatórias. Dessa forma, é importante equilibrar a ingestão de AG n-6 e n-3, devido à produção

de mediadores opostos, além da competição que existe entre eles pelas enzimas envolvidas na dessaturação e alongamento da cadeia que ocorrem durante as interconversões. O ácido graxo eicosapentanoico [EPA (20:5n-3)] constituinte da família n-3, por exemplo, é precursor dos seguintes mediadores: prostaglandinas da série 3, tromboxanos da série 3 e leucotrienos da série 5, que podem apresentar efeitos anti-inflamatórios, anti-agregatórios, não-imunossupressivos e vasodilatadores. Assim, na nutrição de cães e gatos é importante conhecer detalhadamente as relações das famílias de ácidos graxos presentes na dieta, para que haja atuação na modulação do sistema imune do animal.

Para cães, o ácido araquidônico (AA) não é metabolicamente essencial, ou seja, apesar de ser um nutriente indispensável para diversas funções, este pode ser sintetizado pelo animal desde que haja o seu precursor no alimento (ácido linoleico). Já em gatos, o AA é essencial, pois este é incapaz de converter seu precursor (ácido linoleico) até AA, devido à ausência das enzimas delta-5 e delta-6-dessaturase e, dessa forma, este AG deve sempre estar presente no alimento.

O ácido docosahexaenóico (DHA) (22:6 n-3) provindo da família n-3 também exerce funções importantes no organismo, especialmente como componente estrutural em tecidos do sistema nervoso e retina. Este AG representa 40% dos AG totais do cérebro e, assim é responsável pelo desenvolvimento e atuação do sistema nervoso e, por consequência, apresenta grande influência no humor e habilidade de aprendizado de humanos e animais.

Nos tecidos retinianos, encontra-se o DHA ligado aos fosfolípidios associados à rodopsina (proteína que atua na absorção da luz). Seu mecanismo de ação pode estar relacionado ao processo de transdução da luz e regeneração da rodopsina.

A necessidade de ingestão desse AG se dá principalmente na fase de crescimento fetal e pós-natal, fases em que o sistema nervoso está em formação e o AG é facilmente depositado nas membranas e, também no período de envelhecimento, fase em que ocorre aumento dos processos oxidativos nas membranas cerebrais, em função da redução da efetividade dos processos biológicos de combate aos radicais livres, o que resulta em distúrbios comportamentais - síndrome denominada disfunção cognitiva.

Quanto à essencialidade desses ácidos graxos, existem exigências para cães em crescimento quando se trata dos ácidos: AL (18:2n-6), ALA (18:3n-3), AA (20:4n-6) e para uma somatória de EPA (20:5n-3) + DHA (22:6n-3). Já nas fases de manutenção e reprodução há exigências do AA para cães.

Quanto aos gatos, na fase de crescimento e reprodução, o NRC recomenda os quatro grupos citados acima, enquanto que para gatos em manutenção, o ALA (18:3n-3) não apresenta recomendação sugerida. Entretanto, no geral sugere-se recomendações do AL (18:2n-6), para todas as fases de vida de cães e gatos. As recomendações sugeridas pelo NRC (2006) estão apresentadas nos quadros 2 e 3.

Quadro 2. Ingestão de lipídeos recomendada para cães (alimento com 4000 kcal/kg).

NUTRIENTE	CÃES FILHOTES	CÃES ADULTOS	GESTAÇÃO / LACTAÇÃO
Gordura (%)	8,5	5,5	8,5
Ác. linoleico (%)	1,3	1,1	1,3
Ác. araquidônico (%)	0,03	-	-
Ác. linolênico (%)	0,08	0,044	0,08
EPA + DHA (%)	0,05	0,044	0,05

Fonte: NRC (2006).

Quadro 3. Ingestão de lipídeos recomendada para gatos (alimento com 4000 kcal/kg).

NUTRIENTE	CÃES FILHOTES	CÃES ADULTOS	GESTAÇÃO / LACTAÇÃO
Gordura (%)	9,0	9,0	9,0
Ác. linoleico (%)	0,55	0,55	0,55
Ác. araquidônico (%)	0,02	0,006	0,02
Ác. linolênico (%)	0,02	-	0,02
EPA + DHA (%)	0,01	0,01	0,01

Fonte: NRC (2006).

Além dos AGPIs citados até aqui, existe também os ácidos graxos de cadeia média (AGCM), também chamados de triglicérides de cadeia média (TCMs), que apresentam cadeias de 6 a 12 carbonos, sem insaturações. Esses triglicerídeos merecem destaque especial por apresentarem maior hidrossolubilidade, o que torna rápido e fácil seu processo digestivo, absorção e transporte. Os AGCM tornam-se prontamente absorvíveis após ação dos ácidos biliares e lipases pancreáticas, assim seus produtos de digestão direcionam-se ao sistema portal (veia porta), atingindo diretamente a circulação hepática, ao contrário dos ácidos graxos de cadeia longa que passam primeiramente pela circulação linfática e após circulação sanguínea periférica, por meio dos quilomícrons.

Com base nessas características, os AGCM podem ser uma ferramenta importante na nutrição de animais de companhia em casos específicos. Podem ser utilizados em síndromes de má absorção, má digestão, assim como em insuficiência pancreática exócrina, linfangiectasia ou quilotórax. Também podem ser utilizados nos casos de disfunção cognitiva (animais idosos), uma vez que com o envelhecimento, as células nervosas podem perder a habilidade de utilizar a glicose como combustível energético e, os AGCM são utilizados por estas células como fonte alternativa de energia.

IMPORTANTE: a proporção dos diferentes tipos de AG que constituem as membranas celulares do organismo pode ser alterada de acordo com o tipo de gordura ingerido via dieta, ou seja, cada fonte de gordura pode apresentar um tipo de AG e dependendo da quantidade ingerida pelos indivíduos, esse tipo de ácido graxo fará parte da constituição das membranas celulares (as quais são constituídas por uma bi camada lipídica, arranjo chamado de modelo mosaico fluido). Dessa forma, especialmente ao grupo "gorduras" aplica-se o conceito de que "somos o que comemos".

FONTES

Para a escolha da fonte de gordura para alimentação de cães e gatos deve-se considerar a palatabilidade, digestibilidade e o perfil de ácidos graxos do ingrediente. Abaixo estão descritas algumas fontes principais empregadas na alimentação de cães e gatos:

- **Sebo bovino:** gordura rica em ácidos graxos saturados. Este ingrediente é composto apenas de 3 a 4% de ácido linoleico e 0,0 a 0,2% de ácido araquidônico.
- **Óleo de vísceras de frango:** considerado de melhor digestibilidade em comparação ao sebo bovino, esta fonte apresenta cerca de 20,0% de ácido linoleico e 1,0% de ácido araquidônico.
- **Óleo de peixe:** possuem perfil nutricional muito variável, de acordo com a espécie de peixe empregada. Estes são ricos em EPA e DHA e entre os peixes, os de origem marinha são os que apresentam esses dois ácidos graxos na sua composição. Isso pode ser explicado devido à expressiva quantidade desses ácidos graxos presentes no fitoplâncton (do mar) que esses animais ingerem ao longo da cadeia alimentar.
- **Óleo de soja:** apresenta mais de 51,0% de ácido linoleico e 6,8% de ácido linolênico e, como são desprovidos de AA, não podem ser empregados como fonte única em alimentos para gatos.

• **Óleo de linhaça:** Entre os óleos vegetais, a maior concentração do ácido alfa-linolênico ocorre no óleo de linhaça, mas também não apresentam seus derivados EPA e DHA prontamente disponíveis para absorção, de forma diferente do óleo de peixe.

Nos Quadros 4 e 5 estão apresentadas algumas fontes de ômega 3 e 6.

Quadro 4. Concentração dos ácidos linoleico e linolênico em mg/g e a razão n-6/n-3 em alimentos de origem vegetal.

ALIMENTO	AC. LINOLEICO	AC. LINOLÊNICO	N-6/N-3
Ervilha ¹	1,4	0,3	4,9
Lentilha ¹	1,4	0,4	3,7
Milho ¹	58,6	1,8	32,5
Soja ¹	44,6	6,0	7,5
Óleo de canola	203,0	93,0	2,2
Óleo de linhaça	127,0	533,0	0,2
Óleo de milho	523,0	11,6	45,1
Óleo de oliva	97,6	7,6	12,8
Óleo de soja	510,0	68,0	7,5

¹Alimento cozido.

Fonte: adaptado de Martins et al. (2006).

Quadro 5. Concentração (em mg/g) dos ácidos linoleico e linolênico, araquidônico (AA), eicosapentanóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA) em ingredientes de origem animal.

ALIMENTO	AC. LINOLEICO	AC. LINOLÊNICO	AA	EPA	DHA
Carne bovina ²	4,1	0,4	0,5	-	-
Carne de frango ²	46,5	2,5	1,6	0,2	0,2
Salmão ¹	2,2	3,8	3,4	4,1	14,3
Ovos ¹	26,1	0,5	5,0	-	1,1

¹Alimento cozido, ²Alimento fresco.

Fonte: adaptado de Martins et al. (2006).

Os AGCM podem ser encontrados em derivados do leite, como o leite de cabra (ácido capríico, caprílico, cáprico e láurico) e também na gordura de côco. A fonte de gordura na alimentação pode influenciar na digestibilidade. Uma dieta que contém óleo de soja ou vísceras de frango pode apresentar maior digestibilidade de AG em relação à uma dieta composta por sebo bovino, por exemplo.

Cães e gatos apresentam alta capacidade digestiva de gorduras, porém gatos idosos (mais de 12 anos de idade) podem apresentar menor digestão deste nutriente, em função da perda de capacidade digestiva que alguns animais desta espécie podem apresentar. Um estudo apontou que cerca de 30% dos gatos com mais de 12 anos avaliados, apresentaram essa alteração.

A aceitabilidade do alimento pode ser influenciada pela qualidade das fontes de gordura, se esta sofrer oxidação, no qual lipídeos com alto grau de instauração estão suscetíveis, pode acarretar algumas perdas para o alimento como: perda de palatabilidade, perda de energia me-

tabilizável, perda do valor proteico e formação de compostos tóxicos.

Para garantir um alimento de boa qualidade, alguns aspectos devem ser considerados para avaliação das matérias primas empregadas como fonte de gordura: umidade, coloração, impurezas, saponificação, índice de iodo, acidez e oxidação.

ÁCIDOS GRAXOS NA NUTRIÇÃO CLÍNICA

CARDIOPATIAS

A utilização de ômega-3 na dieta de cães com insuficiência cardíaca congestiva (ICC) e doenças cardiovasculares tem demonstrado grandes benefícios. Os ácidos graxos DHA e EPA podem reduzir os limiares arrítmicos, reduzir a pressão arterial e, melhorar a função arterial e endotelial.

Os ômega-3 (EPA e DHA) atuam na prevenção de perda de massa magra e no tratamento de arritmias diversas, como as ventriculares. Também auxiliam nos casos de fibrilação atrial ao inibirem o remodelamento estrutural do miocárdio, além de terem efeito preventivo, pois podem diminuir a ocorrência desta arritmia em cães predispostos.

A dose recomendada tanto para cães quanto para gatos é de 40mg/kg de EPA+25mg/kg de DHA por meio da suplementação com óleo de peixe.

DOENÇA RENAL CRÔNICA

Animais com doença renal crônica (DRC) podem apresentar náuseas, vômitos e perda de apetite, o que resulta em consumo insuficiente de energia e catabolismo, acarretando perda de peso, anemia e hipoalbuminemia. Como os lipídios fornecem cerca de duas vezes mais energia por grama consumido do que os carboidratos, estas gorduras são consideradas como boa fonte de calorías, além de implicarem em redução da quantidade de alimento a ser consumido e também que as proteínas sejam utilizadas como fonte de energia (catabolismo).

Em relação à hipertensão glomerular em cães, esta pode ser afetada pelos eicosanóides renais produzidos. O EPA e DHA podem modular sua produção e com isso, podem resultar no aumento da taxa de filtração glomerular e retardo na progressão da DRC. Quanto aos gatos, não existem muitos dados, porém Scherk e Laflamme (2016) descobriram que o fluxo sanguíneo renal e a taxa de filtração glomerular podem ser aumentados com a suplementação de n-3.

DERMATOPATIAS, DERMATITE ALÉRGICA E HIPERSENSIBILIDADE ALIMENTAR

Os ácidos graxos essenciais exercem funções estruturais e funcionais na pele, como flexibilidade e permeabilidade. O ácido linoleico, associado ao zinco e ao ácido linolênico, promove o brilho na pelagem. Diante de um aporte insuficiente de AGE, a pelagem pode adquirir aparência seca e opaca, além de perda de pelos e aparecimento de lesões cutâneas. Se a deficiência dos ácidos graxos for crônica, a pele torna-se oleosa e susceptível a infecções bacterianas secundárias.

A gordura é essencial para a absorção das vitaminas lipossolúveis. As principais vitaminas que auxiliam na manutenção da pele e pelagem são a vitamina A e E. A suplementação com ácidos graxos aumenta o aporte de ômega-3 na pele, o que leva à redução da produção e atividade de eicosanóides pró-inflamatórios e aumenta a síntese de metabólitos menos inflamatórios. A dose inicial razoável para suplementação é de 175mg de ácidos graxos ômega-3 (EPA + DHA) por kg de peso corporal por dia. O Quadro 6 apresenta um resumo das recomendações citadas anteriormente.

Quadro 6. Recomendações de ômega-3 encontradas na literatura.

	CARDIOPATIAS	DOENÇA RENAL CRÔNICA	DERMATOPATIAS
Cães	Suplementação de EPA (40mg/kg) + DHA (25mg/kg)	Suplementação de EPA + DHA e relação ômega-3:ômega-6 de 5:1	Suplementação de EPA + DHA: 175mg/kg
Gatos	Suplementação de EPA (40mg/kg) + DHA (25mg/kg)	-	Suplementação de EPA + DHA - 175mg/kg

SITUAÇÕES DE RESTRIÇÃO DE GORDURA PARA CÃES E GATOS

LINFANGIECTASIA

Para cães e gatos que apresentam doenças gastrintestinais, dietas com teores reduzidos de gordura podem ser benéficas (mas não em todas, depende do caso). Em casos de linfangiectasia, por exemplo, o consumo elevado de gordura é contraindicado, uma vez que esses distúrbios envolvem o comprometimento da digestão e assimilação de gordura.

Em situações de má absorção, as bactérias podem hidrolisar a gordura dietética em ácidos graxos e, além disso, o crescimento bacteriano contribui para a desconjugação de sais biliares, de forma que esses dois eventos estimulem a diarreia secretória na parte distal do intestino delgado e no cólon.

CIRROSE TERMINAL COM ESTEATORREIA

No caso de hepatopatias crônicas, o aporte calórico deve ser proveniente de fontes não proteicas, de maneira a evitar ou diminuir a gliconeogênese hepática. Além disso, a dieta deve possuir alta densidade energética para que a quantidade de alimento fornecida seja menor.

Há, dessa forma, benefícios ao se fornecer dietas com alta concentração de gordura (30 a 50% das calorias) mesmo diante da secreção reduzida de sais biliares pela disfunção hepática, pois há aumento da densidade energética, redução da intolerância a carboidratos, aumento da absorção de vitaminas lipossolúveis e melhora da palatabilidade. Contudo, quando há esteatorreia, é preciso diminuir os teores de gordura ou modificar o seu tipo.

PROTEÍNAS E AMINOÁCIDOS NA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE CÃES E GATOS

Rafael Vessecchi Amorim Zafalon, Henrique Tobar Macedo & Marcio Antonio Brunetto

ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO

As proteínas são moléculas orgânicas complexas, podem alcançar massa atômica de até 1.000.000 de daltons e, são constituídas por uma ou mais cadeias de aminoácidos. Assim como as moléculas de carboidratos e lipídios, as proteínas possuem carbono, hidrogênio e oxigênio em sua composição, além disso, podem apresentar enxofre e, são compostas por nitrogênio, que representa cerca de 16,0% da composição total. São as macromoléculas mais abundantes na natureza e, estão presentes em todas as células dos seres vivos. São formadas por aminoácidos, os quais se mantêm unidos por ligações peptídicas, formando longas cadeias.

Os aminoácidos são compostos por uma extremidade carboxila, uma extremidade amina e um radical. Duas moléculas de aminoácidos se unem através de uma ligação covalente para a formação de um dipeptídeo. Da mesma forma, três aminoácidos ligados entre si formam um tripeptídeo. Quando a estrutura proteica é composta de poucos aminoácidos, ela é denominada oligopeptídeo e, quando é formada por muitos aminoácidos, é denominada polipeptídeo. As ligações peptídicas são formadas através da remoção das moléculas de água do grupo carboxil de um aminoácido e, do grupo amina de outro.

As proteínas podem ser classificadas de acordo com sua estrutura, uma vez que as ligações covalentes da cadeia principal podem rotacionar livremente, resultando nas diversas conformações. Nas proteínas de estrutura primária, as ligações são rígidas e planas, nas se-

cundárias em alfa-hélice ou conformação beta, nas terciárias há um arranjo tridimensional de todos os aminoácidos das proteínas que formam as cadeias polipeptídicas e, nas quaternárias, duas ou mais cadeias separadas ou subunidades destas que podem ser semelhantes ou diferentes e que formam complexas estruturas tridimensionais.

Dos mais de 700 aminoácidos encontrados na natureza, cerca de 22 fazem parte da composição das proteínas. No Quadro 1 estão apresentadas as relações dos aminoácidos essenciais e não essenciais para cães e gatos. Aminoácidos essenciais são aqueles que não podem ser sintetizados pelo organismo, portanto devem estar presentes na dieta. Os aminoácidos não essenciais podem ser sintetizados pelo organismo, desde que haja disponibilidade de fontes adequadas de carbono e nitrogênio. Vale ressaltar que os felinos apresentam necessidade dietética de taurina (aminoácido essencial), ao contrário de cães. Isso será discutido mais adiante nesse capítulo.

Quadro 1. Aminoácidos essenciais e não essenciais para cães e gatos.

CLASSIFICAÇÃO	AMINOÁCIDOS
Essenciais	Arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, triptofano, treonina, valina e taurina (somente gatos)
Não Essenciais	Alanina, aspartato, citrulina, cisteína, ácido glutâmico, glutamina, glicina, hidroxiprolina, prolina, serina e tirosina

A seguir estão apresentadas as principais funções dos aminoácidos essenciais, bem como da glutamina e tirosina:

- **Arginina:** a arginina é um aminoácido glicogênico e um intermediário no ciclo da ureia. Quando absorvida, age para estabilizar a síntese de ureia e assim, evita a produção de amônia. Além disso, provoca a liberação de vários hormônios e mediadores metabólicos, como a insulina, glucagon e gastrina. O gato é completamente dependente de arginina dietética para atender suas necessidades, uma vez que o ciclo da ureia é extremamente ativo nestes animais.

- **Histidina:** possui função estrutural nas proteínas e papel glicogênico. É essencial como precursor de compostos neuroativos e reguladores, como a histamina e, está presente em concentrações particularmente altas na hemoglobina.

- **Leucina, valina e isoleucina:** são aminoácidos capazes de estimular a síntese de proteínas e de retardar sua quebra nos músculos. Representam cerca de um terço dos aminoácidos essenciais para a composição das proteínas do músculo.

- **Lisina:** é importante para a estrutura secundária das proteínas e, age como precursor de outros constituintes, como a hidroxilisina. A deficiência deste aminoácido pode retardar o crescimento.

- **Metionina:** os aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) são essenciais para a síntese de queratina, a principal proteína dos pelos. Sua deficiência leva à perda de pelos, retardo do crescimento e geralmente pode resultar na formação de pelos secos e quebradiços. Raramente é deficiente nas dietas de cães ou gatos, exceto em alimentos vegetarianos não suplementados e em alimentos comerciais econômicos de baixa qualidade. Geralmente é o aminoácido mais limitante em dietas formuladas com ingredientes naturais para gatos e, é muitas vezes a primeira ou a segunda limitação para os cães. Também são importantes no controle do pH urinário.

- **Fenilalanina e tirosina:** atuam na produção dos pigmentos fromelanina e eumelanina, responsáveis pela coloração da pelagem de animais. A deficiência no consumo destes aminoácidos, leva ao avermelhamento dos pelos de indivíduos com coloração original preta.

- **Treonina:** é um aminoácido associado à manutenção da imunidade específica da parede intestinal, sendo encontrado em elevada concentração na mucina (mucosa intestinal) e nos anticorpos. Sua deficiência pode comprometer o funcionamento do sistema digestivo e imunológico.

- **Taurina:** é um aminoácido essencial para gatos, os quais apresentam baixa atividade da enzima essencial à formação de taurina (CSA), além de apresentarem uma via alternativa para a produção de piruvato, que compete com a formação da taurina. Este aminoácido oferece proteção contra os radicais livres, devido sua atividade antioxidante. Também permite que o fígado sintetize sais biliares (ácido taurocólico), sendo precursora da síntese de lipídeos na pele. O fornecimento deste aminoácido é importante para prevenir e tratar cardiomiopatia dilatada em cães e gatos.

- **Glutamina:** aminoácido importante para o metabolismo das células regenerativas do aparelho digestivo e do sistema imunológico (células de rápido turnover). Sua deficiência compromete a integridade da barreira intestinal.

FUNÇÕES DAS PROTEÍNAS

No organismo, as proteínas apresentam diversas funções. São os principais componentes estruturais das membranas celulares, tecidos musculares e tecidos de suporte, como: pelos, plumas, unhas, tendões, ligamentos e cartilagens. O colágeno é uma proteína fibrosa e, forma a maior parte do tecido conjuntivo do corpo. A actina e miosina, são proteínas contráteis que intervêm na regulação da ação muscular. As enzimas também são estruturas proteicas, as mesmas catalisam reações metabólicas essenciais do organismo e são fundamentais para a digestão e assimilação dos nutrientes.

Diversos hormônios são de constituição proteica, como por exemplo a insulina e o glucagon, os quais são responsáveis pelo controle glicêmico do organismo. Na circulação, há proteínas que atuam como moléculas transportadoras, tais como a hemoglobina, que transporta o oxigênio, a transferrina que transporta o ferro e, todas as moléculas lipossolúveis necessitam de proteínas transportadoras para seu transporte. Proteínas plasmáticas também contribuem para a regulação do equilíbrio ácido-base.

A proteína dietética fornece aminoácidos essenciais, os quais são necessários para a síntese de proteínas corporais, crescimento e reparação de tecidos, além de ser a principal fonte de nitrogênio no organismo. A proteína dietética também fornece aminoácidos não essenciais, que são aqueles que o animal necessita para manutenção, crescimento, gestação e lactação. Os aminoácidos não essenciais fornecem ainda carbono, importante para a gliconeogênese e geração de energia e, nitrogênio, que é importante para a síntese de algumas substâncias, tais como: purinas, pirimidinas, grupo heme, hormônios, neurotransmissores e neuromoduladores.

Aminoácidos provenientes da proteína dietética podem ser metabolizados e utilizados como fonte de energia. A energia bruta proveniente de aminoácidos é 5,65 quilocalorias (kcal) por grama (g). Considerando-se as perdas fecais e urinárias, a energia metabolizável da proteína dietética para cães e gatos é de aproximadamente 3,5 kcal/g.

Os animais são incapazes de armazenar o excesso de aminoácidos. Portanto, o excesso pode ser usado diretamente como fonte de energia ou então ser convertido em glicogênio ou gordura, que atua como reservas de energia.

Em onívoros e certos herbívoros, a deficiência de um único aminoácido essencial pode resultar na diminuição do consumo alimentar. Já em gatos, o consumo diminui com o tempo, mas a depressão não é tão severa como em onívoros e herbívoros. Porém, esta deficiência parece ser um efeito secundário, resultante da falta de atendimento das necessidades de energia para o crescimento, uma vez que os gatos param de crescer e perdem peso vagarosamente. Por se alimentarem exclusivamente de tecidos animais, os gatos nunca deveriam apresentar deficiência de um aminoácido essencial, dessa forma, os carnívoros não res-

pondem com tamanha sensibilidade a uma deficiência de proteína ou aminoácidos como os onívoros e herbívoros.

VALOR NUTRITIVO

Para avaliar a qualidade de uma fonte proteica, deve-se considerar a composição aminoacídica, o teor de nitrogênio total e sua digestibilidade. Considera-se como proteína de alta qualidade, aquela que apresenta boa digestibilidade, quantidades adequadas de aminoácidos essenciais e de nitrogênio total. Em contraste, uma fonte proteica de baixa digestibilidade ou que apresenta limitação em um ou mais aminoácidos essenciais, é considerada de baixa qualidade.

A digestibilidade de uma proteína é a mensuração da porcentagem da proteína dietética que é hidrolisada e absorvida pelo organismo na forma de aminoácidos ou outro composto nitrogenado. Quanto maior a digestibilidade da proteína dietética, menor a quantidade necessária para satisfazer as necessidades aminoacídicas.

Um termo comumente utilizado na avaliação da qualidade das fontes proteicas “valor biológico”, é definido como a porcentagem de nitrogênio absorvido disponível para as funções orgânicas.

NECESSIDADE PROTEICA E DE AMINOÁCIDOS PARA CÃES E GATOS

Nos Quadros 2 e 3, estão expressas as recomendações de proteína e aminoácidos essenciais para cães e gatos, respectivamente.

Quadro 2. Recomendações de proteína e aminoácidos essenciais para cães nas diferentes fases de vida. Os valores estão expressos em porcentagem de matéria seca (MS).

	MANUTENÇÃO		CRESCIMENTO		REPRODUÇÃO	
	FEDIAF (2018) ^a	NRC (2006)	FEDIAF (2018)	NRC (2006)	FEDIAF (2018)	NRC (2006)
Proteína bruta	21,00	8,00	25,00	18,0	25,00	20,00
Arginina	0,60	2,80	0,82	6,30	0,82	10,00
Histidina	0,27	1,50	0,39	3,10	0,39	4,40
Isoleucina	0,53	3,00	0,65	5,20	0,65	7,10
Leucina	0,95	5,40	1,29	10,30	1,29	20,00
Lisina	0,46	2,80	0,88	7,00	0,88	9,00
Metionina	0,46	2,60	0,35	2,80	0,35	3,10
Metionina + Cistina	0,88	5,20	0,70	5,60	0,70	6,20
Fenilalanina	0,63	3,50	0,65	5,20	0,65	8,30
Finilalanina + Tirosina	1,03	5,90	1,30	10,40	1,30	12,30
Treonina	0,60	3,40	0,81	6,50	0,81	10,40
Triptofano	0,20	1,10	0,23	1,80	0,23	1,20
Valina	0,68	3,90	0,68	5,40	0,68	13,00
Taurina	-	-	-	-	-	-

FEDIAF (2018)^a: valores baseados em ingestão energética de 95 kcal (quilocalorias) / kg (quilograma)^{0,75}.

FATORES QUE ALTERAM A NECESSIDADE PROTEICA

Alguns fatores dietéticos afetam o balanço de nitrogênio do organismo, portanto alteram a necessidade de proteína, são eles:

Qualidade da proteína dietética: quanto maior o valor biológico de uma proteína, menor a quantidade de proteína necessária para satisfazer as necessidades de aminoácidos essenciais.

Composição aminoacídica: quanto melhor a composição aminoacídica, menor o teor de proteína necessário.

Digestibilidade das proteínas: à medida que aumenta a digestibilidade da proteína empregada na formulação do alimento, diminui a necessidade proteica.

Densidade energética: quanto maior a densidade energética, maior tem que ser a inclusão de proteína na dieta, pois, o animal vai precisar consumir menos alimento, portanto deve-se aumentar a quantidade para garantir o consumo necessário.

Quadro 3. Recomendações de proteína e aminoácidos essenciais para gatos nas diferentes fases de vida. Os valores estão expressos em porcentagem de matéria seca (MS).

	MANUTENÇÃO		CRESCIMENTO		REPRODUÇÃO	
	FEDIAF (2018) ^a	NRC (2006)	FEDIAF (2018)	NRC (2006)	FEDIAF (2018)	NRC (2006)
Proteína bruta	25,00	16,00	28,00/ 30,00	18,00 - 22,50	28,00/ 30,00	17,00 - 21,30
Arginina	1,00	7,70	1,07/ 1,11-3,50	7,70 - 9,60	1,07/1,11	15,00
Histidina	0,26	2,60	0,33	2,60 - 3,30	0,33	4,30
Isoleucina	0,43	4,30	0,54	4,30 - 5,40	0,54	7,70
Leucina	1,02	10,20	1,28	10,20 - 12,80	1,28	18,00
Lisina	0,34	2,70	0,85	6,80 - 8,50	0,85	11,00
Metionina	0,17	1,35	0,44 - 1,30	3,50 - 4,40	0,44	5,00
Metionina + Cistina	0,34	2,70	0,88	7,00 - 8,80	0,88	9,00
Fenilalanina	0,40	10,20	0,50	4,00 - 5,00	0,50	-
Finilalanina + Tirosina	1,53	15,30	1,91	15,30 - 19,10	1,91	15,20 - 19,10
Treonina	0,52	5,20	0,65	5,20 - 6,50	0,65	8,90
Triptofano	0,13	1,30	0,16 - 1,70	1,30 - 1,60	0,16	1,90
Valina	0,51	5,10	0,64	5,10 - 6,40	0,64	10,00
Taurina	0,20/0,10	0,32 - 0,40	0,25/0,10	0,32 - 0,40	0,25/0,10	0,42 - 0,53

FEDIAF (2018)^a: valores baseados em ingestão energética de 100 kcal/kg^{0,67}.

CONDIÇÕES QUE IMPLICAM EM AUMENTO DA INGESTÃO PROTEICA

Algumas condições fisiológicas e programas nutricionais implicam em aumento da necessidade proteica, são eles:

Fase de crescimento: filhotes em crescimento apresentam maior necessidade de proteína, quando comparados com animais adultos em manutenção, pois, além da necessida-

de de satisfazer o requerimento de manutenção, há necessidade proteica para o desenvolvimento de tecidos associados ao crescimento.

Fase reprodutiva: Para cadelas, a necessidade proteica aumenta a partir da quinta semana de gestação até o final da lactação. Para gatas, também há aumento da necessidade de proteica durante as fases de gestação e lactação. O aumento do consumo de proteína é necessário para o desenvolvimento fetal saudável e, conseqüentemente, para diminuição da incidência de mortalidade neonatal.

Programas de perda de peso: pacientes obesos ou em sobrepeso, durante o programa de perda de peso necessitam de teor proteico mais elevado na dieta. Isso ocorre, pois, durante esse tipo de programa, o organismo é colocado em balanço energético negativo para induzir a mobilização de gordura corporal. Assim sendo, necessita-se de maior aporte proteico para prevenção de perda de massa muscular, visto que há risco do organismo fazer catabolismo proteico para síntese de energia.

Condições de catabolismo: algumas doenças como o câncer e cardiopatias, podem resultar em desenvolvimento de caquexia, que se caracteriza como uma condição de catabolismo proteico que implica em perda de massa muscular, relacionada à doenças crônicas. Para animais caquéticos, recomenda-se dietas com maior teor proteico.

CONDIÇÕES QUE IMPLICAM EM REDUÇÃO DA INGESTÃO PROTEICA

Algumas afecções como hepatopatias (cirrose) que resultam em encefalopatia hepática e doença renal crônica (DRC), alteram as recomendações proteicas para cães e gatos.

Hepatopatias

Em situações de enfermidades hepáticas em grau avançado, com desenvolvimento de cirrose, assim como de desvio portossistêmico (DPS), recomenda-se restrição proteica para os animais acometidos, para controlar os sinais de encefalopatia hepática (EH).

O trato gastrointestinal é o principal responsável pela produção de amônia no organismo, isso ocorre através da fermentação microbiana dos aminoácidos provenientes da proteína dietética. Em situações de cirrose hepática, a função hepática de conversão de amônia em ureia, através do ciclo da ureia fica comprometido, isso resulta em hiperamonemia. Essa amônia circulante pode atravessar a barreira hematoencefálica, resultando em sinais de EH.

O DPS caracteriza-se por uma conexão anormal entre a circulação portal e sistêmica, isso permite que o sangue proveniente do trato gastrointestinal flua para a circulação sistêmica sem antes passar pelo fígado. Dessa forma, o conteúdo que chega à circulação sistêmica contém toxinas endógenas e exógenas, principalmente a amônia, que seria metabolizada pelo fígado previamente. Dessa forma, o DPS também pode resultar em sinais de EH.

O objetivo do manejo nutricional de animais com sinais de EH é reduzir a produção de amônia intestinal e, para isso, é imprescindível a redução do teor proteico do alimento. Para essas situações, recomenda-se dietas com teores de proteína pouco abaixo do mínimo recomendado para cães e, para gatos, recomenda-se o teor mínimo estabelecido para esta espécie. Além da redução do conteúdo de proteína da dieta, deve-se levar em consideração a fonte de proteína utilizada. Fontes de proteína de origem animal não são recomendados, visto que apresentam teor mais elevado de aminoácidos aromáticos, os quais podem formar falsos neurotransmissores e, agravar os sinais de EH.

Além disso, a presença de grupamentos heme, ácidos nucleicos (RNA) e outras bases nitrogenadas nas carnes, podem exacerbar a EH e resultar em diminuição da sobrevivência. Nesses casos, são recomendadas fontes de proteína de origem vegetal, como a soja. Esse ingrediente apresenta concentrações superiores de aminoácidos de cadeia ramificada (AACR), em relação aos aminoácidos aromáticos. Os AACR são benéficos nessas situações, pois seu metabolismo é mais ativo nos músculos, ao contrário da maioria dos aminoácidos, que são oxidados primeiramente no tecido hepático. Além disso, os AACR estimulam

a síntese proteica hepática, através do estímulo do fator de crescimento dos hepatócitos. Portanto, não se deve restringir proteína em pacientes hepatopatas que não apresentam sinais de EH, justamente pela necessidade de adequado aporte proteico para o processo de regeneração do tecido hepático. Em um estudo realizado pelo nosso grupo de pesquisa, foi estudado o metabolismo aminoacídico de cães com DPS naturalmente adquirido. Foi observado que uma dieta com teor reduzido de PB (15% MS) e na qual, empregou-se o farelo de soja como fonte de proteína, foi eficiente em controlar os sinais clínicos de EH, bem como em manter o peso corporal dos cães.

Doença renal crônica

Há recomendação de restrição proteica em pacientes acometidos por DRC. Isso acontece, pois, à medida que a doença atinge seus estágios mais avançados, a capacidade de excreção renal de compostos nitrogenados provenientes do metabolismo proteico, como ureia e creatinina diminui. Isso resulta em azotemia, que pode evoluir para síndrome urêmica. Portanto, pacientes acometidos por DRC devem consumir dietas com conteúdo proteico reduzido, com o objetivo de controlar as concentrações circulantes de ureia e creatinina, consequentemente, prevenir o desenvolvimento de síndrome urêmica. Os teores ideais de PB dietética não estão muito bem estabelecidos para pacientes com DRC. Para cães saudáveis, a AAFCO (2019) recomenda um teor proteico de 14 a 18% da MS. A IRIS (2017) recomenda a restrição proteica a partir do estágio II da doença. Para gatos saudáveis, a recomendação da AAFCO (2019) em relação ao teor de PB dietético é de 28-34% da MS.

AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS DE INTERESSE ESPECIAL

Lisina

As necessidades dietéticas de lisina de cães em crescimento parecem aumentar quando o teor de proteína da dieta aumenta. Este aspecto é de suma importância, uma vez que a lisina é o primeiro aminoácido limitante em alimentos para cães à base de cereais. Além disso, a lisina é susceptível à degradação causada pelo processamento de alimentos comerciais (extrusão) para animais domésticos, onde a exposição da proteína ao calor induz a formação de ligação cruzada entre aminoácidos, que ocasiona redução da digestibilidade da proteína, e consequentemente, redução da lisina disponível no alimento. Logo, é importante que haja o controle do conteúdo de lisina em alimentos preparados para animais de companhia.

Metionina e cisteína

Ambos são aminoácidos sulfurados (AAS). A metionina é um aminoácido essencial para cães e gatos, porém a cisteína pode ser sintetizada pelo organismo em quantidades adequadas. O organismo utiliza metionina para a síntese de cisteína, no entanto aproximadamente metade das necessidades de metionina do animal podem ser satisfeitas através de teores adequados de cisteína. Por esse motivo, prefere-se considerar as necessidades totais de AAS, ao invés da necessidade específica de metionina. Gatos apresentam maior necessidade de AAS, quando comparados a outros mamíferos. Isso pode ser explicado pelo fato dos felinos sintetizarem um composto denominado fenilina, o qual é sintetizado a partir de cisteína e excretado pela urina. Este composto urinário está associado com a delimitação territorial e regulação do metabolismo do esteroide no gato.

Outros fatores que justificam a maior necessidade de AAS pelos felinos são: manutenção da integridade das capas pilosas e aumento das reações de metilação necessárias para a síntese de fosfolípidos. A metionina é um aminoácido limitante em vários alimentos comerciais de origem vegetal, especialmente as vegetarianas e veganas.

PARTICULARIDADES DOS FELINOS EM RELAÇÃO A NUTRIÇÃO PROTEICA

Maior necessidade proteica

Os gatos apresentam maior necessidade proteica para manutenção e crescimento, comparados aos cães. Isso ocorre em virtude da incapacidade dos felinos em regular o funcionamento das transaminases hepáticas (enzimas responsáveis pelo catabolismo do nitrogênio) e o ciclo da ornitina. Dessa forma, quando alimentados com dietas que apresentam teor mais baixo de proteína, os gatos não conseguem reduzir a atividade dessas enzimas que catabolizam o nitrogênio, portanto, não conseguem manter o balanço nitrogenado, o que resulta em constante perda de nitrogênio.

Maior necessidade de arginina

Outra particularidade dos felinos é a maior necessidade de arginina, quando comparados aos cães. Sabe-se que a arginina atua como precursor da ornitina (intermediário) no ciclo da ureia. Isso permite com que grandes quantidades de amônia, provenientes de uma refeição com elevado teor proteico, seja convertida em ureia, para posterior excreção. Gatos que consomem dieta livre de arginina podem desenvolver hiperamonemia e uremia grave, com sintomas como êmese, ataxia, espasmos musculares, hiperestesia etc. Cães também podem desenvolver sinais similares ao consumirem alimento livre desse aminoácido, porém menos graves.

A maior sensibilidade dos gatos às dietas livres de arginina pode ser explicada por dois motivos. A maioria dos animais conseguem utilizar glutamato e prolina como precursores na síntese de ornitina, na mucosa intestinal. Gatos são incapazes de utilizar esses aminoácidos como precursores, em virtude da baixa concentração da enzima pirrolina-5-carboxilato sintetase ativa na mucosa intestinal. Além disso, gatos apresentam baixa atividade de outra enzima essencial para esse processo, a ornitina aminotransferase. Ademais, os felinos são incapazes de sintetizar arginina a partir da ornitina, mesmo se consumirem dieta composta por ornitina. Isso ocorre pelo fato da necessidade de síntese de citrulina na mucosa intestinal, essa molécula atua como precursora na síntese de arginina a partir de ornitina. Gatos são incapazes de sintetizar citrulina na mucosa intestinal. Apesar de produzirem citrulina no fígado, essa molécula é incapaz de sair do interior dos hepatócitos e ser transportada até os rins, onde poderia ocorrer a conversão em arginina.

Necessidade de taurina

Gatos apresentam necessidade dietética de taurina, um aminoácido beta aminosulfônico, que não faz parte da composição das proteínas, no entanto, se encontra como aminoácido livre nos tecidos. A taurina é sintetizada a partir dos aminoácidos sulfurados metionina e cisteína pela maioria dos mamíferos. Esse aminoácido atua na conjugação de ácidos biliares, função retiniana, funcionamento do miocárdio e é importante para a função reprodutiva de gatas.

Gatos apresentam habilidade limitada em sintetizar taurina, em consequência da baixa atividade da enzima ácido cisteína-sulfínico descarboxilase. Outro fator importante que limita essa síntese é que em gatos, há uma via competitiva do metabolismo da cisteína, que resulta na produção de piruvato, ao invés de taurina. Além disso, o gato só é capaz de conjugar sais biliares com taurina, diferentemente de outras espécies, que podem realizar essa conjugação com glicina. Isso resulta em necessidade contínua de taurina, para repor as perdas através das fezes. As principais consequências da deficiência dietética de taurina para gatos são: degeneração retiniana, cardiomiopatia dilatada, alterações reprodutivas e possíveis alterações gastrintestinais por deficiência de sais biliares conjugados.

DESNUTRIÇÃO PROTEICA EM CÃES E GATOS

A deficiência dietética de proteína pode resultar em atraso do crescimento de filhotes, perda de peso e, em animais adultos, pode implicar em diminuição do desempenho reprodutivo e do trabalho. Normalmente, a deficiência proteica ocorre em casos de deficiência energética, esse estado denomina-se desnutrição proteica/calórica. Essa condição pode levar à letargia, diminuição da eficiência digestiva, menor resistência a doenças infecciosas, perda de massa muscular e diminuição da função dos órgãos. Além disso, com a redução das concentrações plasmáticas de proteínas, como a albumina plasmática, o animal pode desenvolver edema e ascite.

FONTES PROTEICAS

Nos quadros 4 e 5, estão apresentadas as principais fontes de proteína de origem animal e vegetal empregadas na formulação de alimentos para cães e gatos.

Quadro4. Fontes de proteína de origem animal e porcentagem de proteína bruta (PB) na matéria seca.

FONTES PROTEICAS DE ORIGEM ANIMAL	
INGREDIENTES	PB (%)
Farinha de carne	52,0 - 72,0
Farinha de carne e ossos	42,0
Farinha de carne e ossos ovino	42,0 - 58,0
Farinha de vísceras de frango	62,0 - 69,0
Farinha de subprodutos	58,0
Farinha de peixe	58,0
Farinha de salmão	65,0
Proteína isolada de suíno	82,0
Plasma desidratado	78,0
Ovo / albumina / caseína	42,0 / 78,0 / 80,0

Fonte: C.F.F. Pontieri.

Quadro 5. Fontes de proteína de origem vegetal e porcentagem de proteína bruta (PB) na matéria seca.

FONTES PROTEICAS DE ORIGEM VEGETAL	
INGREDIENTES	PB (%)
Farelo de glúten de milho 21	21,0
Farelo de glúten de milho 60	60,0
Farelo de soja	42,0
Proteína concentrada de soja	65,0
Proteína isolada de soja	83,0
Glúten de milho	76,0

Fonte: C.F.F. Pontieri.

As fontes de proteína de origem animal geralmente apresentam boa palatabilidade. Algumas dessas fontes podem apresentar contaminantes, como penas, bicos, unhas, tecidos queratinizados e aminas biogênicas. Geralmente apresentam alta digestibilidade, mas isso varia muito com o fabricante e depende do teor de matéria mineral (MM) presente, de modo que altos teores diminuam a digestibilidade. Essas fontes apresentam relação PB/MM inferior, quando comparadas às fontes vegetais. Isso é importante, pois, dependendo da fonte, pode haver limitação da sua inclusão, para não implicar em altas concentrações, principalmente de fósforo. Isso pode implicar em riscos à saúde, principalmente de gatos, que são mais propensos a desenvolverem urolitíases e doença renal crônica (pela alta ingestão de fósforo).

As fontes proteicas de origem vegetal podem apresentar fatores anti-nutricionais, porém a maior parte deles são inativados com as altas temperaturas de processamento durante a extração. Apresentam relação PB/MM mais alta, quando comparadas às fontes de origem animal. Tal característica torna esse grupo de ingredientes interessantes para inclusão em alimentos destinados ao manejo de algumas enfermidades como DRC, urolitíases etc.

VITAMINAS NA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE CÃES E GATOS

Mariana Porsani, Rafael Zafalon & Marcio Antonio Brunetto

Vitaminas são compostos orgânicos responsáveis por regular e auxiliar diversos processos do corpo, como crescimento e a manutenção da vida. Embora não sejam utilizadas pelo organismo como fonte de energia, as vitaminas são essenciais em diversas funções do organismo e atuam principalmente como cofatores enzimáticos e catalisam processos metabólicos essenciais, sendo incorporadas também nos tecidos. Apesar das moléculas de vitamina não se enquadrarem como carboidrato, proteína ou gordura, são extremamente necessárias para que possam atuar na maioria dos processos vitais. Em sua maioria as vitaminas não podem ser sintetizadas pelo corpo animal e assim, precisam ser ingeridas em quantidades adequadas através do alimento.

As vitaminas podem ser classificadas em lipossolúveis (vitamina A, D, E e K) e hidrossolúveis (vitamina C e vitaminas do complexo B). As vitaminas hidrossolúveis são absorvidas de forma passiva no intestino delgado e são excretadas na urina. O consumo frequente de vitaminas hidrossolúveis se faz necessário devido ao seu baixo estoque no corpo do indivíduo, e o excesso é excretado na urina.

As vitaminas lipossolúveis são absorvidas pelo mesmo mecanismo dos lipídeos, mas seus metabólitos são excretados principalmente nas fezes, por meio da bile. São armazenadas principalmente no fígado e podem permanecer por período prolongado. O organismo é capaz de armazenar quantidades significativas de vitaminas lipossolúveis. Por isso, o baixo consumo diário por curto período não resulta em deficiência nutricional. No entanto, esta pode ser evidenciada em período mais longo de baixa ingestão. Por outro lado, devido ao armazenamento, o risco de toxicidade é maior.

A deficiência vitamínica não ocorre geralmente de forma isolada e sim associada a mais de uma vitamina. As vitaminas do complexo B (niacina, tiamina, ácido pantotênico e biotina) estão envolvidas em diversas reações metabólicas, como formação da acetil-CoA e participam da glicólise e do ciclo de Krebs (atuam como coenzimas nesta conversão enzimática). Dessa forma, a deficiência de uma destas vitaminas pode comprometer funções importantes. Algumas vitaminas dependem de outros nutrientes para que sua ação seja realizada com sucesso. Por exemplo, alimento com alta proteína necessitam de maior demanda de piridoxina.

VITAMINA A

A vitamina A é um micronutriente essencial, formada pelos compostos químicos retinol, carotenóides, ácido retinóico e retinaldeído. Sendo a molécula com maior atividade biológica o retinol, considerado a forma ativa da vitamina A.

Possui ação na visão, crescimento ósseo, reprodução e manutenção dos epitélios. Essa vita-

mina lipossolúvel adentra no intestino sob forma de ésteres e sofre ação da bile e suco pancreático, os quais são hidrolisados e convertidos em retinol. São transportados sob forma de quilomícrons e armazenados no fígado na forma de palmitato e circulam no plasma na forma de retinol. A vitamina A é um nutriente encontrado apenas em alimentos de origem animal, em diversas formas: retinol, retinil, retinal e ácido retinóico. Os vegetais fornecem provitaminas A, como o beta-caroteno e a criptoxantina, o caroteno é o mais ativo dos carotenóides provitamínicos A. Estes podem ser biologicamente transformados em retinol, no intestino de cães, sob ação da enzima dioxigenase. Por outro lado, nos gatos, estas enzimas encontram-se em quantidades mínimas ou ausentes, por isso os felinos não conseguem fazer esta conversão. Desta forma, necessitam consumir o retinol na dieta através de alimentos de origem animal.

Deficiência de vitamina A em cães e gatos pode resultar em incapacidade da proliferação e diferenciação celular dos tecidos epiteliais como pele, mucosa do trato respiratório e gastrointestinal, além de alterações na produção de mucoproteínas. Tais alterações podem ocasionar deficiência de barreira e predispor o animal a infecções. Em animais jovens, quantidades insuficientes desta vitamina podem prejudicar o crescimento em virtude da influência da vitamina A nos osteoblastos e osteoclastos, tecido cartilaginoso epitelial e na síntese de glicoproteínas.

Alterações reprodutivas em machos podem ser observadas, como redução da espermatogênese e, alteração no ciclo estral e reabsorção fetal nas fêmeas. Também foram observadas alterações oculares como a nictalopia (cegueira noturna), xeroftalmia (ressecamento patológico da conjuntiva e da córnea), opacificação e ulceração em córnea e conjuntivites. Complicações cutâneas como rarefação pilosa, crostas e eritema foram relatadas em dois caninos da raça Akita, com o diagnóstico terapêutico de dermatose responsiva à vitamina A por meio da suplementação de vitamina A na dose de 700UI/kg a cada 24 horas, tal tratamento resultou na melhora das manifestações clínicas aparentes.

A intoxicação por vitamina A é rara nos cães, pois o precursor desta vitamina, o beta-caroteno não é tóxico para a espécie. Por outro lado, nos gatos, o excesso desta vitamina pode acarretar no aparecimento de espondilose cervical deformante. Esta enfermidade inicia com manifestações clínicas de anorexia, perda de peso, letargia e redução nos movimentos. Além de alterações no crescimento de vertebrae cervicais que ocasionam muita dor ao animal, alterações do movimento com claudicação e até paralisia em casos severos. No entanto, para que ocorra a intoxicação por vitamina A, estudos demonstraram ser necessárias doses altas de acordo com as recomendações, para toxicidade, o consumo deve ser de 1000 vezes superior às necessidades recomendadas. Como as dietas atualmente são equilibradas e balanceadas, o risco de toxicidade diminui.

VITAMINA D

A vitamina D é um nutriente essencial para cães, e apresenta papel importante no desenvolvimento ósseo dos filhotes. As duas formas mais importantes desta vitamina referem-se a dois precursores biologicamente inertes ou pró-hormônios: a vitamina D2 (ergocalciferol) e a vitamina D3 (colecalfiferol).

Os cães e gatos, diferente de outros mamíferos, não possuem quantidade suficiente da enzima 7-deidrocolesterol na pele e não são capazes de sintetizar por meio da radiação ultra-violeta esta vitamina. Dessa forma, necessitam ingerir toda vitamina D necessária por meio da dieta. A vitamina D2 está presente em cereais, leite, ovos, peixes e pães e a D3 é encontrada em altas concentrações em peixes oleosos, como sardinha e salmão, gemas de ovos e fígado.

A vitamina D3, nas suas formas ativas: 1,25-dihidroxicolecalciferol e 24,25-dihidroxicolecalciferol, tem seu papel conhecido há tempos no metabolismo de cálcio e fósforo, atuando na manutenção da ossatura corporal. Através da absorção intestinal, e do aumento de cálcio e fósforo plasmático, ocorre a remodelação de mineralização dos ossos e cartilagens. Ela também age para que as concentrações extracelulares de cálcio e fósforo sejam mantidas em valores adequados para que ocorra excitabilidade do tecido nervoso e contração muscular.

Depois de absorvida em suas duas formas, a vitamina D se liga a uma proteína [proteína liga-

dora de vitamina D (PLD)] e é transportada para o fígado. Neste órgão ocorre a primeira hidroxilação da vitamina D na posição C-25 por uma ou mais hidroxilases 25 de vitamina D do citocromo P450, o que resulta na produção de 25-hidroxivitamina D ou [25 (OH)D]. Este metabólito possui meia-vida de aproximadamente 2 semanas e é a principal forma de armazenamento de vitamina D em humanos, sendo utilizado como indicador do status da vitamina D. Nos túbulos renais proximais, a enzima 1-alfa-hidroxilase catalisa a hidroxilação de 25(OH)D, que resulta na forma ativa da vitamina D, o calcitriol (1,25-di-hidroxivitamina D) ou [1,25(OH)2D], responsável por atuar nos receptores dos diferentes órgãos alvo: glândulas, intestino, ossos, rins e paratireóides.

O cálcio proveniente da dieta tem papel fundamental na regulação da vitamina D, alterações nas concentrações séricas deste elemento alteram de forma direta as concentrações de paratormônio. Quando as concentrações de cálcio ionizado estão baixas, o PTH pode estimular diretamente a produção de 1-alfa-hidroxilase renal. Em situações de concentrações elevadas de 1,25 (OH) 2 D, ocorre o feedback negativo, ou seja, é reduzida a atividade da 1-alfa-hidroxilase. Outros fatores que também podem suprimir a 1-alfa-hidroxilase são: hipercalcemia, acidose metabólica crônica e fator de crescimento de fibroblastos-23 (FGF-23), um hormônio produzido pelos osteócitos envolvido no metabolismo do fosfato. Estudo recente demonstrou que cães possuem concentrações plasmáticas mais altas de 24,25(OH)D3, metabólito da 25(OH)D em comparação a humanos, suínos e roedores. Em animais de companhia a concentração sérica ideal de 25(OH)D, ainda não foi definida com precisão.

Atualmente sugere-se que a 1,25(OH)2D atue na modulação do sistema imune, regulação na diferenciação celular, morte celular programada, inibição do crescimento celular, controle do sistema nervoso central, regulação da hipertrofia de cardiomiócitos, regulação da secreção de insulina e da regulação da pressão sanguínea por meio do sistema renina-angiotensina-aldosterona.

Muitos estudos vêm sendo realizados em humanos referindo a correlações entre concentrações insuficientes de vitamina D e risco aumentado de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, hipertensão, câncer, diabetes, esclerose múltipla, artrite reumatóide, doenças infecciosas e asma. Em cães a literatura é escassa, visto que a concentração de vitamina D é exclusiva sob fonte de dieta. Recentes estudos demonstraram baixas concentrações de 25 (OH) D em pacientes com linfoma canino, mastocitoma, hiperparatireoidismo, doença renal crônica, doenças do intestino e doenças cardíacas.

Cães com enteropatia crônica (CE) apresentaram menores concentrações séricas de 25 (OH) D e hipocalcemia, do que cães saudáveis e cães hospitalizados com doenças não gastrintestinais, sendo que o quadro pode evoluir para hiperparatireoidismo secundário. Concentrações excessivas de vitamina D podem levar à hipercalcemia, redução de paratormônio (PTH) e calcificação de tecidos moles. Já o excesso pode levar ao quadro de hipercalcemia, calcinose e claudicação.

VITAMINA E

A vitamina E, também conhecida como alfa-tocoferol atua como antioxidante biológico, capaz de combater os danos causados pelos radicais livres e assim, previne a oxidação celular e dos lipídeos. A necessidade de vitamina E dos animais varia de acordo com a quantidade de ácidos graxos poli-insaturados, selênio e oligoelementos ingeridos. Em dietas com alta inclusão de gorduras insaturadas, a quantidade de alfa-tocoferol é maior.

O selênio e a vitamina E atuam de forma sinérgica e agem em conjunto com a enzima glutationa-peroxidase na proteção dos fosfolipídeos poli-insaturados e ácidos graxos das membranas celulares, combatendo os radicais livres formados durante a oxidação. Esta enzima também destrói a peroxidação antes deste processo danificar as membranas.

Casos de toxicidade de vitamina E e deficiência de vitamina E são raros em cães e gatos, mas pode ocorrer em casos de dietas caseiras não balanceadas. Quando ocorre deficiência desta vitamina é possível observar degeneração da musculatura esquelética, alterações reprodutivas, alterações oculares em retina e prejuízo na resposta imune. Em gatos, alimentos com alta concentração de ácidos graxos e baixos teores de alfa-tocoferol, podem resultar em panesteatite, doença

caracterizada por inflamação dos tecidos adiposos e que resulta nas manifestações clínicas: anorexia, prostração, hipertermia, hiperestesia em tórax e abdômen. Se a dieta possui grande quantidade de óleo de peixe, a quantidade de alfa-tocoferol deve aumentar em quatro vezes. Relatos de gatos com esta alteração clínica foram encontrados em animais alimentados de forma exclusiva com atum enlatado conservado em óleo.

VITAMINA K

A vitamina K pode ser encontrada sob duas formas naturais, as filoquinonas, denominadas de vitamina K1 e as menaquinonas, chamadas de K2. Essa vitamina possui atuação na síntese de fatores envolvidos na coagulação sanguínea (fatores: II, VII, IX, X e XII). As necessidades dietéticas desta vitamina são baixas em cães e gatos, em virtude de sua produção por bactérias da microbiota intestinal.

A vitamina K oriunda da dieta é absorvida no intestino delgado, incorporada aos quilomícrons e posteriormente transportada pelas vias linfáticas. Deficiências séricas desta vitamina podem levar a quadros de hemorragia, em gatos existem relatos de úlcera gástrica, aumento do tempo de coagulação. No entanto, após as correções das concentrações na dieta a resposta é rápida. Altas dosagens em animais jovens podem acarretar em quadros de anemia.

VITAMINAS DO COMPLEXO B

Vitamina B1 (Tiamina)

A tiamina, também conhecida como vitamina B1, pertence às vitaminas do complexo B. Nos tecidos, o fosfato de tiamina é a forma encontrada em maior concentração, em relação a outras moléculas como mono-di ou trifosfato de tiamina. A tiamina é hidrolisada no intestino e absorvida de forma passiva nos enterócitos do jejuno. A coenzima difosfato de tiamina, em conjunto com o fósforo originam a coenzima tiamina pirofosfato (TPP), que é a responsável por várias reações, incluindo a transformação de glicose em energia (ATP) e formação de acetato e acetil- coenzima A, componente principal do ciclo de Krebs, por meio da descarboxilação oxidativa do piruvato, sendo uma via importante para o metabolismo de carboidratos, gorduras e proteínas.

Deficiências da ingestão de tiamina são raras em cães e gatos, no entanto, podem ocorrer pela perda desta vitamina no processo de extrusão, devido a altas temperaturas e também em outras condições de processamento e armazenamento. Em gatos, o consumo de peixes produtores de tiaminase, quando crus, também pode resultar em deficiência desta vitamina.

Vitamina B2 (Riboflavina)

A riboflavina, também conhecida como vitamina B2, é precursora do grupo enzimático denominado flavinas. As duas coenzimas derivadas da riboflavina são a flavina-mononucleotídeo e flavina-adenina-dinucleotídeo. As flavinas são utilizadas em mais de 50 reações enzimáticas nos mamíferos e são essenciais para o crescimento celular. A riboflavina proveniente da dieta encontra-se na forma das coenzimas flavina-adenina-dinucleotídeo (FAD) e flavina-mononucleotídeo (FMN) e está ligada à proteínas. No estômago, o meio ácido propicia a liberação das coenzimas. Estas coenzimas livres sofrem ação das pirofosfatases e fosfatases, presentes no intestino delgado, levando à liberação da riboflavina.

Deficiência na ingestão desta vitamina pode levar a manifestações clínicas de anorexia, perda de peso, ataxia, polineurite. Em filhotes, o consumo insuficiente pode retardar o crescimento. Em cães adultos, alteração neurológica e cardíaca de paresia, hipertrofia cardíaca e bradicardia podem ser vistas. Assim como sinais de ventroflexão do pescoço de gatos. Apenas em casos raros o excesso no consumo leva toxicidade, mas podem reduzir a pressão sanguínea, bradicardia e arritmia.

Niacina (vitamina B3)

A Niacina, também denominada de vitamina B3, é composta por duas formas: ácido nicotínico e nicotinamida. Niacina é um cofator para diversas reações enzimáticas como: reações de oxido-redução (NAD⁺) e a nicotinamida-adenina-dinucleotídeo-fosfato (NADP⁺). A vitamina B3 contida na dieta é absorvida na mucosa gástrica e intestinal. Para que ocorra sua síntese nos tecidos é necessária a presença de co-fatores. Em cães, a niacina pode ser sintetizada a partir do triptofano na presença da vitamina B6, ferro e co-fatores. No entanto, os gatos são incapazes de realizar essa síntese. Deficiência no consumo desta vitamina em filhotes resulta em alterações no crescimento. Nas demais fases de vida, os animais com carência desta vitamina podem apresentar anorexia, episódios de diarreia, úlceras na mucosa oral e palato mole, com necrose de língua em cães. Já em gatos, úlcera na língua associada a episódios de sialorreia são observados. Excesso raramente causa toxicidade, pois a excreção desta vitamina é realizada na urina, no entanto, em alguns casos os animais podem apresentar diarreia com sangue e convulsão, em casos mais severos.

Ácido pantotênico (vitamina B5)

O ácido pantotênico, também conhecido como vitamina B5, é essencial na síntese da coenzima A, molécula importante na geração de energia durante os processos do metabolismo de açúcares, lipídios e proteínas, além de também atuar na síntese de ácidos graxos e colesterol. Após o consumo, a vitamina B5 é degradada no lúmen intestinal, sendo transportada de forma livre no plasma e os excessos eliminados na urina. Casos de toxicidade por excesso de consumo desta vitamina não foram relatados, contudo a deficiência de ingestão do ácido pantotênico, apesar de raras, podem ocorrer e resultar em alterações clínicas como atraso no crescimento em filhotes. Em adultos, prejuízos nas funções hepáticas ocorrem por acúmulo de gordura intra-hepática, além de redução sérica de colesterol, taquicardia e baixa resposta imunológica.

Vitamina B6 (Piridoxina)

A piridoxina, também conhecida como vitamina B6, possui três formas naturais: piridoxina, piridoxal e piridoxamina. As duas formas ativas são piridoxamina-fosfato e piridoxal-fosfato e estão envolvidas no metabolismo de aminoácidos, catabolismo do glicogênio e metabolismo dos lipídeos. Além de atuar na síntese de neurotransmissores: serotonina, dopamina, epinefrina, norepinefrina e GABA em cães. Essa vitamina também atua no metabolismo de aminoácidos, sendo essencial para o metabolismo do triptofano e na sua conversão em niacina nos cães, por outro lado, os gatos não são capazes de realizar esta via metabólica.

A vitamina B6 sofre hidrólises e é absorvida de forma passiva pelas células do jejuno. Diferente das outras vitaminas do complexo B, a piridoxina não é totalmente excretada na urina, sendo armazenada nos músculos.

Deficiência na ingestão da piridoxina pode alterar o apetite do animal, levar ao quadro de anorexia, com perda de peso. Alterações sanguíneas podem ser evidenciadas com a presença de anemia microcítica hipocrômica, além de alterações em rins e bexiga que levam a atrofia tubular renal e formação de oxalato de cálcio. Em casos severos de deficiência desta vitamina, episódios de convulsão já foram relatados. Excessos no consumo apresentam baixa toxicidade, mas quando presentes, também podem levar a anorexia e ataxia em cães.

Biotina (vitamina B7)

Biotina, também conhecida como vitamina B7, atua como cofator para diferentes reações no metabolismo de lipídeos, glicose, aminoácidos e como fonte de energia. Deficiências são raras em cães e gatos, pois a microbiota intestinal é capaz de sintetizar metade da demanda dessa vitamina, no entanto, em dietas compostas por ovo cru pode-se visibilizar esta deficiência, devido ao fato da proteína avidina, presente nos ovos crus, se ligar a biotina e inibir sua absorção normal no intestino e, com isso, sua ação. As manifestações clínicas em casos de deficiências são hiper-

queratose, alopecia, secreções peri-ocular, sialorreia, anorexia e diarreia. Casos de toxicidade não foram relatados em cães e gatos: Situações de uso prolongado de antibióticos também podem gerar deficiência de biotina.

Ácido fólico (vitamina B9)

O ácido fólico, também denominado de vitamina B9 ou folato, também é uma vitamina pertencente ao complexo B, sua estrutura é dividida em três componentes funcionais: pteridina; ácido para-aminobenzóico e resíduos do ácido glutâmico (glutamato). O ácido fólico é absorvido por meio dos enterócitos. Essa vitamina participa de diversas rotas metabólicas, com atuação na biossíntese de nucleotídeos, neurotransmissores, metabolismo de aminoácidos e na formação da creatinina. Possui também atuação na síntese dos ácidos nucléicos e maturação de células vermelhas na medula óssea, sendo essencial para a formação das células do sangue.

Não existem relatos de toxicidade em cães e gatos. Quadros de deficiência podem ocorrer pela falta de ingestão e pelo uso do antibiótico sulfametazona, que interfere na absorção dessa vitamina. Os sintomas são anorexia, perda de peso e glossite. Alterações laboratoriais como leucopenia, anemia hipocrômica e aumento na concentração plasmática de ferro.

Cobalamina (vitamina B12)

A cobalamina, também conhecida como vitamina B12, apresenta sua atividade biológica por meio da cianocobalamina, sendo suas formas ativas a 5-desoxiadenosilcobalamina e metilcobalamina. É a vitamina mais complexa da classe das vitaminas hidrossolúveis, sendo a única que contém um íon metálico, o cobalto, na sua constituição. Em cães e gatos, a metilcobalamina é uma coenzima necessária para a síntese de metionina. A vitamina B12 participa de reações enzimáticas que se assemelham às reações das quais os folatos estão envolvidos, em consequência disso, quadro de anemia megaloblástica em animais com deficiência de folato pode ser observado. Para que ocorra a absorção desta vitamina é necessária a presença de um fator intrínseco, nos cães este fator é secretado em menor quantidade na luz do estômago e, em maiores quantidades pelo pâncreas. Nos gatos, o pâncreas é a única via, sendo a vitamina B12 absorvida no íleo e jejuno. A necessidade de cianocobalamina está relacionada com os teores de ácido fólico, colina e metionina da dieta.

Toxicidade por excesso de consumo dessa vitamina não foi relatada na última edição do NRC, assim como deficiência em animais saudáveis. No entanto, animais com insuficiência pancreática exócrina podem apresentar deficiência nas concentrações desta vitamina pela não produção do fator intrínseco. Uma desordem hereditária que acomete cães da raça Schnauzer gigante, pode também causar má absorção de cianocobalamina. Em animais que recebem dieta vegetariana ou vegana, a deficiência desta vitamina pode também ser observada. A falta de cobalamina pode levar a manifestações clínicas de neuropatia e anemia.

Colina

A colina é tradicionalmente classificada como uma vitamina do complexo B, no entanto, se difere das demais vitaminas do mesmo grupo, porque alguns animais a sintetizam no fígado, além desta vitamina apresentar alta demanda e não atuar como uma co-enzima. Colina é componente dos fosfolípidos, considerada essencial para a membrana celular. É precursora da acetilcolina, atua na ativação plaquetária e fornece radicais metila, essenciais para trocas metabólicas.

Deficiência em cães filhotes resulta em infiltração perilobular de gordura no fígado, além de atrofia no timo, aumento do tempo de pró-trombina e retardo no crescimento. Casos de toxicidade não foram relatados em cães e gatos.

MINERAIS NA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE CÃES E GATOS

Mariana Porsani, Rafael Zafalon & Marcio Antonio Brunetto

Os minerais são nutrientes inorgânicos, divididos em macrominerais - necessários em maiores quantidades (> 100mg) e microminerais, necessários em menor quantidade (< 100mg). Os macrominerais são: cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl). Os microminerais incluem: ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn), iodo (I), selênio (Se), manganês (Mn) e cobalto (Co). Os minerais, assim como as vitaminas, podem causar deficiências ou toxicidade, dessa forma é necessário seguir recomendações das quantidades ideais para cada espécie e fase de vida.

A interação com outros componentes da dieta pode comprometer a biodisponibilidade dos minerais, assim como a presença de ingredientes com ação anti-nutricional, que podem levar à deficiências de nutrientes específicos. Um exemplo é o excesso de algumas substâncias consideradas fatores anti-nutricionais, como ácido fítico, também conhecido como fitato, que pode estar presente em dietas com alta fibra. Uma dieta desequilibrada e com alto fitato, pode causar deficiência na absorção de alguns minerais como cálcio, cobre, magnésio, ferro e zinco no organismo.

Podem ocorrer interações entre inúmeros minerais que resultam em efeitos de antagonismo e agonismo entre eles, a figura abaixo (figura 1) ilustra a interação entre cada mineral, ou seja, qual mineral afeta o outro (forma bidirecional) ou unidirecional (quando um mineral afeta o outro, mas não acontece de forma recíproca).

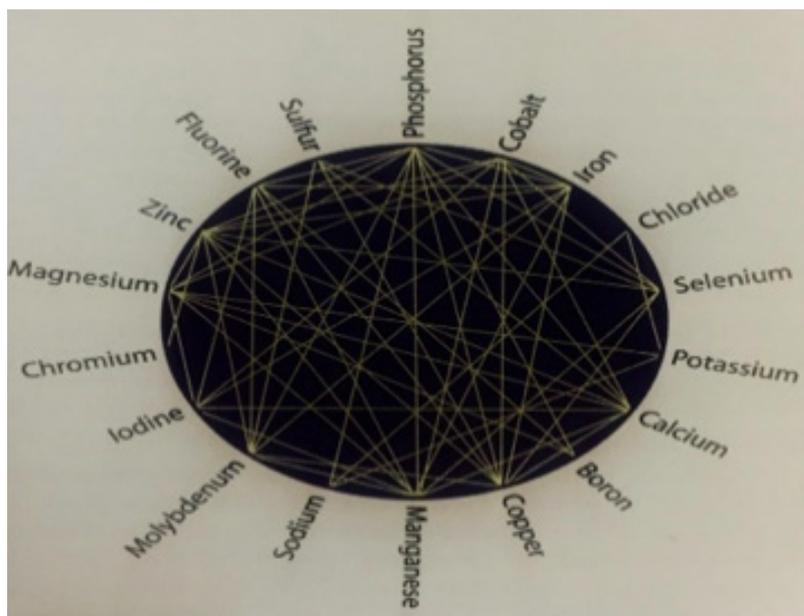


Figura 1. Interação entre os minerais.

Fonte: adaptada de Wedekind et al. (2010).

Reações antagônicas ocorrem quando a presença de um mineral reduz o transporte ou ação de outro e, sinergismo, é a ação conjunta de dois minerais. A deficiência de um mineral pode fazer com que ocorra a redução das concentrações de outros elementos no organismo. Por exemplo, altas concentrações de ferro no alimento reduzem o estoque de cobre no fígado. Da mesma forma que o zinco é mobilizado quando o cálcio está deficiente, porque a mobilização ocorre dos ossos.

CÁLCIO (CA) E FÓSFORO (P)

Cálcio e fósforo são minerais de maior abundância envolvidos na manutenção, estrutura e rigidez dos ossos e dentes. O cálcio atua também como segundo mensageiro para resposta celular

a estímulos de hormônios neurotransmissores. O fósforo está envolvido em inúmeras funções e reações enzimáticas, além de ser responsável pela transferência de energia ao corpo. Depois do cálcio, o fósforo é o segundo elemento principal constituinte de ossos e dentes. Cerca de 60 a 70% de fósforo ingerido via alimento é absorvido e, a regulação total deste elemento envolve a função renal e intestinal. A homeostasia do cálcio é elencada por diversos fatores, órgãos e hormônios (paratormônio e calcitonina) e vitamina D.

As demandas nutricionais de cálcio e fósforo dependem da fase de vida em que o animal se encontra. Deficiências podem ser observadas em dietas mal formuladas e que podem resultar em crescimento inadequado em filhotes. Em animais adultos pode-se observar diminuição de apetite, perda de dentes e osteomalácia. O excesso da ingestão de cálcio e fósforo leva a inúmeras complicações, destacando-se as alterações ósseas e alterações articulares. Alterações urológicas e em rins também podem ser citadas com presença de nefrose e predisposição de urolitíases.

A hipocalcemia pode ser vista em fêmeas no período pós-parto e na lactação, principalmente. Já altas concentrações de cálcio, principalmente em animais em fase de crescimento, podem levar a alterações ortopédicas como: osteocondrose, síndrome de wobbler e rádio curvo. A deficiência na ingestão de fósforo leva a alteração em apetite, raquitismo e fraturas espontâneas. Nos animais filhotes pode-se observar retardo de crescimento. As deficiências de cálcio e fósforo e sua relação menor do que 1:1 podem desencadear o hiperparatireoidismo secundário nutricional, como consequência da tentativa do organismo de manter a homeostase do cálcio. O mecanismo de desenvolvimento desta doença se caracteriza pelo aumento da secreção de paratormônio em resposta à redução de cálcio iônico. O paratormônio, por sua vez, aumenta a reabsorção óssea, reabsorção de cálcio pelos rins e aumenta a eliminação de fósforo pela urina, além de aumentar a conversão de 25-hidroxivitamina D3 em 1,25-dihidroxivitamina D3, nos rins. Tal efeito aumenta a absorção de cálcio pelo intestino delgado. Como consequência do hiperparatireoidismo secundário nutricional, micro-fraturas ou fraturas completas podem ocorrer, além de perdas de dentes e outras alterações ósseas mais graves.

MAGNÉSIO (MG)

O magnésio é utilizado para manutenção da saúde óssea e dos dentes, atua na funcionalidade cardíaca, musculatura esquelética e sistema nervoso. Além de atuar no metabolismo dos carboidratos e lipídeos. O Mg é essencial para reações enzimáticas, principalmente no metabolismo de energia. Cerca de 20 a 70% do magnésio oriundo da dieta é absorvido, no entanto, inúmeros elementos podem influenciar na sua absorção (para menos) como níveis altos de fósforo na dieta, cálcio, potássio, gordura e proteína, assim como o uso de algumas medicações como diuréticos, aminoglicosídeos e ciclosporina. A deficiência do consumo deste mineral pode levar a fraqueza muscular, hiperexcitabilidade, anorexia, perda de peso corporal, vômito, convulsões. Diminuição na mineralização óssea, calcificação da aorta e calcificação renal. Por outro lado, o excesso do consumo faz com que o animal apresente paralisia flácida e pode predispor ao quadro de urolitíase, principalmente em felinos.

POTÁSSIO (K)

O potássio é o terceiro mineral mais abundante no corpo, está envolvido em inúmeras funções como: manutenção do equilíbrio do balanço ácido básico, da osmolaridade dos fluidos corporais, transmissão de impulsos nervosos, contração muscular e atua como co-fator para inúmeras reações enzimáticas. É absorvido primeiramente por difusão no intestino delgado e, em menores concentrações, no intestino grosso. Este elemento não é estocado e deve ser ingerido diariamente. O excesso de consumo leva ao quadro de hipercalemia, que em casos raros, pode predispor ao quadro de paresia e bradicardia. Contudo, a ingestão de quantidade insuficiente pode levar ao quadro de deficiências com alterações clínicas apresentadas como anorexia, alterações na locomoção, fraqueza muscular, deficiência no crescimento, alterações cardíacas e na função renal. Apesar de raras em cães a deficiência pode ser

evidenciada em gatos que consomem dietas com acidificante.

SÓDIO (NA) E CLORO (CL)

Sódio e cloro são os eletrólitos de maior concentração e atuam no balanço ácido básico e na osmolaridade dos fluidos corporais. O cloro é essencial para composição da bile e ácido clorídrico estomacal. As necessidades de sódio variam de acordo com o total de perdas diárias desse mineral, que geralmente são menores em animais adultos. Aumento da ingestão de sódio pode aumentar o consumo de água pelos animais, acompanhados de aumento na excreção urinária desse elemento e água. Este aumento do consumo não leva a hipertensão arterial como em pacientes humanos, pois cães e gatos são mais tolerantes ao sódio e possuem mecanismos eficientes de ajustes quando em menor ou maior ingestão. Deficiências causam fadiga, exaustão, inabilidade da manutenção da água com diminuição da ingestão hídrica, retardo no crescimento, alteração em pelame e pele.

FERRO (FE)

O ferro é um mineral fundamental à manutenção dos processos do organismo, tendo sua participação obrigatória e indispensável no processo de formação das células vermelhas do sangue, além de ser constituinte da mioglobina, citocromos e algumas enzimas. Estes pigmentos são importantes no transporte de oxigênio e na respiração celular. Quando na forma de sulfato ferroso (fontes animais) o ferro é melhor absorvido do que na forma de íons férrico e do que o ferro oriundo de ingredientes de origem vegetal. A absorção de íons férricos ocorre no estômago e duodeno, ligados a proteínas e peptídeos. São transportados no plasma para medula óssea para síntese de hemoglobina e armazenamento no fígado, baço e medula óssea, também ligados a duas proteínas: ferritina e hemossiderina. Deficiências da ingestão podem levar ao quadro de anemia, com sintomas de fraqueza e deficiência de crescimento em cães filhotes. Alterações ósseas também podem ser secundárias a essa deficiência. O excesso de ferro leva a intoxicação com quadro de anorexia e perda de peso, além de redução da concentração de albumina sérica, hemossiderose e alterações da função hepática.

COBRE (CU)

O cobre está envolvido no transporte de ferro para a formação de hemoglobina e atividades da série sanguínea vermelha, além de ser cofator de reações enzimáticas como da enzima superóxido-dismutase, sendo importante no mecanismo de defesa do estresse oxidativo (radicais livres). Esse mineral também é um constituinte importante da metaloenzima (Citocromo oxidase), responsável e essencial na respiração celular. Sua ação se estende à síntese de melanina, responsável pela pigmentação normal do pelame e pele. A absorção do cobre ocorre no trato gastrointestinal, com maior absorção no jejuno, sendo na sequência, armazenamento no fígado, cérebro, rim, coração, pâncreas, baço, músculo, pele e ossos. Em quadro de deficiência de ingestão, o animal pode se tornar anêmico devido a diminuição da síntese de hemoglobina. O aumento da concentração sérica de cobre em muitos casos não está associado ao excesso do consumo, e pode ocorrer em algumas raças predispostas como: West Highland White Terriers, Doberman pinschers, Labrador. Esse acúmulo pode levar a defeito primário na metabolização do cobre que pode resultar em dano mitocondrial hepático e na peroxidação lipídica, podendo evoluir para hepatopatias e cirrose. Pode também ser evidenciado quadro de anemia devido a competição do ferro e cobre pelos mesmos sítios de absorção intestinal.

ZINCO (ZN)

O zinco é o componente principal de mais de 200 reações enzimáticas, incluindo metabolismo lipídico, proteico, carboidratos e dos ácidos nucleicos. Atua também na repli-

cação e diferenciação celular, crescimento, reprodução e, é essencial para manutenção de pele e pelame. A absorção do zinco ocorre principalmente no duodeno, jejuno e íleo. As necessidades de zinco nos cães e gatos pode ser afetada por outros componentes da dieta. Por exemplo, concentrações altas de cálcio aumentam a demanda de zinco, afetando a absorção. Teores de cobre, fosfato, ferro, cádmio, cromo e fitato também afetam as concentrações desse mineral. O fígado é o principal órgão envolvido no metabolismo do zinco, podendo ser encontradas alterações das concentrações séricas em animais hepatopatas. A deficiência desse mineral é uma preocupação maior que a toxicidade, pois este apresenta baixa toxicidade e a redução das concentrações circulantes pode afetar diversos fatores que resultam em anorexia, redução da resposta imune, atrofia testicular e alteração no crescimento de filhotes. Alterações cutâneas e na pelagem como alopecia, paraqueratose, descoloração e pelame seco, também já foram relatados.

iodo (I)

Iodo é o componente essencial para a formação de hormônios tireoidianos, regulando os mecanismos basais. A necessidade desse elemento está relacionado ao estado fisiológico e a dieta, animais em lactação possuem maior demanda. Da mesma forma que excesso de alguns minerais como: arsênio, brometo, flúor, cobalto, manganês, cálcio e potássio. Deficiência pode levar a manifestações clínicas como reabsorção fetal, aumento das glândulas tireóides, apatia, mixedema e letargia. Além de anormalidades em pelame como alopecia, e prostração. Toxicidade foi vista em gatos com sintomas de anorexia, hipertermia e perda de peso.

SELÊNIO (SE)

O selênio é um antioxidante que atua na enzima glutatona-peroxidase e assim, influencia na redução da formação de peróxidos. Estes atuam de forma sinérgica com a vitamina E. Selênio também protege contra contaminação por mercúrio e cádmio. Absorção ocorre no duodeno, sendo regulado pela concentração na dieta. Após a absorção é transportado no plasma associado a uma proteína plasmática e entra nos tecidos, onde é estocado como selenometionina e selenocistina. Deficiência deste mineral pode levar a distrofia muscular, alterações reprodutivas, diminuição de apetite, edema subcutâneo e mineralização renal.

MANGANÊS (MN)

O manganês está envolvido em inúmeras reações enzimáticas catalíticas, sendo necessário principalmente no metabolismo lipídico e de carboidratos, além de atuar na formação de cartilagem. É componente ativador da enzima glicosil-transferase, responsável pelo desenvolvimento da matriz óssea orgânica, além de atuar na reprodução e integridade da membrana celular. Este mineral é absorvido no intestino delgado, sendo excretado pela bile e suco pancreático. Deficiência desse mineral leva a alteração no crescimento, reprodução, alteração em conformação óssea de membros pélvicos, além de distúrbio no metabolismo lipídico. O excesso de manganês parece não apresentar potencial tóxico.

COBALTO (CO)

O cobalto é parte integral da vitamina B12 e é essencial para mamíferos na forma de cobalamina. A maior parte do cobalto é inorgânica, sendo a cobalamina ingerida apenas em frações pequenas. A microbiota intestinal de cães e gatos pode sintetizar cobalamina se o cobalto estiver presente no lúmen, porém o sítio de produção é caudal ao sítio de absorção deste nutriente, portanto a adição de cobalto com esta finalidade não é indicada. Não há estudos sobre a toxicidade de cobalto em cães e gatos e deficiências não foram relatadas nesses animais, em casos de concentrações adequadas de vitamina B12 na dieta.

ENERGIA: MEDIDAS E NECESSIDADES

Henrique Tobaró Macedo, Vivian Pedrinelli & Marcio Antonio Brunetto

INTRODUÇÃO

A energia não é por si só um nutriente, mas sim uma propriedade obtida a partir da oxidação de três nutrientes: gorduras (lipídeos), carboidratos e proteínas. Em caso particular, as plantas obtêm a sua energia da radiação solar, transformando-a em nutrientes que contêm energia, como o amido. No entanto, os animais adquirem energia a partir do consumo direto dos alimentos, como os cereais que possuem amido ou a partir da gordura ou óleos presente nos ingredientes de origem animal e vegetal. A principal forma de armazenamento de energia das plantas é o carboidrato, ao passo que, nos animais, a maior reserva energética são os lipídeos, embora também armazenem carboidrato na forma de glicogênio. A energia é necessária para que o trabalho metabólico do organismo ocorra, o que inclui a manutenção e a síntese de tecidos orgânicos, atividade física, regulação da temperatura corporal, reprodução e crescimento.

A energia é fator fundamental na nutrição de animais de companhia. Dada a sua importância, não é surpreendente que a necessidade energética seja sempre o primeiro requisito a ser atendido pela dieta de um animal. Independente das necessidades de um cão ou gato em aminoácidos essenciais ou ácidos graxos essenciais (AGEs) da dieta, os nutrientes presentes nos alimentos que fornecem energia são utilizados em primeira instância, para atender a necessidade energética. Uma vez satisfeitas as necessidades de energia, os nutrientes serão utilizados para outras funções metabólicas.

O sinal mais visível e confiável de deficiência de energia é a perda de peso corporal, por perda de tecido adiposo e/ou muscular, além do baixo desempenho reprodutivo e diminuição da taxa de crescimento em filhotes. De maneira oposta, o excesso de energia pode levar ao sobrepeso ou até mesmo obesidade.

UNIDADES

Energia é definida como a capacidade de gerar trabalho e, não tem massa ou dimensão mensurável, porém a energia química contida nos alimentos é transformada pelo corpo em calor e assim, pode ser medida. No Brasil, a unidade de energia mais comum em nutrição é a caloria, que é definida como a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura da água de 14,5°C para 15,5°C. A caloria é uma unidade muito pequena de energia e, a unidade tipicamente utilizada em nutrição de cães e gatos é a quilocaloria (kcal), equivalente a 1.000 calorias. A megacaloria (Mcal), equivale a 1.000.000 de calorias ou 1.000 quilocalorias, medidas que também podem ser ocasionalmente usadas.

Embora a quilocaloria permaneça amplamente utilizada no Brasil, o Sistema Internacional de Unidades utiliza o joule (J) como medida de energia, sendo que uma caloria equivale a 4,184 joules. Da mesma forma, o joule é a menor medida de energia, e as medidas de kilojoule (kJ, igual a 1.000 J) e megajoule (MJ, 1.000.000 J ou 1.000 kJ) são mais comumente utilizadas na nutrição animal.

O conteúdo energético dos alimentos é geralmente expresso por quantidade de energia por unidade de peso ou volume. Entretanto, a medida de energia por unidade de volume é pouco usual e difícil de ser trabalhada devido às diferentes densidades dos alimentos. Assim, em equações para cálculo de conteúdo energético costuma-se utilizar energia por unidade de peso (gramas ou quilogramas). Além disso, os requerimentos de energia para animais são dados em uma quantidade de energia por unidade de tempo e, na nutrição de cães e gatos é frequentemente representado por kcal/dia ou kJ/dia.

CONCEITOS BÁSICOS

O metabolismo energético é regido pelas leis da termodinâmica. Em particular, a primeira lei da termodinâmica é fundamental em qualquer sistema de previsão das necessidades energéticas dos animais. A primeira lei é o princípio da conservação da energia: para qualquer mudança física ou química, a quantidade total de energia no universo permanece constante; a energia pode mudar de forma ou pode ser transportada de uma região para outra, mas não pode ser criada ou destruída. Desta forma, o metabolismo energético dos animais pode ser visto como um componente desta equação, já que a energia ingerida deve aparecer nas moléculas dos tecidos (gordura, proteína ou glicogênio) ou ser utilizada por meio do gasto energético ou excretada. Ou seja, a energia que o animal utiliza não é criada, mas sim proveniente dos alimentos e, o que não é aproveitado, será excretado através de fezes ou urina, por exemplo.

A necessidade energética dos animais é comumente apresentada em termos de **balanço energético**, que é definido como a diferença entre o consumo e o gasto de energia. Um animal está em balanço energético quando a quantidade de energia consumida equivale à de energia gasta. Nesta situação, as reservas de energia são constantes. No entanto, se o gasto energético for maior que a ingestão, o animal entra em balanço energético negativo e pode levar a perda de peso corporal. De forma semelhante, se o gasto energético for menor que a ingestão, o animal apresentará balanço energético positivo e pode levar ao ganho de peso corporal. Os aspectos práticos do desbalanço energético serão abordados ao final deste capítulo.

A **necessidade energética de manutenção** é a quantidade de energia necessária para manter um animal em estado de balanço energético, ou em outras palavras, a quantidade de energia necessária para manter um animal em seu peso e composição corporal atuais.

Energia bruta (EB) é a quantidade de calor que é liberada de uma determinada quantidade de alimento após combustão completa em bomba calorimétrica. A energia bruta não é uma medida biológica, mas física e, representa a energia máxima de uma dieta ou alimento. A energia bruta não fornece muitas informações sobre a energia disponível para o animal, uma vez que os alimentos não são totalmente digeridos e a energia é perdida nas fezes, na urina e no calor produzido durante a digestão e na assimilação dos nutrientes da dieta. A energia digestível aparente (ED) é a energia remanescente após a subtração da energia bruta das fezes, da energia bruta dos alimentos:

$$ED = EB_{\text{alimento}} - EB_{\text{fezes}}$$

Energia digestível (ED) significa a quantidade de energia disponível para absorção através da mucosa intestinal. É uma medida "aparente", uma vez que as fezes contêm energia de outros produtos que não o alimento (microrganismos, enzimas digestivas, células intestinais, muco, etc.). A **energia metabolizável (EM)** é a quantidade de energia disponível aos tecidos do corpo depois que as perdas de energia bruta da urina e energia bruta dos produtos gasosos da fermentação foram subtraídas da EB do alimento:

$$EM = ED - EB_{\text{urina}} - EB_{\text{gás}}$$

A EM é o valor mais utilizado para expressar o conteúdo energético de ingredientes alimentares para animais de estimação e, as necessidades de energia para cães e gatos são principalmente dadas em EM. Já a **energia líquida (EL)** é a energia remanescente após a subtração do incremento calórico (produção de calor associada ao consumo de alimentos) da EM:

$$EL = EM - \text{incremento calórico}$$

EL é a energia disponível para a manutenção dos tecidos corporais e para as necessidades de produção, como trabalho físico, crescimento, gestação e lactação. Atualmente não há informações suficientes para fornecer com precisão a necessidade de energia para cães ou gatos em termos de EL. O esquema de partição energética está ilustrado na figura 1:

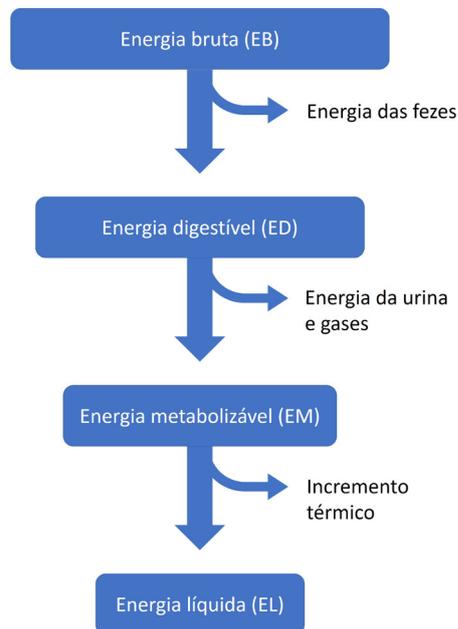


Figura 1. Partição de energia e fontes de perda de energia em nutrição animal.

A necessidade energética de cães e gatos pode ser determinada a partir do gasto de energia de repouso ajustados para os outros componentes do gasto energético total. O gasto energético total (em estado de manutenção) é composto por quatro componentes básicos: taxa metabólica basal (gasto energético em repouso), atividade muscular voluntária (gasto energético relacionado à atividade), incremento calórico e termogênese adaptativa.

A **taxa metabólica basal (TMB)** é a energia necessária para manter a homeostase de um animal em estado pós-absortivo (geralmente durante o jejum noturno) quando deitado, mas pode estar acordado em um ambiente termoneutro, livre de estresse ao qual foi aclimatado). É geralmente o maior componente do gasto energético total e frequentemente responde por mais de 50% do gasto energético. Diversas características podem atuar sobre a taxa metabólica basal, tais como: idade, peso corporal, raça, espécie, sexo, status fisiológico e temperatura ambiente.

A **atividade muscular voluntária** (ou gasto de energia relacionado à atividade) corresponde ao gasto de energia associado ao exercício muscular e pode ser responsável por até 30% do gasto diário de energia. A atividade muscular voluntária é altamente variável tanto entre animais (cães de trabalho vs. cães sedentários), quanto a fatores individuais (um dia de longos passeios vs. dia de descanso). Outros fatores que influenciam são o peso, tamanho, idade, grau, duração e intensidade da atividade física.

O **incremento calórico** é o gasto de energia associado à ingestão, digestão, assimilação e metabolismo dos alimentos. O incremento calórico também é chamado de termogênese induzida por dieta ou termogênese induzida pelo alimento. O incremento de calor é responsável por 10 a 15% do gasto energético diário total em animais e, estima-se que contribua com uma porcentagem similar ao gasto de energia em cães e gatos. O incremento calórico pode depender tanto do tamanho da refeição quanto da composição nutricional da refeição. Para animais em jejum, o incremento de calor é zero e, tende a aumentar proporcionalmente à quantidade de energia consumida em uma refeição. A proteína dietética promove o maior incremento de calor, seguida de carboidrato e gordura. O elevado incremento de calor promovido pela proteína é dado como um

dos motivos para alta inclusão deste nutriente em dietas de obesidade, ou seja, com o objetivo de perda de peso.

Termogênese adaptativa é o termo que descreve o aumento no gasto de energia ligado ao estresse gerado pelo frio ou pelo calor e, até mesmo outros tipos de estresse (por exemplo, mudança ambiental). É o gasto de energia necessário para manter a temperatura corporal quando um animal está fora de sua zona termoneutra (faixa de temperatura em que os componentes de gasto de energia são suficientes para manter a temperatura corporal do animal). A zona termoneutra para um determinado cão depende da raça, comprimento da pelagem e tempo de adaptação a uma determinada temperatura ambiente. Para cães adultos, foi relatada entre 20°C e 25°C e, 30°C e 35°C. Para gatos, embora não seja totalmente conhecida, tem sido estimada entre 30°C e 38°C. A termogênese adaptativa será aumentada em cães e gatos expostos a temperaturas acima ou abaixo de suas zonas termoneutras. Em animais domiciliados e que não são expostos a longos períodos de frio ou calor, é considerada um componente relativamente pequeno do gasto de energia. No entanto, para cães e gatos errantes que experimentam temperaturas fora de sua zona termoneutra, a termogênese adaptativa pode ser um dos grandes contribuintes para o gasto energético.

O quadro 1 faz referência aos principais fatores que influenciam em cada um dos componentes energéticos.

DENSIDADE ENERGÉTICA DOS ALIMENTOS

A densidade de energia de um alimento refere-se ao número de calorias fornecidas em um determinado peso ou volume. No Brasil, a densidade de energia para cães e gatos é expressa principalmente em kcal de EM (energia metabolizável) por kg. Não se deve subestimar a importância da densidade energética na nutrição de animais de companhia, pois é o principal fator que determina a quantidade de alimento que é ingerida diariamente e, conseqüentemente, afeta a ingestão dos demais nutrientes essenciais. A densidade de energia de uma dieta deve ser suficiente para que o animal seja capaz de consumir quantidade de alimento para suprir suas necessidades nutricionais. Se for muito baixa, poderá haver restrição tanto de energia quanto de nutrientes e, resultar em deficiência protéico-energética.

Quadro 1. Fatores que afetam o gasto energético.

COMPONENTE	FATORES
Taxa metabólica basal	Sexo Status reprodutivo e hormonal Funcionamento do sistema nervoso autônomo Composição corporal Superfície corporal Status nutricional Idade
Atividade muscular voluntária	Grau Intensidade e duração do exercício Tamanho e peso do animal
Termogênese induzida pelo alimento	Composição energética e nutricional da dieta
Termogênese adaptativa	Temperatura do ambiente Alterações na ingestão de alimentos Estresse

A densidade energética é o fator principal que determina a quantidade de alimento diário ingerido. Há relação inversa entre a densidade de energia dos alimentos e a quantidade de alimento consumido. Contudo, o fornecimento de alimentos altamente palatáveis pode anular a propensão dos animais a regularem corretamente a ingestão e resultar em alta ingestão energética. A

manutenção do peso corporal e a taxa de crescimento são os critérios mais utilizados para determinar a quantidade apropriada de alimento. Este tema será abordado nos próximos itens.

As dietas devem ser adequadamente balanceadas, uma vez que o consumo de energia determina a ingestão total de alimento. As necessidades de todos os nutrientes devem ser atendidas quando as de energia forem atingidas. Desta forma, é mais apropriado expressar os teores de nutrientes essenciais em termos de energia metabolizável e não em termos de porcentagem do peso do alimento. Expressar o conteúdo de nutrientes como unidades por 1000 kcal de EM fornece um formato padronizado que pode ser usado para comparar tipos de alimentos, pois é responsável pelas diferenças de umidade e densidade de energia entre os produtos.

O NRC (2006) propôs uma série de equações para estimar a EM, conforme descrito a seguir e que devem ser adotadas na estimativa da EM de alimentos comerciais e já praticadas em exercício complementar:

ESTIMATIVA DA EM DE ALIMENTOS INDUSTRIALIZADOS PARA GATOS

A. Calcule os extrativos não nitrogenados (ENN) do alimento por meio da fórmula:

$$\text{ENN (\%)} = 100 - (\text{Umidade}^a + \text{PB} + \text{EEA} + \text{FB} + \text{MM})$$

B. Determine a energia bruta (EB) do alimento em bomba calorimétrica ou estime por meio da fórmula^b:

$$\text{EB (kcal/g)} = (5,7 \times \text{g PB}) + (9,4 \times \text{g EEA}) + [4,1 \times (\text{g ENN} + \text{g FB})]$$

C. Determine o coeficiente de digestibilidade da energia (CDE) por meio da fórmula:

$$\text{CDE} = 87,9 - (0,88 \times \text{porcentagem de FB, na matéria seca})^c$$

D. Determine a energia digestível (ED) por meio da fórmula:

$$\text{CDE} = 87,9 - (0,88 \times \text{porcentagem de FB, na matéria seca})^c$$

E. Determine a energia metabolizável (EM) por meio da fórmula:

$$\text{EM (kcal/g)} = \text{ED} - (0,77 \times \text{g PB})$$

^aCaso a composição nutricional do alimento esteja na matéria seca, utilizar a fórmula: ENN (%) = 100 - (PB + EEA + FB + MM).

^bConsiderar a composição em PB, EEA, ENN e FB com base na matéria natural (MN).

^cEquação alternativa quando se considera a composição em fibra dietética total (FDT): CDE = 95,6 - (0,89 x porcentagem da FDT na matéria seca).

Onde: PB = proteína bruta; EEA = extrato etéreo em hidrólise ácida; FB = fibra bruta; MM = matéria mineral.

ESTIMATIVA DA EM DE ALIMENTOS INDUSTRIALIZADOS PARA CÃES

A. Calcule os extrativos não nitrogenados (ENN) do alimento por meio da fórmula:

$$\text{ENN (\%)} = 100 - (\text{Umidade}^a + \text{PB} + \text{EEA} + \text{FB} + \text{MM})$$

B. Determine a energia bruta (EB) do alimento em bomba calorimétrica ou estime por meio da fórmula^b:

$$EB \text{ (kcal/g)} = (5,7 \times g \text{ PB}) + (9,4 \times g \text{ EEA}) + [4,1 \times (g \text{ ENN} + g \text{ FB})]$$

C. Determine o coeficiente de digestibilidade da energia (CDE) por meio da fórmula:

$$CDE = 91,2 - (1,43 \times \text{porcentagem de FB, na matéria seca})^c$$

D. Determine a energia digestível (ED) por meio da fórmula:

$$ED \text{ (kcal/g)} = EB \times (CDE/100)$$

E. Determine a energia metabolizável (EM) por meio da fórmula:

$$EM \text{ (kcal/g)} = ED - (1,04 \times g \text{ PB})$$

^aCaso a composição nutricional do alimento esteja na matéria seca, utilizar a fórmula:
 $ENN (\%) = 100 - (PB + EEA + FB + MM)$.

^bConsiderar a composição em PB, EEA, ENN e FB com base na matéria natural (MN).

^cEquação alternativa quando se considera a composição em fibra dietética total (FDT):
 $CDE = 96,6 - (0,95 \times \text{porcentagem da FDT na matéria seca})$.

Onde: PB = proteína bruta; EEA = extrato etéreo em hidrólise ácida; FB = fibra bruta; MM = matéria mineral.

ESTIMATIVA DAS NECESSIDADES ENERGÉTICAS DE CÃES E GATOS

Determinar a necessidade energética de cães e gatos é um grande desafio para qualquer veterinário ou zootecnista. A quantidade de energia para manter um determinado peso corporal é muitas vezes específica e, por vezes, pequenas alterações podem conduzir o indivíduo ao ganho ou perda de peso. Assim, para determinar a quantidade de alimento ideal para um animal, é necessário conhecer sua necessidade energética e o conteúdo energético dos alimentos oferecidos.

Diversas equações estão disponíveis para prever a necessidade energética dos animais, bem como a quantidade de energia nos alimentos. No entanto, algumas suposições geralmente precisam ser feitas ao usar essas equações e, é importante perceber as limitações das equações comumente usadas. Vale lembrar que as necessidades de energia previstas são um norte do real requisito energético do animal. Essas equações devem ser usadas como uma ferramenta para fornecer um ponto de partida para selecionar a quantidade de alimento para ser oferecida a um cão ou gato e, ajustes devem ser feitos com base em mudanças observadas no peso corporal.

A utilização somente do peso corporal (PC) na definição das necessidades energéticas de cães e gatos não representa, muitas vezes, a real necessidade destes animais. Desta forma, a necessidade energética não está diretamente associada somente ao peso corporal, mas ao peso corporal elevado à uma potência (p), que corresponde ao peso metabólico (PM). É importante ressaltar que considerações alométricas são particularmente importantes para cães, espécie cujo peso adulto pode variar de 1 a 90 kg.

Além disso, o estado fisiológico (fase de crescimento, adulto em manutenção, gestação e lactação) influencia na necessidade energética dos animais. Outro ponto de fundamental importância na recomendação de necessidade energética é a prática de atividade física, bem como o grau e a frequência com que é realizada.

Segundo a FEDIAF (2018), as necessidades de energia devem basear-se no peso corporal ótimo. Como mencionado anteriormente, o peso corporal não fornece informações suficientes para atestar se o animal apresenta condição ideal ou não. Assim, a avaliação do escore de condição corporal (ECC) associada ao PC fornece uma avaliação mais objetiva da real condição do animal e melhor suporte para determinar as necessidades energéticas dos cães e gatos.

A combinação do PC e do ECC de 9 pontos (figuras 2 e 3) será mais adequada para se determi-

nar a necessidade de energia dos animais de companhia. O NRC (2006) faz referência ao ECC de 9 pontos para determinar a estimativa das necessidades energéticas de gatos adultos e, a Associação Mundial de Medicina Veterinária de Pequenos Animais (WSAVA) incluiu o sistema em suas diretrizes nutricionais globais.

Em uma escala de 1 a 9, uma pontuação de 5 deve refletir a porcentagem ideal de gordura. Estima-se que seja entre 15 e 20% para gatos e, entre 10 a 15% para cães. Estudos indicaram que gatos não castrados apresentam menor risco de acumularem gordura do que animais castrados e gatos com peso normal, inativos e castrados podem apresentar menor quantidade de massa magra corporal. Desta forma, o ECC de 4/9 pode ser ótimo para gatos inativos castrados, enquanto a pontuação de 5/9 é ideal para gatos ativos não castrados. Um estudo de longo período realizado com cães da raça Labrador constatou maior tempo de vida e início tardio de doenças crônicas em animais alimentados com quantidade controlada. Estes cães apresentavam ECC de 4/9 a 5/9 com % de gordura corporal que variou de 12 a 20%. Portanto, o ECC ideal de cães deve estar entre pontuação de 4/9 e 5/9.

Sendo assim, ao se determinar as necessidades energéticas de cães e gatos devemos considerar o escore de condição corporal. Este corresponde a seguinte classificação (figuras 2 e 3):



Figura 2. Escore de condição corporal de gatos. (Fonte: WSAVA, 2011).

Body Condition Score

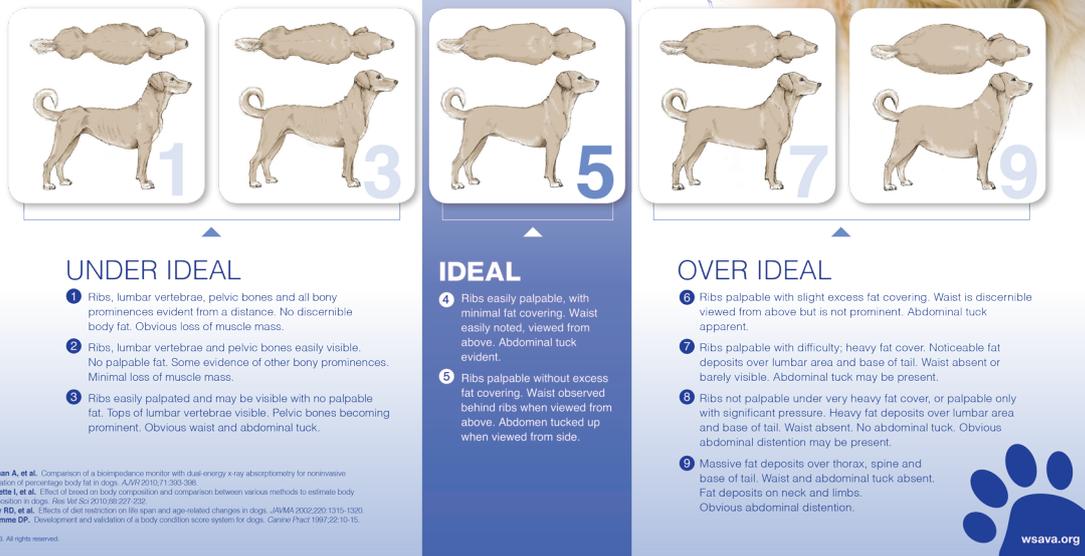


Figura 3. Escore de condição corporal de cães.

Fonte: WSAVA, 2011.

Necessidade energética diária de manutenção em cães adultos de diferentes idades.

IDADE (ANOS)	KCAL EM/KG ^{0,75}
1 - 2	130 (125 - 140)
3 - 7	110 (95 - 130)
> 7 anos (sênior)	95 (80 - 120)

Necessidade energética diária de cães adultos em relação ao grau de atividade.

NÍVEL DE ATIVIDADE	EM/DIA
Baixa atividade (<1h/dia)	95
Moderada atividade (1-3h/dia)	110
Alta atividade (3-6h/dia)	150 - 175
Adultos propensos a obesidade	≤ 90

Necessidade energética diária de manutenção para gatos adultos.

NÍVEL DE ATIVIDADE	EM/DIA
Gatos domésticos magros ¹	100 x (PC) ^{0,67}
Gatos domésticos gordos ²	130 x (PC) ^{0,40}
Gatos exóticos	55 - 260 x (PC) ^{0,75}

¹Escore de condição corporal ≤ 5, em escala de 1 a 9.

²Escore de condição corporal > 5, em escala de 1 a 9.

IMPORTANTE: Essas equações de estimativa de cálculo da NEM ou NED são sugestões das diretrizes de avaliação nutricional da WSAVA. Lembrar dos pontos discutidos em aula sobre as diferentes classificações quanto a fase geriátrica/idosa (melhor discutidos na aula sobre manejo nutricional nas diferentes fases de vida), bem como a importância de sempre se levar em consideração o ECC no momento da escolha do cálculo da necessidade energética diária ou de manutenção.

CÁLCULO DA QUANTIDADE DE ALIMENTO (GRAMAS POR DIA)

O cálculo da quantidade diária de alimento a ser fornecido para cães e gatos baseia-se na EM do alimento (fornecida ou estimada) e a necessidade energética estimada para o animal. Este cálculo pode ser utilizado para a composição das sugestões de uso contínuo nos rótulos das rações. O cálculo da quantidade de alimento é o seguinte:

$$\text{Quantidade de alimento (g/dia)} = \frac{\text{Necessidade energética do animal (kcal/dia)}}{\text{EM do alimento (kcal/g)}}$$

DESBALANÇO DE ENERGIA

O desequilíbrio energético ocorre quando a ingestão diária de energia de um animal é maior ou menor do que a necessidade diária, levando a mudanças na taxa de crescimento, no peso corporal e na composição corporal. Atualmente, o alto consumo de energia é muito mais comum em cães e gatos do que a deficiência de energia. O ganho de peso pode ser rápido se houver excesso de ingestão calórica. Mesmo o modesto excesso crônico na ingestão calórica pode resultar em ganho de peso significativo em longo prazo. Entre os países industrializados, a obesidade tem sido o resultado mais comum do desequilíbrio nutricional em animais de companhia.

A obesidade, definida como o acúmulo excessivo de tecido adiposo no organismo, resulta de prolongado balanço energético positivo. Quando este acúmulo ocorre precocemente (na fase de crescimento) pode levar ao aumento do número de células adiposas, o que predispõe a ocorrência de sobrepeso e obesidade em fases posteriores. Estudos com animais de laboratório mostraram que o aumento excessivo de células adiposas no organismo, como resultado da superalimentação na idade jovem, pode predispor um animal a obesidade no decorrer da vida adulta e idosa. Embora a pesquisa sobre aumento de células de gordura durante o crescimento não tenha sido conduzida em cães ou gatos, é possível que essas espécies sejam afetadas de maneira similar.

O excesso de peso corporal apresenta efeitos negativos à saúde dos animais de companhia, sendo esta condição descrita como fator de risco para diversas enfermidades, como desordens ortopédicas, doenças do trato urinário, doenças cardiovasculares, disfunção respiratória e distúrbios hormonais. Quando associadas, estas afecções levam a redução da longevidade. Além disso, o consumo excessivo de energia tem mostrado vários efeitos prejudiciais em cães durante o crescimento, especialmente naqueles de raças grandes e gigantes.

O fornecimento de excessiva quantidade de alimento de alta energia aos filhotes em crescimento pode resultar em taxa máxima de crescimento. Contudo, estudos utilizando cães na fase de crescimento indicaram que a taxa máxima de crescimento não corresponde com o desenvolvimento ósseo saudável e, foi fator que contribuiu para o desenvolvimento de distúrbios esqueléticos, como osteocondrose e displasia do quadril. Além disso, em cães de raças grandes e gigantes pode estar associado ao surgimento ou aumento da frequência de doenças esqueléticas de desenvolvimento. O estudo de Kealy et al. (2002) demonstrou que a superalimentação do desmame à velhice prejudica consideravelmente a saúde e reduz a longevidade em até 2 anos.

Em relação à deficiência de energia, os sinais são frequentemente inespecíficos, e o diag-

nóstico pode ser complicado devido à escassez simultânea de diversos nutrientes. O sinal mais visível da ingestão inadequada de energia é a redução de peso corporal, além também da perda de massa muscular e comprometimento do crescimento e desenvolvimento de cães e gatos jovens. Em animais saudáveis, esta condição pode ser vista em cães que trabalham intensamente ou em fêmeas gestantes ou lactantes que estão sendo alimentados com dieta de baixa densidade energética ou em quantidade insuficiente. Os primeiros sinais são perda de gordura subcutânea, mesentérica, perirenal, uterina, testicular e retroperitoneal. Outro importante indicador de inanição prolongada é o baixo conteúdo de gordura na medula de ossos longos. A hipoplasia de linfonodos, baço e timo resulta em redução considerável no tamanho e, geralmente, as glândulas adrenais estão aumentadas. O crescimento de animais jovens pode ser diminuído ou completamente estagnado, uma vez que o esqueleto jovem é extremamente sensível à restrição energética. Em animais adultos, pode ocorrer osteoporose, e a lactação e habilidade para o trabalho são prejudicadas. Como as proteínas musculares são catabolizadas para produção de energia, a perda de nitrogênio endógeno aumenta.

Exercício resolvido 1

Um cão de 13 kg, 5 anos, SRD, porte médio, escore de condição corporal (ECC) 4/9 e escore de massa muscular (EMM) 3/3, macho castrado, indoor. Considerar um alimento comercial completo e balanceado para cães adultos cuja energia metabolizável (EM) é 3,5 kcal/g. Qual a necessidade energética diária (em kcal) e quanto fornecer de alimento (em gramas):

Resolução

→ Animal escore 4 e 5 (baixa atividade ou castrado)

→ $NEM \text{ (kcal/dia)} = 95 \times PC^{0,75}$

→ $NEM \text{ (kcal/dia)} = 95 \times (13)^{0,75}$

→ $= 95 \times 6,85$

$= 650,75 \text{ kcal/dia}$

A necessidade diária de manutenção é de 650,75 kcal/dia.

→ O alimento possui 3,5 kcal/g, então:

Quantidade de alimento = $\frac{\text{Necessidade EM/dia}}{\text{EM(g) alimento}} = \frac{650,75}{3,5} = 186 \text{ gramas de alimento/dia}$

Exercício resolvido 2

Uma gata de 4,0 kg, 3 anos, ativa, SRD, escore de condição corporal (ECC) 5/9 e escore de massa muscular (EMM) 2/3, castrada, indoor. Considerar um alimento comercial completo e balanceado para gatos adultos cuja energia metabolizável (EM) é 3,8 kcal/g. Qual a necessidade energética diária (em kcal) e quanto fornecer de alimento (em gramas):

Resolução

→ Animal escore 5 (ativo)

→ $NEM \text{ (kcal/dia)} = 100 \times PC^{0,67}$

→ $NEM \text{ (kcal/dia)} = 100 \times (4,0)^{0,67}$

→ $= 100 \times 2,53$

$= 253,0 \text{ kcal/dia}$

A necessidade diária de manutenção é de 253 kcal/dia.

→ O alimento possui 3,8 kcal/g, então:

Quantidade de alimento = $\frac{\text{Necessidade EM/dia}}{\text{EM(g) alimento}} = \frac{253,00}{3,8} = 66,58 \text{ gramas de alimento/dia}$

MANEJO NUTRICIONAL NAS DIFERENTES FASES DA VIDA DE CÃES E GATOS

Andressa R. Amaral, Mariana P. Perini & Marcio Antonio Brunetto

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das pesquisas em nutrição permitiu conhecimento sobre as necessidades nutricionais de cães e gatos em todas as fases da vida. Instintivamente, para períodos de alta demanda como gestação, lactação e crescimento, conseguimos inferir maior ou menor necessidade energética. Embora as exigências de nutrientes essenciais e diferentes tipos de manejo também podem diferir ao longo da vida, ajustes devem ser aplicados a fim de assegurar ótima nutrição. Por este motivo, exploraremos cada fase fisiológica em particular.

GESTAÇÃO

Cadelas

Em cadelas, o diestro gestacional compreende o período entre a concepção e o nascimento (fase luteal) e tem duração de 63 dias, os quais podem ser divididos em 3 períodos de 21 dias cada. O terço final é considerado o segundo maior em exigência energética depois da lactação em função do crescimento exponencial dos filhotes, ou seja, antes da 5ª ou 6ª semana, o crescimento fetal é inferior a 30% e superior a 70% no terço final. Fêmeas adequadamente alimentadas devem ganhar entre 15 e 25% de seu peso corporal até o final da gestação correspondente ao peso dos filhotes, anexos embrionários e tecido glandular mamário. Mesmo nessa fase, o controle de peso deve ser essencial uma vez que fêmeas obesas podem apresentar distocia, assim como fêmeas desnutridas podem gerar filhotes pequenos e subdesenvolvidos em maior risco de morte neonatal e podem apresentar produção insuficiente de leite, além de prejudicar sua composição. A necessidade energética diária para cadelas em gestação (NEDg cadelas) pode ser estimada através das seguintes equações, de modo que o resultado será obtido na forma de quilocalorias diárias:

$$\begin{aligned} \text{Para 1ª a 4ª semana de gestação: NEDg cadelas (Kcal/dia)} &= 132 \times PC^{0,75} \\ \text{Para 5ª semana em diante: NEDg cadelas (Kcal/dia)} &= 132 \times PC^{0,75} + 26 \times PC \\ \text{Onde PC} &= \text{peso corporal em (Kg)} \end{aligned}$$

Fonte: NRC (2006).

Entretanto, o acompanhamento veterinário é necessário para realizar ajustes quando necessários, uma vez que a equação fornece apenas uma estimativa.

Além da energia, outros macronutrientes passam a ter maior exigência no período gestacional, como por exemplo, proteínas (mínimo adulto x mínimo gestação = 18 x 25 g/100 g de matéria seca) de grande importância para a formação de tecido e as gorduras (mínimo adulto x mínimo gestação = 5,5 x 8,5 g/100g de matéria seca) para formação do sistema nervoso e composição de hormônios relacionados à manutenção da gestação e desenvolvimento do feto.

Atenção especial deve ser dada aos ácidos graxos polinsaturados da família ômega-3: ácido eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenoico (DHA) que passam a ser essenciais a partir da gestação até as 14 primeiras semanas de vida dos filhotes. Estes ácidos graxos participam ativamente no processo de desenvolvimento do sistema nervoso central, da retina e vias auditivas. Além disso, podem contribuir para o desempenho cognitivo dos filhotes.

Gatas

O início do ciclo estral em gatas ocorre a partir do momento em que esta alcança 70% do seu peso corporal adulto. As gatas são poliéstricas sazonais e sua ovulação ocorre em períodos com maior incidência de luz, sendo dependente do acasalamento e a gestação tem duração de 60 dias. Diferentemente das cadelas, estas não apresentam anestro lactacional e, por este motivo, podem gestar uma nova ninhada ao mesmo tempo em que amamentam outra. O anestro em gatas tem duração de 1 a 3 meses e ocorre, no Brasil, em meados do fim de outono e início do inverno.

Além disso, as gatas ganham peso de forma linear durante a gestação, ou seja, acumulam tecido adiposo como reserva para o período de lactação. Durante o período gestacional, as gatas podem ganhar até 40% do peso corporal pré-concepção e, o perde rapidamente ao parto. Esta rápida perda de peso é compensada pelo aumento exponencial da ingestão energética no período de amamentação. Assim como as cadelas, o seu peso deve ser acompanhado para se evitar distocias por excesso de tecido adiposo, mortes e malformações neonatais. A sua necessidade energética (NEDg gatas) em quilocalorias pode ser estimada pela equação:

$$\text{NEDg gatas (kcal/dia)} = 140 \times \text{PC}^{0,67}$$

Onde PC = peso corporal (Kg)

Fonte: NRC (2006).

Cadelas e Gatas

Em virtude do crescimento dos filhotes, o uso de alimentos com alta densidade energética é uma ótima estratégia para assegurar a ingestão suficiente de nutrientes e energia em quantidade menor de alimento. Por exemplo:

- *Quantidade de alimento a ser consumido por uma cadela que está na 5ª semana de gestação, peso corporal de 10kg e escore de condição corporal (ECC) ideal, manejada com alimento que apresenta 3,5 kcal/g de energia metabolizável.*

- $\text{NEDg} = 32 \times \text{PC}^{0,75} + 26 \times \text{PC} \rightarrow \text{NEDg} = 1002,3 \text{ kcal/dia}$
 Quantidade de alimento = $\frac{\text{NEDg}}{\text{EM do alimento}} \rightarrow$ Quantidade de alimento = 286,4 g/dia.

- *Quantidade de alimento a ser consumido por uma cadela na 5ª semana de gestação, peso corporal de 10kg e escore de condição corporal ideal, manejada com alimento que apresenta 4 kcal/g de energia metabolizável.*

- Quantidade de alimento = $\frac{\text{NEDg}}{\text{EM do alimento}} \rightarrow$ Quantidade de alimento = 250g/dia.

O ácido fólico (vitamina B9) é um nutriente que também merece atenção especial neste período, pois é essencial para a atividade de enzimas que modulam a síntese de DNA. Sua deficiência durante o período gestacional pode refletir em anomalias crânio-faciais, fenda palatina e defeitos de formação do tubo neural (espinha-bífida) em filhotes. Por este motivo, deve-se priorizar e assegurar a ingestão de um alimento seguro, completo e balanceado para a cadela ou gata gestante. Leia-se seguro, aquele com controle de qualidade e livre de agentes infecto-contagiosos, completo - aquele com todos os nutrientes essenciais e, balanceado, aquele que incorpora quantidades adequadas de cada nutriente, o que resguarda suas proporções ideais em relação a outros e respeita seus limites máximos de inclusão.

Um dos nutrientes cuja relação e proporção deve ser criteriosamente ajustada é o cálcio, entretanto, frequentemente tutores e criadores acabam suplementando-o durante

a gestação na crença de que as quantidades do alimento comercial são insuficientes ou que proporcionariam benefício adicional à formação dos filhotes. Porém, a suplementação de cálcio e, portanto, o desbalanceamento da dieta, é responsável pela supressão do paratormônio e insuficiência de cálcio no momento do parto para realização das contrações uterinas, quadro conhecido como eclampsia (Figura 1).

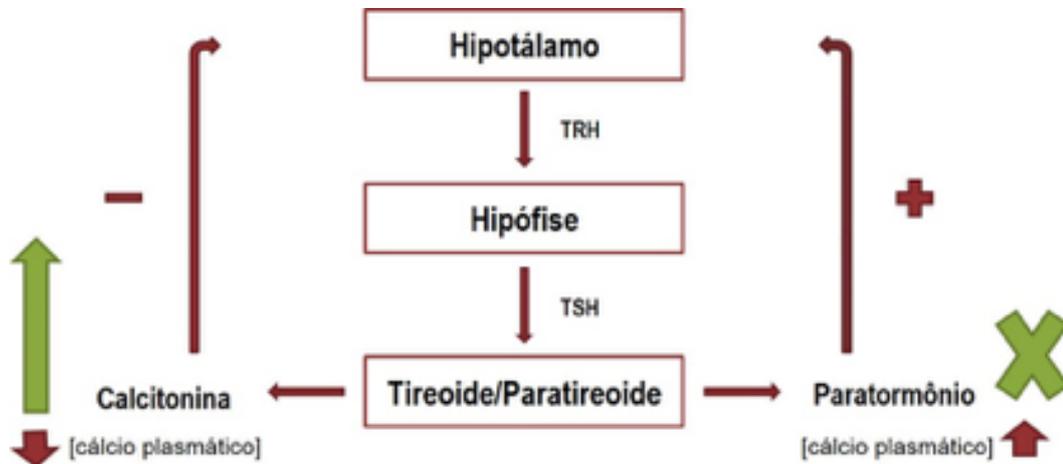


Figura 1. Mecanismos compensatórios entre a calcitonina e o paratormônio.

A calcitonina é responsável pela deposição de cálcio nos ossos, enquanto que o paratormônio pela sua retirada, processo essencial no momento do parto para promover a contração uterina. O fornecimento de cálcio superior a necessidade fisiológica suprime a atividade do paratormônio. No momento do parto, o cálcio plasmático disponível é consumido rapidamente durante o nascimento dos primeiros filhotes ou até mesmo durante as contrações preliminares e, uma vez que o mecanismo para recrutamento deste mineral dos ossos não está ativo, a cadela rapidamente desenvolve hipocalcemia.

Além do cálcio, o magnésio também pode ser responsável pela eclampsia e manifestar-se com os mesmos sinais clínicos: ansiedade, fasciculações, salivação, vômito, ataxia, convulsão, taquicardia, hipertermia e vocalização. Por isso, deve-se averiguar as concentrações plasmáticas de ambos os minerais para realizar a reposição de emergência.

Cadelas e gatas que sofreram eclampsia não devem amamentar e, os filhotes devem ser alimentados por um responsável com alimento comercial adequado para seu crescimento (sucudêneos).

De acordo com a FEDIAF (2018), as necessidades nutricionais diárias de macro e micronutrientes para gestação e crescimento são as mesmas tanto para cães quanto para gatos. Em razão disto e do alto teor de energia dos alimentos para filhotes versus a redução de espaço físico para expansão gástrica, recomenda-se alimentar gestantes com este tipo de alimento a partir do terço final de gestação para cadelas e a partir do acasalamento para gatas.

Ainda neste sentido, recomenda-se o aumento no número de refeições diárias a fim de reduzir a quantidade ingerida por refeição. No caso de cadelas, estas podem se alimentar de 3 a 4 vezes por dia, enquanto gatas podem se alimentar de forma ad libitum com quantidade diária controlada.

LACTAÇÃO

O período de lactação é conhecido por ser o maior desafio nutricional na vida de uma fêmea, cuja necessidade energética cresce proporcionalmente ao número de filhotes e estágio de lactação. O sucesso deste período é marcado pelo crescimento favorável da ninhada, manutenção do escore de condição corporal e muscular ideal da fêmea lactante e, desmame completo dos filhotes no período apropriado.

CADELA

A lactação nas cadelas tem duração de quatro semanas e atinge seu pico na terceira e quarta semana, nas quais as cadelas podem chegar a produzir até 8% do seu peso corporal em mililitros de leite, dependendo do número de filhotes. Podemos estimar a sua necessidade energética para lactação (NEDI) em quilocalorias a partir da equação:

$$\text{NEDI cadelas (Kcal/dia)} = 145 \times PC^{0,75} + PC \times [(24 \times n) + (12 \times m)] \times L$$

Onde:

PC = Peso Corporal (Kg)

n = número de filhotes de 1 a 4; m = número de filhotes de 5 a 8.

L = fator de correção para o estágio da lactação: 1ª sem = 0,75; 2ª sem = 0,95; 3ª sem = 1,1; 4ª sem = 1,2.

Fonte: NRC (2006).

Exemplos práticos:

• *Fifi, 4ª semana de lactação, 8 filhotes, 10kg de peso corporal, manejada com alimento que apresenta 4,2 kcal/g de energia metabolizável:*

$$\text{NEDI cadela} = 145 \times 10^{0,75} + 10 \times [(24 \times 4) + (12 \times 4)] \times 1,2$$

$$\text{NEDI} = 2183,39 \text{ kcal/dia}$$

$$\text{Quantidade de alimento} = \frac{\text{NEDg}}{\text{kcal do alimento}} \quad \text{Quantidade de alimento} = \underline{605 \text{ g/dia.}}$$

• *Fifi, 4ª semana de lactação, 4 filhotes, 10kg de peso corporal, manejada com alimento que apresenta 4,2 kcal/g de energia metabolizável:*

$$\text{NEDI cadela} = 145 \times 10^{0,75} + 10 \times [(24 \times 4) + (12 \times 0)] \times 1,2$$

$$\text{NEDI} = 815,39 \text{ kcal/dia}$$

$$\text{Quantidade de alimento} = 468 \text{ g/dia}$$

• *Fifi, 4ª semana de lactação, 12 filhotes, 10kg de peso corporal, manejada com alimento que apresenta 4,2 kcal/g de energia metabolizável:*

Uma vez que a equação somente prevê o nascimento de até 8 filhotes, cadelas com ninhadas maiores devem ser alimentadas com alimento *ad libitum*, sendo a quantidade mínima a recomendada para a primeira situação (8 filhotes) com alimento de alta energia e digestibilidade e a quantidade deverá ser reajustada de acordo com o controle semanal de peso da fêmea e da ninhada.

GATAS

A lactação nas gatas tem duração de sete a oito semanas e atinge seu pico na terceira e quarta semana, nas quais estas podem chegar a produzir até 5,9% do seu peso corporal em mililitros de leite, dependendo do número de filhotes. Podemos estimar a sua necessidade energética para lactação (NEDI) em quilocalorias a partir da equação:

$$\text{NEDI gatas (Kcal/dia)} = 100 \times PC^{0,67} + (N \times PC \times L)$$

Onde:

N = Fator de correção para o número de filhotes da ninhada: 1 ou 2 filhotes = 18; 3 a 4 filhotes = 60; > 4 filhotes = 70.

L = Fator de correção para o estágio de lactação por semana: 1ª e 2ª semana = 0,9; 3ª e 4ª semana = 1,2; 5ª semana = 1,1; 6ª semana = 1,0 e 7ª semana = 0,7.

Fonte: NRC (2006).

Exemplo prático:

• *Mimi, 5ª semana de lactação, 3 filhotes, 4,5 kg de peso corporal, manejada com alimento que apresenta 4,5 kcal/g de energia metabolizável:*

$$\text{NEDI gatas} = 100 \times 4,5^{0,67} + (18 \times 4,5 \times 1,1)$$

$$\text{NEDI} = 570,9 \text{ kcal/dia}$$

$$\text{Quantidade de alimento} = 126,9 \text{ g/dia}$$

Cadelas e gatas devem ser acompanhadas toda semana a fim de averiguar seu peso, escore de condição corporal e escore de massa muscular e ajustes devem ser realizados na quantidade de alimento para manutenção ideal destes parâmetros. Geralmente, durante este período, as fêmeas lactantes somente se alimentam em momentos específicos, quando julgam apropriado deixar a ninhada. Nestas situações, é importante que o alimento e água fresca estejam sempre disponíveis para que sua ingestão seja facilitada. Ainda neste período, em função da alta demanda energética e alta necessidade de nutrientes, cadelas e gatas devem ser alimentadas com alimento destinado a filhotes.

Por fim, o processo de desmame e da ingestão calórica deve ser feito de forma gradual e com acompanhamento veterinário. Reajustes de -10 a -15% das kcal por semana são adequados a fim de reduzir a produção de leite e manter o escore de condição corporal da fêmea, até que esta volte a sua condição de manutenção para adultos.

IMPORTANTE

Neonatos devem ganhar peso todos os dias!

CRESCIMENTO

O período neonatal requer grande cuidado por parte da fêmea, uma vez que sua ninhada ainda não é capaz de controlar a própria temperatura, não possui motilidade intestinal, sistema imune desenvolvido e reserva energética. No caso de neonatos órfãos, todos os cuidados precisam ser redobrados a propósito de manter os recém-nascidos em condições cada vez mais próximas da realidade natural, principalmente com relação à ingestão do colostro, ganho de peso, manutenção da temperatura e glicemia.

NEONATOS ÓRFÃOS

Em situações ideais, cães e gatos devem ser amamentados por suas progenitoras, entretanto, diversas intercorrências podem impedir que isto ocorra, como por exemplo, abandono, óbito ou fêmeas que sofreram eclampsia. Por isso, quando uma mãe adotiva não está disponível, formulações específicas estão disponíveis no mercado para alimentar neonatos e filhotes. Formulações caseiras também podem ser preparadas, embora um veterinário nutrólogo deve ser consultado para garantir aporte adequado e balanceado de todos os nutrientes. O fornecimento de leite de vaca ou cabra não é recomendado visto que não possuem teores adequados de proteína, gordura e densidade energética suficiente para suprir as necessidades de cães e gatos em crescimento, conforme comparativo no Quadro 1. Além disso, a alta concentração de lactose do leite de vaca pode causar diarreia.

Quadro 1. Comparativo da composição do leite de cadela, gata e vaca.

	% GORDURA	% PROTEÍNA	% LACTOSE	% SÓLIDOS	ENERGIA (KCAL/100ML)
Cadela	65,5	24,0	10,5	22,8	134,6
Gata	43,5	30,7	25,8	18,5	105,3
Vaca	51,7	19,9	28,4	12,5	66,2

Para as formulações comerciais com aproximadamente 1kcal/mL, recomenda-se a ingestão de 13 a 18mL/100g de peso corporal até os 10 dias de vida e, 20mL/100g de peso corporal após os 10 dias de vida, em mamadas que não ultrapassem 20mL para cães e 10mL para gatos. Os neonatos devem ser pesados diariamente e a estimulação anogenital deve ser realizada após todas as refeições. No período neonatal, cães e gatos não são eficientes em manter sua temperatura corporal e são poiquilotérmicos, por isso devem ser mantidos sempre aquecidos para que seus processos metabólicos, digestivos e atividade de enzimas alcancem máxima eficiência.

Além do fornecimento do alimento adequado, atenção especial deve ser dada para a posição de aleitamento, na qual o animal deve permanecer em decúbito ventral e pescoço e cabeça elevados (Figura 2), mimetizando a posição que este faria caso estivesse mamando em sua mãe. Esta posição evita que ocorra refluxo gastroesofágico e, conseqüentemente, engasgos e pneumonias, além de evitar a aerofagia e desconforto abdominal por excesso de gases.



Figura 2. Exemplo de posição adequada para aleitamento de filhote de gato órfão. (Fonte: Amaral, A.).

Filhotes de gatos geralmente pesam em torno de 90 e 110 gramas ao nascimento e devem ganhar de 50 a 100 gramas por semana até os 5 ou 6 meses de idade. Durante a amamentação, estes devem ser pesados diariamente a fim de averiguar ganho mínimo e máximo de 18 e 20 gramas por dia, respectivamente. Já o peso corporal ao nascimento dos filhotes de cão é variável e dependente do porte dos pais. Estima-se que cães recém-nascidos devem pesar de 1 a 6,5% do peso de seus pais adultos. Alguns autores estimam que filhotes durante o aleitamento devem ganhar entre 2 a 4g/dia/kg de peso adulto durante os primeiros 5 meses de vida.

- Exemplo: Peso adulto estimado = 10 kg

Ganho de peso diário = 2×10 a 4×10 gramas/dia = 20 a 40g de peso corporal por dia.

No entanto, no caso de cães, esta taxa de crescimento e ganho de peso apresentam ainda controvérsias e diferenças são observadas em diversas raças de acordo com o porte. Para contornar tais variações, o acompanhamento do escore de condição corporal do filhote deve ser realizado com frequência, principalmente em cães de grande porte, cujo ganho de peso rápido pode culminar em alterações ortopédicas.

Ainda no caso destes, é prudente ressaltar que, assim como fêmeas gestantes não devem receber suplementação de cálcio, cães filhotes em crescimento não devem receber também, principalmente aqueles de raças de porte grande por apresentarem transporte ativo de cálcio para o esqueleto e o excesso deste pode causar crescimento assincrônico de ossos longos e calcificação de articulações, condição dolorosa que, dependendo da gravidade, pode ser necessário recorrer a eutanásia.

DESMAME

Tanto cães quanto gatos filhotes devem ser encorajados a se alimentarem com o alimento comercial para filhotes por volta da 3ª ou 4ª semana de vida (momento em que se inicia a erupção dos dentes) independente destes estarem ainda mamando ou não. Este alimento pode ser amolecido com água morna e fornecido na consistência pastosa para estimular o aprendizado. Algumas preparações conhecidas como "papinhas para desmame" também estão disponíveis no mercado para realizar esta transição e a sua consistência pode ser controlada de acordo com o teor de água introduzido de forma que o alimento fique cada vez mais consistente ao longo do processo de desmame.

CRESCIMENTO PÓS-DESMAME

O período de crescimento pós-desmame é de extrema importância para determinar o futuro do cão ou gato como adulto, tanto com relação as suas condições físicas quanto com relação a questões de comportamento e educação alimentar. Esta é a fase que o filhote aprende o que é certo e o que é errado. Por isso, petiscos durante as refeições dos tutores ou fora do horário das refeições são contraindicados a fim de inibir comportamento de mendicância nestes momentos. O fornecimento destes pode ser direcionado (em quantidade controlada), por exemplo, durante os momentos de adestramento a fim de reforçar comportamentos positivos e evitar ansiedade inadequada.

Já os filhotes de gatos devem ser apresentados a diferentes consistências e sabores durante este período, quando são considerados neofílicos a fim de que adquiram repertório alimentar para a vida adulta. Assim como crianças, filhotes apresentam crescimento hiperplásico de células de gordura, portanto, a sua manutenção em escore de condição corporal ideal é essencial para garantir este durante a vida adulta.

Para tal, a necessidade energética para crescimento (NEC) destes pode ser estimada pelas equações a seguir:

$$\text{NEC cães (Kcal/dia)} = 130 \times \text{PCA}^{0,75} \times 3,2 \times (e^{-0,87p} - 0,1)$$

$$\text{NEC gatos (Kcal/dia)} = 100 \times \text{PCA}^{0,75} \times 6,7 \times (e^{-0,189p} - 0,66)$$

Onde:

PCA = peso corporal atual em Kg

e = base do logaritmo natural = 2,71828

Fonte: NRC (2006).

Exemplo prático:

- Marley, macho, Golden Retriever, 3 meses, 12kg, ECC = 5/9 e EMM = 3/3. Peso médio dos pais = 30 kg

$$NEC = 130 \times 12^{0,75} \times 3,2 \times (2,71828^{-0,87p} - 0,1); p = \frac{12}{30} = 0,4$$

$$NEC = 130 \times 12^{0,75} \times 3,2 \times (2,71828^{-0,87 \times 0,4} - 0,1)$$

$$NEC = 130 \times 6,45 \times 3,2 \times (2,71828^{-0,348} - 0,1)$$

$$NEC = 130 \times 6,45 \times 3,2 \times (0,706 - 0,1)$$

$$NEC = 2683,2 \times 0,607$$

$$NEC = 1628,76 \text{ kcal/dia}$$

Ou, para cães, pelas equações a seguir:

$$\text{Recém-nascido: } NEC = 25 \text{ kcal/100g}$$

$$\text{Até 50\% do peso adulto: } NEC = 210 \text{ kcal} \times PC^{0,75}$$

$$\text{50 a 80\% do peso adulto: } NEC = 175 \text{ kcal} \times PC^{0,75}$$

$$\text{80 a 100\% do peso adulto: } NEC = 140 \text{ kcal} \times PC^{0,75}$$

Fonte: FEDIAF (2018).

Importante: as necessidades calóricas devem ser reajustadas quinzenalmente para garantir o crescimento apropriado do filhote!

Caso a utilização de petiscos seja necessária com o propósito de diversão ou educação, é possível direcionar 10% da necessidade calórica diária para este fim, quantificando corretamente a quantidade do petisco a ser fornecido. Os 90% restantes, no entanto, devem ser fornecidos como alimento completo e balanceado. Cabe lembrar que o próprio alimento comercial pode ser oferecido como recompensa para truques mais simples, enquanto este for interessante para o animal.

MANUTENÇÃO

De forma simplificada, o período de manutenção é aquele que compreende a vida adulta do animal, quando este não está na fase de reprodução ou lactação. É o reflexo das conquistas do período de crescimento e será, conseqüentemente, reflexo para o período geriátrico. Um estudo realizado por Kealy e colaboradores (2002) concluiu que cães mantidos em escore de condição corporal ideal durante sua vida chegaram a viver, em média, 1,8 anos a mais do que aqueles alimentados de forma livre e com excesso de peso. Por isso, nesta fase, a manutenção do ECC e EMM são de extrema importância.

A estimativa de energia para este período dependerá do porte do animal, nível de atividade e, alguns casos, da sua raça, conforme pode ser observado na Tabela 2 e Tabela 3.

Tabela 2. Cálculos para estimativa da necessidade energética diária de cães adultos em manutenção.

Cães Dogue Alemão	200 kcal x (PC em kg) ^{0,75}
Cães Terrirers Ativos	180 kcal x (PC em kg) ^{0,75}
Cães Terra Nova	105 kcal x (PC em kg) ^{0,75}
Cães de Baixa Atividade ¹	95 kcal x (PC em kg) ^{0,75}
Cães de Moderada Atividade ²	110 kcal x (PC em kg) ^{0,75}
Cães de Alta Atividade ³	125 kcal x (PC em kg) ^{0,75}
Cães de Alta Atividade sob condições climáticas extremas ⁴	860 a 1240 kcal x (PC em kg) ^{0,75}

¹ < 1h/dia (ex.: caminhada com coleira); ² 1 a 3h/dia de atividade física de alto impacto; ³ 3a 6h/dia (ex.:cães de trabalho); ⁴ 168km/dia em frio extremo (ex.: cães de trenó).

Fonte: NRC, 2006; FEDIAF, 2018.

Tabela 3. Cálculos para estimativa da necessidade energética diária de gatos adultos em manutenção.

Gatos Domésticos em ECC ideal ativos ou inteiros	100 kcal x (PC em kg) ^{0,67}
Gatos Exóticos	55 - 260 kcal x (PC em kg) ^{0,75}
Gatos Domésticos em sobrepeso ¹	130 kcal x (PC em kg) ^{0,4}
Gatos Domésticos castrados e <i>indoor</i>	52 - 75 kcal x (PC em kg) ^{0,67}

¹ para aqueles cujo emagrecimento é contraindicado na avaliação.

Fonte: NRC, 2006; FEDIAF, 2018.

Cães adultos devem ser alimentados em 2 a 3 refeições por dia e deve-se evitar o exercício físico após as refeições principalmente para cães de grande porte, a fim de evitar dilatação vôlvulo-gástrica. Já com relação aos gatos, em virtude da baixa atividade das transaminases, estes devem se alimentar de 10 a 15 vezes por dia e com alimentos mais energéticos (comparativamente aos cães). Para estes, o manejo mais apropriado seria controlar a quantidade de alimento diário e dispor ao longo do dia pequenas porções para que se alimentem.

Dentro do segmento comercial de alimentos para animais adultos incluem-se alimentos completos e balanceados para manutenção e alimentos light/castrados. Esta é uma divisão de mercado criada para atender animais que apresentam ganho de peso facilitado em decorrência do sedentarismo e castração. A principal diferença entre estes seria a densidade energética, modulada por inclusões maiores ou menores de gordura e fibras, ilustrado na Figura 3. Alimentos menos calóricos e com maior teor de fibras permitem ingestão de quantidades maiores e favorecem a saciedade. No entanto, apresentam inclusão de proteínas e fibras muito menores quando comparados com alimentos coadjuvantes hipocalóricos indicados para o tratamento da obesidade. O mesmo é válido para gordura, ou seja, apresentam mais deste nutriente do que os alimentos hipocalóricos.

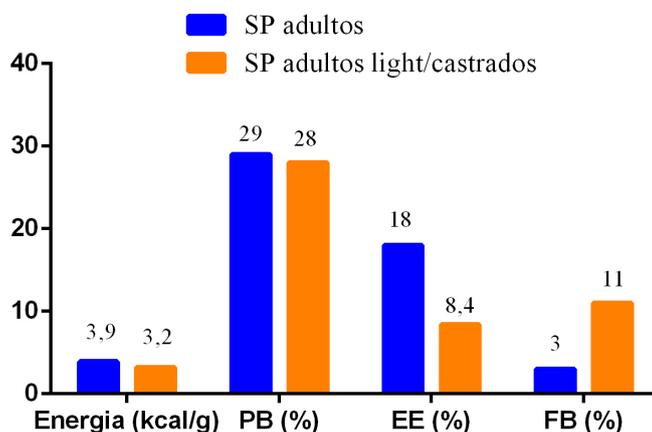


Figura 3. Valores médios de energia (kcal/g), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB) expressos em porcentagem de alimentos comerciais super-premium (SP) para adultos e adultos light/castrados.

GERIATRIA

É evidente a evolução da medicina veterinária quando se observa o crescimento da população de animais idosos. Devemos a esta conquista à soma de fatores que envolvem avanços nos métodos diagnósticos, esforços na área preventiva, nos diversos tratamentos e no fornecimento de alimentos completos, seguros e balanceados ao longo da vida do animal.

Considera-se geriátrico aquele animal com idade cronológica avançada. No caso de cães

de raças grandes e gigantes, a partir dos 5 anos; em cães de raças médias e pequenas, a partir dos 7 anos e, no caso dos gatos, a partir dos 9 anos de idade (NRC, 2006). No entanto, devido ao aumento da expectativa de vida de cães e gatos, outros autores consideram geriátricos cães de raças grandes (22-40kg de PC) a partir dos 9 anos; gigantes (mais de 40kg de PC) a partir dos 7 anos; cães de porte médio (10-22kg) - 10 anos; porte pequeno (2-10kg) - 11,5 anos e gatos, aos 12 anos.

Em função das alterações decorrentes deste período, as quais podem interferir na capacidade funcional do animal (diminuição da atividade física, ganho ou perda de peso e alteração de comportamento), empregamos o termo sênior. Tais repercussões do envelhecimento estão intimamente relacionadas ao porte, genética, nutrição e desenvolvimento cognitivo ao longo da vida do animal. Cães sêniores, ao reduzirem sua atividade física, tendem ao sedentarismo e ao ganho peso e, por este motivo, alimentos destinados a este segmento apresentam teor energético controlado a fim de evitar o ganho de peso excessivo. A necessidade calórica diária de cães idosos pode ser estimada pela equação a seguir.

$$\text{NED cães idosos} = 80 \text{ a } 120 \text{ kcal} \times \text{PC}^{0,75}$$

Fonte: FEDIAF (2018).

A constante de cálculo será selecionada de acordo com o ECC do cão.

Já com relação aos gatos, estes podem apresentar redução da sua capacidade de digestão de gordura e proteína com o avançar da idade (cerca de 30% dos gatos com mais de 12 anos de idade), por consequência, demandam maior necessidade do processo de neoglicogênese que culmina no balanço nitrogenado negativo em função do possível catabolismo muscular. A perda de peso em felinos ocorre de forma acentuada principalmente a partir dos 12 anos de idade, por esta razão, alimentos destinados para felinos geriátricos apresentam inclusão de fontes de proteína e gordura de alta qualidade e digestibilidade, de forma a melhorar o seu aproveitamento. Com relação ao cálculo da necessidade energética diária para gatos geriátricos ou idosos, até o momento não existem equações específicas de recomendação.

A perda de massa muscular não patológica relacionada à idade é denominada sarcopenia, ela acomete tanto cães quanto gatos e é um processo que inicia na fase adulta e se acentua na fase idosa. A sarcopenia possui etiologia complexa e multifatorial. Em seres-humanos, o desequilíbrio hormonal e citoquímico pode ser citado como causa desta perda de musculatura progressiva em virtude da diminuição de hormônios relacionados ao crescimento e efeito anabólico como, por exemplo, testosterona e IGF-1 e, aumento de mediadores pró-inflamatórios envolvidos no processo de catabolismo como, por exemplo, TNF-alfa e IL-6.

Em cães e gatos deve-se considerar também, além do processo fisiológico citado para a perda de musculatura, diferenças com relação a exigências de paladar, ou seja, tendem a apresentar apetite seletivo decorrente da diminuição da capacidade olfatória, do número de células gustativas e, em muitas situações, doença periodontal avançada. Por este motivo, estratégias que resultem na melhora da palatabilidade dos alimentos são essenciais para estes animais.

Além disso, animais que não apresentam alterações ortopédicas ou cardio-respiratórias, o exercício diário leve é de grande importância para manter a amplitude dos movimentos, capacidade de contração muscular, manutenção de massa muscular e para estimular as funções sensoriais e cognitivas que tendem a reduzir com o tempo.

Por fim, do ponto de vista nutricional, um último aspecto de importância deve ser abordado para cães e gatos idosos: a ingestão hídrica. Assim como humanos, animais idosos tendem a ingerir menos água e, conseqüentemente, desidratar com facilidade. As conseqüências da desidratação vão desde a formação de fecalomas até o comprometimento da

função renal, principalmente em gatos. Manter água fresca e disponível em diversos pontos da casa e próximo ao local de descanso é, portanto, uma estratégia útil para evitar tais intercorrências.

A inclusão de ômega-3 (melhora da cognição e redução dos efeitos dos mediadores inflamatórios), inclusão de maior quantidade de agentes antioxidantes (combate a radicais livres e melhora da cognição) e triglicérides de cadeia média (melhora da cognição) também são recomendados.

ADITIVOS EMPREGADOS NA ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO DE CAES E GATOS

Mariana Pamplona Perini, Fabio Alves Teixeira & Marcio Antonio Brunetto

O aumento na população canina e felina, no Brasil, resultou no desenvolvimento de novos negócios no segmento pet, haja visto que o país é um dos maiores produtores mundiais de alimentos para cães e gatos. A competitividade saudável desse mercado estimulou o surgimento de grande gama de produtos alimentares, como é o caso dos alimentos funcionais e aditivos.

Os alimentos funcionais são produtos alimentares que trazem benefícios específicos à saúde, além de apresentarem nutrientes essenciais. Esses, auxiliam o organismo na prevenção e controle de doenças específicas, por meio da modulação do sistema imunológico, alteração da fisiologia gastrointestinal, melhora da cognição, redução do processo inflamatório, controle da dor, melhora da saúde oral etc. Os nutracêuticos, por sua vez, são compostos bioativos presentes nos alimentos (parte ou todo) que produzem benefícios à saúde e auxiliam na prevenção de doenças. Os mais utilizados na alimentação de animais de companhia são: ácidos graxos polinsaturados ômega-3, glicosamina e condroitina, beta-glucanos, fibras etc. Desses listados, apenas os ômegas-3 (EPA e DHA) não podem ser considerados aditivos por serem ácidos graxos essenciais para cães e gatos.

A Food and Drug Administration (FDA/USDA) define aditivo como qualquer substância adicionada de forma intencional aos alimentos e que altere as características do mesmo e resulte em benefícios ao hospedeiro. Muitos desses aditivos não são bem vistos por parte dos proprietários de cães e gatos devido ao desconhecimento de sua composição e por possuírem nomes complexos e longos. Segundo as instruções normativas 13/2004 e 30/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - aditivos são substâncias, microrganismos ou produtos formulados, adicionados de forma intencional, os quais geralmente não são utilizados como ingredientes, podem ou não apresentar valor nutritivo e melhoram as características dos animais e dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais e, podem atender as necessidades nutricionais.

Diante da legislação, o aditivo deve ser indispensável à adequada tecnologia de fabricação do produto; influir de forma positiva nas características do produto destinado à alimentação animal, na produtividade dos animais ou nos produtos de origem animal; ser utilizado na quantidade adequada à obtenção do efeito desejado, o que rejeita a possibilidade de fixação da concentração máxima a ser incluída e ser previamente registrado e autorizado pelo órgão competente do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Ainda de acordo com a legislação (IN13/2004), os aditivos são classificados conforme sua estrutura, função e propriedades e, dentro destes grupos, sendo divididos em subgrupos conforme o modo de ação e caracterização. A subdivisão em grupos e subgrupos de aditivos está ilustrada na figura 1.

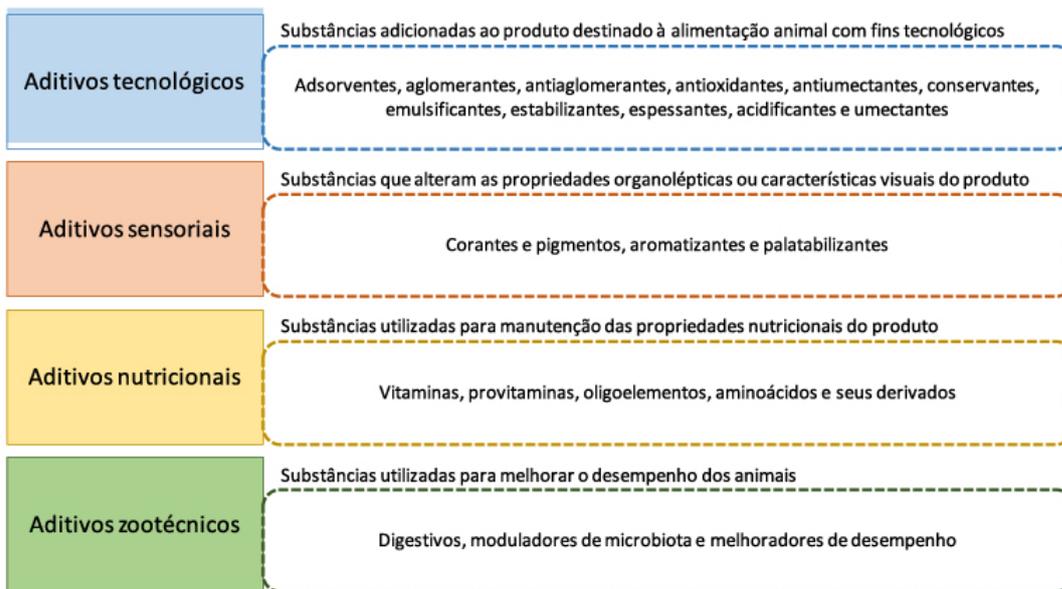


Figura 1. Grupos e seus respectivos subgrupos de aditivos destinados à alimentação animal.

Fonte: Adaptado MAPA (2004).

Cabe lembrar que enzimas coadjuvantes de produção, produtos com ação farmacológica preventiva ou curativa e produtos com função terapêutica ou fitoterápicos não são considerados aditivos (IN13/2004 – MAPA). Além disso, alguns subgrupos de aditivos, descritos anteriormente, não são utilizados na alimentação pet e sim na produção animal, como é o caso dos melhoradores de desempenho e ureia. Na sequência, serão definidas as categorias de aditivos empregados em alimentos para cães e gatos.

ADITIVOS TECNOLÓGICOS

Na nutrição de cães e gatos, os aditivos tecnológicos desempenham funções de auxílio na realização do processo de produção do alimento ou na tecnologia utilizada para a melhoria da saúde e aceitação do produto pelo animal. Essa categoria abrange uma gama de subgrupos: **aglomerantes** são compostos que promovem a aglutinação dos ingredientes, tal ação tende a resultar na melhor formação do kibble e na absorção de água, por isso seu emprego em alimentos úmidos. Exemplos: goma xantana, goma carragena, goma cássia, goma guar e pectina.

Os **reguladores de acidez** são substâncias que regulam a acidez com a propriedade de alcalinização ou acidificação dos alimentos. Os acidificantes podem facilitar a digestão, contribuem para o equilíbrio da microbiota do trato gastrointestinal, uma vez que auxiliam na redução do pH, o que favorece a manutenção e proliferação de bactérias benéficas, além de serem considerados conservantes devido a promoção de um ambiente hostil para os microrganismos maléficos. As fontes mais utilizadas na alimentação para animais de companhia são o ácido fosfórico, ácido propiônico, ácido cítrico e ácido fórmico. O ácido fosfórico também é empregado como palatabilizante.

Emulsificantes, estabilizantes, espessantes, geleificantes e antiaglomerantes são mais empregados no segmento de alimentos úmidos.

A seguir serão abordados os principais subgrupos de aditivos empregados nesta categoria tecnológica.

ADSORVENTES

Os adsorventes possuem a ação de se ligarem aos compostos tóxicos ou indesejáveis (micotoxinas e compostos putrefativos) e transportá-los para o exterior do trato gastrintestinal, seja por excreção urinária ou pelas fezes. Além disso, adsorvem água, o que pode auxiliar na conservação de alimentos extrusados destinados para cães e gatos. O adsorvente mais utilizado para promover adsorção de água é a zeólita, mineral formado a partir do contato de água alcalina com rochas e cinzas vulcânicas. Sua estrutura porosa permite adsorver boa parte do seu volume em água. Um estudo demonstrou que a inclusão de 3,0% e 4,5% de zeólitas na alimentação de cães adultos saudáveis promoveu a redução da atividade de água (Aw), o que proporciona melhor controle na estabilidade e limita o desenvolvimento de microrganismos deterioradores que causam infecções e intoxicações. Além disso, esses teores foram os que apresentaram melhor aceitação pelos animais.

A *Yucca schidigera* é um exemplo de adsorvente que atua na redução dos odores fétidos fecais pela presença de glicosídeos, como as saponinas e glicocomponentes, os quais ligam-se à amônia. Todavia, podem alterar a microbiota intestinal, principalmente por inibição de microrganismos gram-positivos e protozoários. O extrato de yucca provém da planta *Yucca schidigera*, que cresce em desertos e é muito encontrado no México. Estudos em cães e gatos observaram que a inclusão do extrato de yucca promoveu a redução no odor fecal, na umidade, na produção de fezes e matéria seca fecal.

ANTIOXIDANTES E CONSERVANTES

Os antioxidantes podem ser naturais ou sintéticos e são empregados para neutralizar radicais livres e inibir a oxidação dos ácidos graxos polinsaturados presentes nos óleos e nas gorduras utilizadas na alimentação animal, como é o caso dos ácidos graxos polinsaturados ômega-3. Podemos dizer, portanto, que os antioxidantes são considerados, também, conservantes dos alimentos. De acordo com Butolo (2010), o mecanismo de ação dos antioxidantes se dá pelo retardo no início da peroxidação, o qual bloqueia a reação inicial por meio da neutralização dos radicais livres que contém oxigênio ativo. Esse processo resulta na inibição catalítica da oxidação. Os aditivos sintéticos mais comuns desse subgrupo, utilizados na alimentação de cães e gatos são o BHT (hidroxitolueno butilado), BHA (hidroxianisol butilado) e etoxiquin. Atualmente, discute-se muito a utilização destes compostos na alimentação animal devido aos seus efeitos colaterais e à proibição do etoxiquin pela União Européia. Por isso, algumas literaturas recomendam a utilização de antioxidantes naturais como os tocoferóis, família de isômeros estruturais conhecidos como vitaminas E e C. Alimentos como espinafre, aipo, soja e seus derivados, frutas cítricas e frutas vermelhas, apresentam em sua composição antioxidantes naturais, com grande potencial de uso nesse segmento.

No Brasil, o uso destes antioxidantes, assim como dos aditivos, é controlado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o qual regulamentou as concentrações máximas permitidas por quilo de alimento (Quadro 1). Em alguns alimentos emprega-se uma mistura desses compostos, porém, a inclusão não poderá ultrapassar a margem limitante de 150mg/ Kg de alimento. Já para a vitamina E, é permitida a adição de 300mg/kg de óleos e gorduras, como aditivos intencionais, com função antioxidante. Os alimentos destinados para cães e gatos, geralmente, apresentam cerca de 0,012% de BHT em sua composição, inclusão inferior ao recomendado pelo Ministério da Saúde, a qual não compromete a saúde animal.

Quadro 1. Concentração máxima de inclusão permitida de BHT (hidroxitolueno butilado), BHA (hidroxianisol butilado) e etoxiquin em alimentos para cães e gatos.

ANTIOXIDANTE	INCLUSÃO MÁXIMA (MG/KG DE ALIMENTO)
BHT, BHA e Etoxiquin	150

Fonte: MAPA (2011).

Segundo Rychen et al. (2018), o Painel de Aditivos e Produtos ou Substâncias utilizados na ração animal (FEEDAP) da União Europeia relata que a inclusão máxima de BHA é equivalente a concentração máxima no Brasil. Afirmam também que não há acúmulo deste aditivo em órgãos e tecidos nas inclusões recomendadas. No entanto, inclusões superiores a 5.000mg/Kg de alimento ou ingestão de 250mg/Kg de peso corporal (PC) resultam em lesões hepáticas. Além disso, poderá retardar o crescimento do animal.

Os conservantes são compostos que controlam o crescimento bacteriano em produtos destinados a alimentação animal e de pessoas. Um dos principais representantes desta categoria são o ácido propiônico e o benzoato de sódio.

ADITIVOS SENSORIAIS

Nesta categoria estão inclusos os **corantes e pigmentadores**, que são substâncias que intensificam a cor dos alimentos; **aromatizantes**, que são compostos que intensificam o aroma e, **palatabilizantes** que, mediante a processos enzimáticos, físicos e químicos aumentam a palatabilidade e aceitabilidade do alimento pelo animal (sabor). Na indústria animal são utilizados corantes sintéticos e naturais com o propósito de atrair o nicho de proprietários que buscam cada vez mais alimentos "saudáveis". No quadro 2 estão apresentados alguns exemplos de aditivos sensoriais. Os palatabilizantes mais empregados em alimentos completos para cães e gatos são: proteínas hidrolisadas (*digests*) e coprodutos do abate de frangos (fígado e vísceras).

Quadro 2. Corantes naturais e sintéticos utilizados na alimentação humana e animal.

CORANTE	IDA*
Cúrcuma [£]	0-3mg/kg PC
Tartazina	0-7,5mg/kg PC
Sunsetyellow (crepúsculo)	0-4mg/kg PC
Carmim	0-5mg/kg PC
Bordeaux	0-0,5mg/kg PC
Vermelho 40	0-7mg/kg PC
Antocianina [£]	Não alocada
Azul Brillhante	0-12,5mg/kg PC

*IDA: ingestão diária aceitável; [£]corantes naturais; PC: peso corporal.

Fonte: Adaptado ANVISA (2002).

As adições de 40 e 80mg/10g de dieta de cúrcuma, antocianina e monascus (corantes naturais) reduziram a concentração sérica de colesterol total e triacilgliceróis em ratos hip-

erlipidêmicos. Este resultado estimula o desenvolvimento de novas pesquisas em cães e gatos com hiperlipidemia. Os corantes artificiais, como a tartrazina, em elevadas concentrações (700mg/Kg PC, em ratos) podem ocasionar alterações cognitivas e degeneração vacuolar cerebral.

ADITIVOS NUTRICIONAIS

Esta categoria abrange os compostos que objetivam manter ou melhorar as propriedades nutricionais do produto, a qual inclui os subgrupos: vitaminas, provitaminas, aminoácidos e seus sais, oligoelementos e a ureia e seus derivados. As vitaminas, aminoácidos e oligoelementos (microminerais) foram apresentados em outros capítulos deste material, portanto, não serão abordados novamente. Já a ureia e seus derivados não se destinam a nutrição de cães e gatos e, são empregadas na nutrição de animais de produção (ruminantes).

Algumas raças de cães como doberman, cocker spaniel e boxer podem apresentar deficiência de carnitina, o que pode resultar em cardiomiopatia dilatada. Animais com suspeita dessa alteração devem ser suplementados com l-carnitina, sendo recomendada a dose de 50 a 100mg/Kg de peso corporal.

ADITIVOS ZOOTÉCNICOS

Nesta classe temos os aditivos digestivos que são substâncias que facilitam a digestão dos alimentos ingeridos, ou seja, **enzimas** consideradas proteínas ligadas ou não a co-fatores e que possuem propriedades catalíticas específicas; **equilibradores de microbiota**, que são substratos ou microrganismos que auxiliam na proliferação de bactérias benéficas, por meio de efeitos no microbioma intestinal; **acidificantes**, que agem por meio da redução do pH com o objetivo de melhorar a digestão e reduzir a proliferação de microrganismos indesejáveis no intestino.

Os compostos que fazem parte dos aditivos digestivos são as proteinases, lipases e carboidrases, as quais melhoram a digestibilidade e absorção de alguns nutrientes, além de inibirem possíveis fatores antinutricionais presentes em alguns ingredientes. Um estudo que suplementou uma mistura de enzimas digestivas em cães adultos alimentados com farelo de trigo, ingrediente que possui polissacarídeos não amiláceos (PNAs) na sua composição e que podem resultar em alterações gastrintestinais, não observou diferença na digestibilidade dos nutrientes. Esse resultado pode ter sido influenciado pela mistura das enzimas e por sua quantidade. Dessa forma, muitos estudos precisam ser realizados para comprovação de sua eficiência, uma vez que os resultados são contraditórios.

O grupo de aditivos equilibradores da microbiota inclui os prebióticos, probióticos e simbióticos. Os prebióticos são substratos (carboidratos fermentáveis) não digeridos pelas enzimas digestivas do animal, porém são fermentados pelas bactérias intestinais, o que resulta em estímulo seletivo do crescimento de bactérias benéficas. Para ser considerado um prebiótico, o substrato necessita possuir resistência à acidez do estômago, ser fermentado pelo intestino grosso e promover o crescimento bacteriano benéfico. Nosso grupo realizou quatro experimentos com a utilização de diferentes tipos de prebióticos na alimentação de cães e gatos adultos saudáveis e, os estudos demonstraram aumento da digestibilidade da fibra bruta e matéria mineral, aumento na atividade fagocitária periférica e no número de células polimorfonucleares, redução de *Bifidobacterium spp.* e redução do ácido graxo de cadeia ramificada isovalérico. Esses resultados apontam a possível eficácia dos prebióticos no sistema imune e gastrintestinal. Os prebióticos mais utilizados em pet food são parede celular de levedura, levedura inativa, frutoligosacarídeo (FOS), mananoligossacarídeo (MOS), inulina, beta-glucanos e, mais recentemente, o galactoligossacarídeo (GOS).

Os probióticos são microrganismos vivos (*Bacillus cereus*, *Lactobacillus*, entre outros)

que agem como auxiliares na recomposição da microbiota intestinal dos animais e, por meio de diferentes mecanismos de ação, podem reduzir o número de microrganismos patogênicos como *Clostridium perfringens*, por exemplo. Os probióticos são componentes alimentares não digeríveis que podem resultar em benefícios ao hospedeiro por estimularem de forma seletiva a proliferação ou atividade de populações de bactérias desejáveis (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, entre outras) no cólon. Os microrganismos mais utilizados são usualmente componentes não patogênicos da microbiota normal, tais como as bactérias ácido-láticas (principais gêneros *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* e *Enterococcus*) e leveduras como *Saccharomyces*.

Por fim, os simbióticos são combinações de prebióticos e probióticos que objetivam promover os efeitos de cada um, de forma mais rápida e simultânea. Geralmente são usados em casos de diarreia e alterações gastrintestinais. Os melhoradores de desempenho não foram citados devido a sua não utilização na alimentação de animais de companhia.

ALIMENTOS CASEIROS PARA CÃES E GATOS

Vivian Pedrinelli, Thiago Henrique Annibale Vendramini & Marcio Antonio Brunetto

INTRODUÇÃO

A procura por alimentos caseiros para cães e gatos é crescente. Um estudo realizado com proprietários de cães e gatos dos Estados Unidos e Austrália observou que aproximadamente 18% dos animais avaliados consumiam alimento caseiro como parte ou todo da dieta. Já outro estudo mais recente com proprietários de 3.000 cães e gatos de 55 países apontou que mais de 60% deles ofereciam alimento caseiro como parte da dieta e, 12% dos proprietários de cães e 6% dos proprietários de gatos forneciam somente alimento caseiro.

Os motivos para a migração do alimento comercial extrusado ou úmido para o alimento caseiro são diversos. Uma parcela de proprietários de cães e gatos acreditam que seus animais não se interessam pelo alimento comercial por ser pouco variado. Outros consideram cães e gatos como membros da família e transferem suas escolhas alimentares para as relacionadas à alimentação de seus animais, inclusive pelo desejo de cozinhar para seus pets.

Um estudo realizado por Halfen e colaboradores (2017) com proprietários de cães que forneciam alimento caseiro observou que 45,9% dos proprietários apontaram que seu cão não aceitava alimento comercial, e 27,0% acreditavam que o alimento caseiro seria a opção mais saudável. Em estudo semelhante realizado nos Estados Unidos, foi observado que 72,0% dos animais consumiam alimentos caseiros por conta de necessidades clínicas; 19,0% por proprietários acreditarem que é um alimento superior ao extrusado e 17,0% - por que são mais palatáveis.

Outro motivo para a troca para o alimento caseiro é a crença de que o custo de uma alimentação caseira é menor do que adquirir alimentos comerciais. Alguns estudos, porém, já demonstraram que esta crença pode não ser verdade. Um deles avaliou o custo de alimentos comerciais extrusados e úmidos e alimentos caseiros para cães saudáveis. Neste estudo, alimentos caseiros apresentaram custo médio de US\$ 3,99/1000 kcal, inferior ao custo médio de US\$ 5,56/1000 kcal de alimentos úmidos, porém superior ao custo médio de US\$ 1,20/1000 kcal de alimentos extrusados. Já outro estudo conduzido por Márquez, Shepherd e Delaney (2018) observou que, para cães nefropatas, o alimento caseiro coadjuvante foi a opção mais barata, com custo médio de 1,80/1000 kcal, do que alimentos coadjuvantes extrusados (US\$ 2,18/1000 kcal) e úmidos (US\$ 5,71/1000 kcal).

COMO AVALIAR ALIMENTOS CASEIROS

A adequação nutricional de uma dieta pode ser avaliada pelo uso de três métodos: análise laboratorial de amostra do alimento; estudos *in vivo*; e estimativa da composição química do alimento em softwares específicos. Outra ferramenta utilizada para a avalia-

ção da adequação da dieta é a anamnese nutricional, que pode trazer informações como alimento principal (ração extrusada, alimento caseiro, etc), quantidade oferecida de alimento por dia, número de refeições diárias e, no caso específico de alimentos caseiros, qual a quantidade e modo de preparo de cada ingrediente e modo de armazenamento do alimento pronto.

Verificar se um alimento caseiro é nutricionalmente adequado é um desafio para profissionais tanto da medicina veterinária quanto da zootecnia. É preciso conhecimento técnico, acesso a bancos de dados de ingredientes e softwares de formulação específicos. Há três principais preocupações quanto ao preparo do alimento caseiro. A primeira é se o alimento apresenta o perfil nutricional adequado para a espécie e status fisiológico do animal. Em seguida, se o proprietário prepara o alimento conforme as instruções de preparo, considerando tipo de cozimento indicado e quantidades diárias de alimento. A terceira principal preocupação quanto a esse tipo de alimento é se o proprietário manterá a receita original ou se fará alterações nos ingredientes prescritos e suas quantidades, que é ocorrência comum.

Em estudo realizado por Johnson e colaboradores (2016), foi observado que apenas 13,0% dos proprietários que forneciam alimento caseiro como único componente da dieta seguiram a receita prescrita à risca. Outro estudo, realizado no Brasil, observou que 50,0% dos proprietários que forneciam dieta caseira admitiram preparar o alimento conforme a prescrição, e 28,3% admitiram omitir suplementos prescritos. Em estudo realizado por Halfen e colaboradores (2017), 60,0% dos proprietários admitiram realizar algum tipo de modificação na receita prescrita, e destes 35,1% admitiram não seguir à risca as quantidades recomendadas.

RISCOS DE ALIMENTOS CASEIROS INADEQUADOS

O consumo de alimento inadequado, sem o cuidado de como o produto é posicionado no mercado ou se é conhecido pelo médico-veterinário ou zootecnista, pode levar ao risco de desenvolvimento de doenças relacionadas à má nutrição. Há vários fatores de risco inerentes à alimentação, que podem incluir o consumo de alimentos não convencionais como parte principal da dieta, o consumo de restos de alimento em quantidade maior do que 10% das quilocalorias diárias e até mesmo o fornecimento de suplementos de maneira inadequada.

As principais doenças relacionadas à má nutrição são alterações de pele e pelagem e alterações de metabolismo ósseo. A qualidade do pelo e da barreira da pele pode ser causada por desnutrição protéico-energética, que ocorre quando o animal consome menor quantidade de energia do que sua necessidade diária e assim resulta em catabolismo da massa muscular, ou por consumo de nutrientes relacionados, apesar do consumo energético adequado. Os sinais podem ser alopecia, rarefação pilosa, queratinização anormal, mudança de cor da pelagem e alterações na cicatrização. A deficiência de ácidos graxos também pode causar alterações de pele e pelagem, com sinais que incluem pelos ressecados e/ou opacos, descamação e redução na taxa de repilação. Deficiências de minerais e vitaminas, como zinco, vitamina A e vitamina E, também pode afetar a pele. Como a avaliação laboratorial de status destes nutrientes é cara, o diagnóstico terapêutico pode ser feito através do fornecimento de uma dieta que possua sabidamente quantidades adequadas destes nutrientes.

A carência de cálcio e a relação cálcio:fósforo (Ca:P) são também preocupações comuns quanto ao equilíbrio de alimentos caseiros. O hiperparatireoidismo secundário nutricional (HSN) é uma doença nutricional cada vez mais comum em cães que consomem alimentos caseiros inadequados, e ocorre quando há deficiência de cálcio e relação Ca:P menor do que 1:1, manifestada rapidamente em filhotes, mas que pode levar até anos em adultos para ser identificada. O HSN ocorre por tentativa do organismo em manter a homeostase

de cálcio, por meio da maior secreção de paratormônio (PTH), quando a quantidade de cálcio na corrente sanguínea diminui. O PTH, por sua vez, aumenta a reabsorção óssea, ou seja, retira o cálcio dos ossos para aumentar sua concentração na corrente sanguínea e, como consequência, podem ocorrer fraturas.

Poucos estudos avaliaram a composição e adequação nutricional de alimentos caseiros. Um estudo conduzido em Viena, Áustria, utilizou análise bromatológica para avaliar alimentos caseiros de cães adultos e filhotes conforme preparados por proprietários. Foi observado que os teores de cálcio, cobre, fósforo, potássio, zinco e vitamina E apresentaram valores abaixo das recomendações da Association of American Feed Control Officials (AAFCO). Stockman e colaboradores (2013) avaliaram em software receitas de alimentos publicadas nos Estados Unidos e - 95,0% delas apresentaram pelo menos um nutriente abaixo das recomendações do NRC (2006) e 83,5% das receitas apresentaram múltiplas deficiências. Estudos também foram realizados para avaliar alimentos caseiros para animais com câncer e com doença renal crônica, e encontraram resultados similares.

No Brasil, um estudo avaliou em software 106 alimentos para cães e gatos saudáveis provenientes de receitas publicadas em mídias como livros e websites. Destas, nenhuma atendeu todas as necessidades de acordo com a FEDIAF (2017), e as principais deficiências foram ferro, vitamina E e cálcio. Em estudo mais recente, Pedrinelli et al. (2019) avaliaram a composição de macro nutrientes e minerais por análise laboratorial de 25 alimentos caseiros para gatos e 75 alimentos caseiros para cães. Destes, nenhum atingiu todas as recomendações tanto do NRC (2006) quanto da FEDIAF (2018), e mais de 84,0% dos alimentos apresentaram três ou mais nutrientes abaixo das recomendações.

PASSO A PASSO DA FORMULAÇÃO DE ALIMENTOS CASEIROS

Conhecer seu objetivo

O primeiro passo para formular um alimento caseiro é definir a qual espécie, faixa etária e status fisiológico se destina. Alimentos para cães adultos saudáveis devem ter composição nutricional diferente de alimentos destinados para filhotes, por exemplo. Além disso, é necessário saber se o animal possui alguma doença que precise de atenção nutricional, para levar em consideração no momento de escolher a composição nutricional.

Definir o conteúdo nutricional

Há três fontes principais de informações sobre necessidades nutricionais de cães e gatos. A primeira é o *Nutrient Requirements of Dogs and Cats*, pelo *National Research Council* (NRC, 2006). Esta publicação é um compilado de diversos estudos sobre nutrição de cães e gatos, que visa estabelecer as necessidades nutricionais destas espécies baseadas nos resultados de pesquisas prévias. São apresentadas tabelas de necessidades nutricionais diárias mínimas e recomendadas para cães e gatos, sendo que há uma tabela específica para cada fase de vida e status fisiológico de cada espécie. Esta publicação considera como base cães e gatos ativos e não castrados, pois a maioria dos estudos utilizados foi realizada em animais de canis e gatis experimentais. Algumas dessas recomendações já foram apresentadas em capítulos anteriores.

Outra fonte de recomendações nutricionais para cães e gatos é o *Nutritional Guidelines for Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs*, da *Fédération Européenne de L'industrie des Aliments pour Animaux Familiers* (FEDIAF, 2018). Esta publicação é baseada nas recomendações do NRC (2006) e também em estudos mais recentes. Além disso, esta publicação é a que é mais frequentemente atualizada das três fontes de informações aqui citadas. A FEDIAF (2018) já leva em consideração que animais domiciliados apresentam menor gasto energético do que animais de colônias, e apresenta recomendações específicas para estes animais, que geralmente são maiores, já que os animais consumirão menor

quantidade calórica e assim menor quantidade de alimento.

A terceira fonte é o *Dog and Cat Food Nutrient Profiles*, da *Association of American Feed Control Officials* (AAFCO, 2016). Esta publicação é baseada tanto no NRC (2006) quanto na FEDIAF (2018). É uma publicação mais voltada à indústria pet dos Estados Unidos, e traz também recomendações de rotulagem de embalagens e regulamentações.

Estas publicações trazem as necessidades nutricionais tanto em base de matéria seca quanto por energia (quilocalorias ou megajoules). Portanto, é necessário escolher a base que será utilizada para o processo de formulação, pois isso influencia principalmente no banco de dados utilizado. É importante lembrar que as recomendações apresentadas são consideradas o mínimo necessário para que o animal apresente bom desenvolvimento e funcionamento do organismo. Para alguns nutrientes, como por exemplo os amino-ácidos, podem ser fornecidos em maior quantidade se necessário. Outros nutrientes, porém, apresentam limites máximos seguros, acima dos quais há evidência científica de alterações metabólicas e clínicas para a espécie e estes, portanto, não devem ser ultrapassados.

Conhecer os ingredientes

Este passo é muito importante e é a base do processo de formulação. Após definir os teores nutricionais do alimento, é preciso escolher as fontes destes nutrientes. Há uma gama quase infinita de opções de ingredientes, e é necessário conhecer a composição e biodisponibilidade destes para poder escolher a melhor opção. Por exemplo, quando se escolhe a suplementação de minerais, o ideal é escolher minerais quelados, pois os óxidos são fontes que apresentam biodisponibilidade muito baixa.

Assim como as recomendações nutricionais, há publicações com a composição de ingredientes. No Brasil, há duas publicações principais: a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, da UNICAMP e disponível online gratuitamente; e a Tabela de Composição de Alimentos. A TACO é uma das primeiras tabelas brasileiras a serem publicadas, e a Tabela de Composição de Alimentos possui informações próprias somadas às informações da TACO. Porém, para alguns ingredientes e nutrientes mais específicos (como por exemplo EPA e DHA), é necessário consultar outras fontes, como o USDA (United States Department of Agriculture), cujas informações são encontradas online e são oferecidas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos.

No momento de montar o banco de dados, é necessário se atentar às unidades de alguns ingredientes, que podem ser diferentes entre as tabelas. Alguns exemplos podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1. Equivalência de unidades de nutrientes essenciais para cães e gatos.

NUTRIENTE	UNIDADE	EQUIVALÊNCIA
Vitamina A	1 UI	1 µg trans-retinol ou 0,3 equivalente de retinol (RE)
Colecalciferol (vitamina D ₃)	40 UI	1 µg
Vitamina E (α-tocoferol)	1 UI	1 mg de acetato de α-tocoferol

UI=unidade internacional.

Determinar os ingredientes que serão utilizados

Os ingredientes devem ser escolhidos idealmente de acordo com sua composição nutricional, mas também podem ser escolhidos de acordo com as preferências dos proprietários e do próprio animal que irá consumir o alimento, desde que a escolha não comprometa a saúde do mesmo. Porém, é necessária maior atenção caso o ingrediente não seja usual,

pois pode conter fatores anti-nutricionais e tóxicos que podem afetar a saúde do animal.

Outro fator que deve ser levado em consideração é que cães e gatos não precisam necessariamente consumir alimentos de primeira escolha para seres humanos, como peito de frango e filé mignon. Outras opções, como por exemplo moela ou coração bovino, além de mais baratas, apresentam perfil nutricional interessante e podem ser tão adequadas quanto para cães e gatos, além de mais sustentáveis por serem coprodutos.

Determinar a quantidade de inclusão dos ingredientes

Este passo é um dos mais importantes da formulação: é a combinação de ingredientes para que todos os teores nutricionais sejam atingidos. Como cães e gatos têm necessidade de cerca de 40 nutrientes essenciais, dependendo da fase de vida e status fisiológico, é praticamente impossível formular dietas através de cálculos matemáticos feitos à mão. Neste caso, o uso de softwares de formulação específicos é essencial para garantir que a dieta contenha todos os nutrientes necessários para garantir a saúde ótima dos animais.

Nestes softwares, é necessário inserir previamente as informações pertinentes aos ingredientes (banco de dados), e em seguida determinar os teores nutricionais para aquele alimento específico. Por último, os ingredientes a serem utilizados são selecionados e então o programa gera uma combinação dos ingredientes que garanta os teores nutricionais especificados.

No caso de formulação para empresas de alimentos caseiros, a receita final pode ser transformada em quantidade de ingrediente por quilograma de alimento. Já no caso de alimentos para indivíduos específicos (pacientes), o ideal é estabelecer a quantidade de alimento baseada na necessidade energética diária. De qualquer maneira, é necessário estabelecer a energia metabolizável do alimento para estabelecer a quantidade a ser consumida.

Para isso, é necessário conhecer a energia metabolizável de cada ingrediente e, sabendo a quantidade de inclusão de cada ingrediente, chega-se na energia metabolizável do alimento, conforme exemplo abaixo.

Exemplo 1 - Cálculo de energia metabolizável de um alimento caseiro.

Obs.: esta receita é somente ilustrativa e não deve ser utilizada.

INGREDIENTE	ENERGIA METABOLIZÁVEL (KCAL/KG)	QUANTIDADE NO ALIMENTO (G/KG MO)
Arroz branco cozido	1240	400
Abóbora cozida	480	150
Fígado bovino cozido	2250	50
Coxa de frango com pele cozida	2150	350
Óleo de soja	8840	20
Suplemento vitamínico-mineral	0	30

MO= matéria original.

Assim, é só multiplicar a quantidade de cada ingrediente por sua energia, e assim será obtida a energia metabolizável por quilograma de alimento:

$$(0,400 \times 1240) + (0,150 \times 480) + (0,050 \times 2250) + (0,350 \times 2150) + (0,020 \times 8840) = EM$$

$$496 + 72 + 112,5 + 752,5 + 176,8 = EM$$

$$EM = 1.6010 \text{ kcal/quilograma de alimento}$$

Conhecendo-se então a energia metabolizável do alimento, é possível estabelecer o consumo de cada ingrediente para um determinado animal, conforme exemplo abaixo:

INGREDIENTE	ENERGIA METABOLIZÁVEL (KCAL/KG)	QUANTIDADE NO ALIMENTO (G/KG MO)	INCLUSÃO DO INGREDIENTE (KCAL/KG)
Arroz branco cozido	1240	400	40
Abóbora cozida	480	150	15
Fígado bovino cozido	2250	50	5
Coxa de frango com pele cozida	2150	350	35
Óleo de soja	8840	20	2
Suplemento vitamínico-mineral	0	30	3

MO= matéria original.

Sabendo-se que a energia metabolizável (EM) do alimento é 1610 kcal/kg, para um cão pouco ativo de 10 kg teremos as seguintes quantidades:

$$\begin{aligned} \text{Necessidade energética de manutenção (NEM)} &= 95 \times (\text{peso corporal})^{0,75} \\ \text{NEM} &= 95 \times (10)^{0,75} \\ \text{NEM} &= 534 \text{ kcal/dia} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quantidade de alimento} &= \text{NEM (kcal por dia)} / \text{EM por grama de dieta (kcal)} \\ \text{Quantidade de alimento} &= 534 / 1,601 \\ \text{Quantidade de alimento} &= 333 \text{ g/dia} \end{aligned}$$

Conhecendo as inclusões de cada ingrediente, podemos estabelecer as quantidades diárias:

$$\begin{aligned} \text{Arroz branco} &= 333 \times 40\% = 133 \text{ g/dia} \\ \text{Abóbora cabotian} &= 333 \times 15\% = 50 \text{ g/dia} \\ \text{Fígado bovino} &= 333 \times 5\% = 17 \text{ g/dia} \\ \text{Coxa de frango} &= 333 \times 35\% = 117 \text{ g/dia} \\ \text{Óleo de soja} &= 333 \times 2\% = 7 \text{ g/dia} \\ \text{Suplemento} &= 333 \times 3\% = 10 \text{ g/dia} \end{aligned}$$

Prescrição

Sabendo-se então a quantidade de cada ingrediente a ser consumida por dia, é preciso fazer a prescrição para o proprietário. A prescrição deve sempre ser o mais clara possível para reduzir a possibilidade de mudança por conta do proprietário. Além da receita e preparo por escrito, deve-se reforçar a importância de seguir as recomendações quanto ao preparo e quantidades prescritas, assim como a pesagem dos ingredientes em balança digital.

O modo de preparo do alimento também pode influenciar na composição nutricional, e deve ser especificado de acordo com banco de dados utilizado. Por exemplo, se o ingrediente utilizado do banco de dados foi coxa de frango com pele, a remoção da pele durante o preparo pode levar a diferenças na energia e teores nutricionais da dieta, uma vez que estes foram considerados na formulação. Segue abaixo exemplo de explicação de modo de preparo:

Exemplo 3 - Modo de preparo

- Cozinhar os ingredientes separadamente. O cozimento altera a quantidade de água do alimento, podendo levar a alterações na composição nutricional final da dieta caso a mistura

seja feita com os ingredientes crus;

- Pesar cada ingrediente na quantidade estipulada após o cozimento e, misturar os ingredientes para evitar que o animal coma só o que gosta mais;
- Óleo pode ser acrescentado durante o preparo do alimento ou após o preparo, logo antes do fornecimento. Se usado no preparo, é importante usar todo o conteúdo que ficar no fundo da panela utilizada;
- O suplemento não deve ser cozido. Deve ser adicionado ao alimento pronto após esfriar;
- Após a adição do suplemento, o alimento deve ser aquecido somente em banho-maria para evitar perda de nutrientes importantes do suplemento; portanto é recomendado que este ingrediente seja adicionado à dieta no momento em que ela será oferecida.

Acompanhamento do animal após prescrição da dieta

É importante acompanhar o animal após a prescrição do alimento caseiro. O proprietário deve ser consultado sobre o modo de preparo, método de pesagem dos ingredientes e quantidade ingerida. É importante verificar se o proprietário modificou as quantidades, omitiu ou substituiu algum ingrediente. Caso tenham sido feitas modificações, é necessário entender o motivo (por exemplo, o animal não aceita o alimento, o proprietário não gosta de prepará-lo ou o custo é elevado). Assim, é possível adaptar a formulação do alimento para melhor atender às expectativas do proprietário e assim reduzir as chances de novas modificações.

O acompanhamento deve ser feito a cada 30 dias nos primeiros 3 meses, e em seguida os retornos podem ser espaçados levando em consideração as particularidades de cada paciente.

A NUTRIÇÃO NA PRÁTICA CLÍNICA

Fabio Alves Teixeira, Mariana Perini & Marcio Antonio Brunetto

À associação dos conceitos nutricionais com os aspectos clínicos do paciente dá-se o nome de nutrologia. Esta é a área de atuação do médico-veterinário que determinará a prescrição nutricional do paciente de acordo com a avaliação individual do mesmo. A dieta que o animal passará a receber estará na dependência das alterações fisiológicas presentes, bem como a interação com os possíveis tratamentos farmacológicos e/ou cirúrgico.

Para isso deve ser realizada, além do exame clínico clássico com todas as nuances semiológicas, a avaliação nutricional do paciente. O impacto positivo da nutrição adequada sob a saúde é de suma importância, em qualquer fase de vida e status fisiológico. Prova disso é que a Associação Mundial de Veterinários de Pequenos Animais (WSAVA) passou a recomendar que a avaliação nutricional seja realizada em todos os pacientes em cada visita ao médico-veterinário. A WSAVA categoriza a avaliação nutricional como o quinto sinal vital a ser avaliado em todas as consultas, associado a temperatura, pulso, respiração e dor (detalhes sobre como realizar a avaliação nutricional podem ser observados no "Guia de avaliação nutricional de cães e gatos"). A incorporação do atendimento nutricional aos pacientes é essencial para manutenção da saúde dos pets, assim como para melhorar sua resposta às doenças e injúrias. Uma das primeiras justificativas para esta recomendação está no fato da nutrição estar intimamente ligada ao sistema imunológico. Via de regra, o sistema imune é o primeiro a sofrer alterações na desnutrição, respondendo antes mesmo que o sistema reprodutivo. Existem poucas enfermidades, ou talvez nenhuma, cuja patogenia não esteja relacionada de algum modo com alterações no sistema imune; primariamente, como no caso das alergias, secundária às enfermidades infecciosas e indiretamente em alterações crônicas, endócrinas e metabólicas como a obesidade, neoplasias, cardiopatias e nefropatias. Como qualquer outro sistema do organismo, o imune depende de adequado aporte energético e nutricional e é muito sensível aos desequilíbrios nutricionais. Mas, a resposta imunológica, por ser dependente de replicação celular e da síntese de

compostos proteicos ativos, é fortemente afetada pelo status nutricional do animal, fator determinante à habilidade metabólica celular e a eficiência com que as células reagem aos estímulos. Calorias, aminoácidos, vitaminas A, D, E, piridoxina, cianocobalamina, ácido fólico, ferro, zinco, cobre, magnésio, selênio e ácidos graxos polinsaturados, são elementos aos quais já se estabeleceu a estreita relação existente entre seu status orgânico e o funcionamento imune.

Logo, considerar cuidadosamente as necessidades nutricionais dos cães e gatos deve fazer parte do protocolo de tratamento para o estado de doença em questão e para maximizar a qualidade de vida de todos os animais, inclusive os indivíduos saudáveis. Em qualquer idade ou status de saúde os animais que recebem inadequado aporte nutricional podem se tornar mal nutridos. As principais consequências disso, principalmente nos enfermos, são alterações no metabolismo de fármacos, diminuição da imunocompetência, da síntese e reparo tecidual, no tônus muscular e no prognóstico, alterações estas que resultam em maior morbidade e mortalidade.

Além da intervenção nutricional em si dar suporte às ações do sistema imune, a composição da dieta pode influenciar a forma de resposta do sistema imunológico. A resposta imunológica e inflamatória pode ser favorável ao indivíduo (no combate ao patógeno) ou contrária, no caso de respostas inflamatórias exacerbadas. Neste sentido, a adequada quantificação, por exemplo, de antioxidantes na dieta pode melhorar o combate a radicais livres e aprimorar a resposta imune, assim como o correto uso de ácidos graxos polinsaturados da família ômega-3, como o ácido eicosapentaenóico (EPA), que é indicado em diversas situações clínicas, desde doenças crônicas como cardiopatias e neoplasias até hipersensibilidade alimentar e obesidade.

Em relação a obesidade, deve-se deixar claro que a desnutrição não ocorre apenas nos indivíduos que recebem menor quantidade dos nutrientes essenciais ou aos animais abaixo do peso, mas também a ingestão excessiva de nutrientes ou calorias é considerada como um quadro de desnutrição, ou seja, indivíduos acima do peso são desnutridos.

A obesidade canina e felina é vista como a doença nutricional mais comum entre os animais de companhia. Estudos em diferentes países apresentam resultados de prevalência na faixa entre 30 e 40% de sobrepeso e 5 a 20% de animais obesos. Especificamente no Brasil, foi encontrado apenas um estudo com este enfoque, que observou em torno de 16,5% de casos de obesidade canina. Uma pesquisa conduzida por nosso grupo de estudos apontou que na cidade de São Paulo a prevalência de obesidade está em torno de 14,6% e aproximadamente 26% dos cães estão em sobrepeso (dados não publicados).

As problemáticas relacionadas a esta doença nutricional foram bem demonstrados por Kealy & Lawler (2000) ao avaliarem dois grupos de cães labradores, no qual um grupo recebeu alimento *ad libitum* e outro foi alimentado com quantidade controlada. Os pesquisadores observaram que os cães que ingeriram maior quantidade de alimento apresentaram maior ECC e menor longevidade, além de apresentarem doenças como neoplasias e osteoartrite de forma mais precoce e em maior frequência, o que comprometeu também a qualidade de vida desses animais. Na medicina veterinária, outras pesquisas demonstraram que diversas situações nocivas ocorrem em consequência da obesidade como resistência insulínica; modificação no padrão de adipocinas; dislipidemia; acúmulo ectópico de gordura; possível relação com doenças cardíacas e pulmonares; dermatites não alérgicas; pancreatite, nefropatias, doenças osteoarticulares como osteoartrite e alterações nos discos intervertebrais. A obesidade resulta tanto no excesso de peso sob as articulações, como na sinalização celular direta, interação do tecido adiposo e sistema imune, e alteração na produção e secreção de citocinas que podem alcançar diferentes tecidos e intensificar as respostas inflamatórias. Que pode culminar em menor longevidade e qualidade de vida.

Uma vez que a obesidade é caracterizada pelo acúmulo excessivo de tecido adiposo,

o diagnóstico deve ser baseado em ferramentas que consigam identificar este acúmulo. Apesar de existir métodos sofisticados de avaliação da composição corporal, o diagnóstico da obesidade na rotina clínica é baseado na avaliação do escore de condição corporal (ECC), ferramenta que deve ser aplicada no exame clínico de todos os pacientes.

O ECC sob escala de nove pontos é validado para cães e gatos e é o modo subjetivo que categoriza os animais desde a condição magra ($ECC \leq 3$ para cães e $ECC \leq 4$ para gatos), condição ideal (ECC 4 e 5 para cães e gatos) até sobrepeso (ECC 6 e 7) a obesa ($ECC \geq 8$).

Assim, o ECC, quando avaliado por profissional treinado, provê de maneira prática e confiável uma estimativa da composição corporal em pacientes caninos e felinos, e deve ser usada como parte integral das avaliações nutricionais. Sua aplicação vai desde o diagnóstico e acompanhamento do paciente obeso até a seleção do animal que necessita de suporte nutricional intensivo. Logo, o ECC auxilia na determinação do *status* nutricional de cães e gatos saudáveis e doentes.

No contexto de animais doentes, estimativas demonstram que tanto humanos como animais hospitalizados não recebem suporte nutricional adequado durante o período de hospitalização. Em um estudo norte-americano, o balanço energético positivo foi alcançado em apenas 27% dos dias de hospitalização dos animais. No Brasil, pesquisa semelhante mostrou que os animais com maior ingestão energética apresentaram maior porcentagem de alta hospitalar e os em balanço energético negativo maiores taxas de óbito. Isso indica que o fornecimento adequado de energia e nutrientes resulta em melhor prognóstico, visto que os pacientes hospitalizados são comumente deficientes em proteínas e calorias devido a diminuição na ingestão total de alimentos como consequência da recusa (hipo/anorexia), pela presença de vômitos e diarreias e pela doença de base que pode predispor a anorexia, caquexia ou gerar o estado de hipermetabolismo, em que os nutrientes são utilizados mais rapidamente. Assim, é importante fornecer fontes exógenas de proteína e gordura para preservar as endógenas, pois a perda está associada ao comprometimento cardíaco, pulmonar e imune, com aumento da mortalidade.

São considerados fatores de risco para má nutrição pacientes com histórico de perda de peso aguda de 5% ou crônica de 10%; anorexia há mais de três dias; diminuição na ingestão proteica; má absorção; baixo ECC; fraqueza; feridas que não cicatrizam; perda de nutrientes por diarreia crônica, êmese, doença renal e queimaduras; ou aumento da necessidade de nutrientes. Identificada a presença de fatores de risco deve-se instituir suporte nutricional enteral ou parenteral.

O termo nutrição enteral se refere ao fornecimento de nutrientes diretamente no trato gastrointestinal (TGI). Este pode ser realizado com a colocação de sondas alimentares tanto por via nasal – que alcançam a porção distal do esôfago (nasoesofágica), internamente no estômago (nasogástrica) ou no intestino (nasoentérica). Já a nutrição parenteral indica a administração dos nutrientes por via que não envolva o TGI, costumeiramente a via intravenosa. Prover o suporte nutricional tanto por via enteral como parenteral traz benefícios e previne o estado de má-nutrição, mas o uso de suporte que utilize o TGI é preferível, por preservar aspectos fisiológicos, estruturais e imunológicos intestinais.

Dessa forma, é de grande importância que os médicos-veterinários ao prescreverem a dieta para o cão ou gato, busquem formas de garantir o adequado controle do ECC. Com manejo nutricional correto, baseado na prescrição da quantidade calórica a ser ingerida para assim evitar tanto a perda de peso involuntária e o ganho de peso. Atividade física também é recomendada para a prevenção da obesidade.

Estimar a necessidade energética é relativamente simples, conforme discutido em capítulos anteriores, mas garantir que nessa quantidade de alimento estarão biodisponíveis de forma suficiente, assim como todos os nutrientes essenciais nem sempre é tarefa fácil. Um alimento completo deve ser aquele que possui declaração de adequação nutricional para as características do paciente, como por exemplos a espécie, fase de

vida, condição reprodutiva etc. Em um cenário em que é crescente o número de novos alimentos comerciais, a indicação das melhores opções é essencial, já que esta poderá se tornar a principal fonte de nutrientes para o animal por muitos anos, ou seja, um erro nessa prescrição poderá gerar desequilíbrios nutricionais que, em longo prazo, culminariam em alterações orgânicas que dificilmente o médico-veterinário clínico geral irá associar a desbalanços nutricionais. Essa adequada avaliação deve levar em consideração análise detalhada do rótulo e características do alimento, ECC do animal e condições econômicas do tutor, do tipo de manejo alimentar empregado, e a confiança na marca escolhida. Ademais aos alimentos comerciais extrusados, está em ascensão o número de tutores que buscam por dietas alternativas, sob o conceito de alimentos "naturais". Nesta situação, é ainda mais importante o papel da nutrologia nos cuidados da saúde do paciente, por meio da adequada formulação alimentar, já que muitas dietas caseiras prescritas, mesmo que por veterinários, não são completas e balanceadas; e também em relação aos aspectos sanitários alimentares, principalmente no que se refere ao emprego de dietas cruas.

Além dos animais saudáveis, obesos e daqueles em estado crítico, é papel do médico-veterinário a prescrição da melhor dieta às diferentes situações clínicas. A maioria, se não todas as doenças e condições fisiológicas podem se beneficiar de uma dieta adequada. Por exemplo, cães com diabetes mellitus ou com hiperlipidemia se beneficiam do emprego de dietas com maior quantidade de fibra, moderado conteúdo de gordura e de ingredientes específicos que impactem menos nas respostas glicêmicas e lipídicas pós-prandiais. Pacientes doentes renais apresentam melhor prognóstico e evolução mais lenta da doença quando recebem alimentação com menor conteúdo de fósforo, moderada proteína; maior quantidade de vitaminas hidrossolúveis, fibras solúveis e antioxidantes; hipercalóricas; controle do excesso de base e enriquecidas com ômega-3. Constantemente surgem novas pesquisas que ressaltam o papel da nutrição ótima às diferentes condições clínicas. Ademais ao papel coadjuvante da alimentação na terapêutica do paciente, há algumas doenças em que o tratamento principal é dietético. Além da obesidade, como exemplo podem ser citados os quadros de reações adversas ao alimento, tanto com manifestação na pele, no TGI e neurológica, que evoluirão de forma positiva caso haja troca para alimentações individualizadas considerando a exclusão de possíveis antígenos dietéticos; de linfangiectasia, que exigem as chamadas dietas ultra low fat para adequado controle da enteropatia com perda protéica. A questão torna-se ainda mais importante quando o mesmo paciente possui mais de uma enfermidade, por exemplo, um cão doente renal crônico que apresenta pancreatite, situação em que os alimentos comerciais coadjuvantes indicados para cada uma destas doenças são antagônicos em seus perfis nutricionais, o que gera a necessidade de uma dieta especificamente formulada para o paciente.

Além da escolha do melhor alimento para as diferentes condições do animal (espécie, idade, condição sexual, predisposição a doenças, *status* de saúde), cabe ao nutrólogo veterinário determinar e acompanhar os resultados do alimento empregado. Não é incomum na rotina clínica ouvir dos tutores a queixa de que um determinado alimento não cumpriu seu objetivo, por exemplo, um alimento formulado para tratar a obesidade que não resultou em perda de peso. É importante salientar que nem todo alimento, mesmo os categorizados como coadjuvantes, resultará nos benefícios propostos em todos os pacientes e que em muitos casos, a resposta negativa pode ser resultado de alterações da prescrição realizadas pelo proprietário.

Ainda em relação ao mercado veterinário, mesmo com o advento dos alimentos completos e balanceados, a venda de suplementos alimentares é crescente. Atualmente há diversas marcas de suplementos para cães e gatos, com diversas indicações. Nos Estados Unidos é estimado que entre 10 a 30% dos animais de companhia recebem diariamente um suplemento nutricional e, que 90% dos veterinários prescrevem suplementos, apesar de normalmente serem desnecessárias as suplementações associadas a alimentos com-

pletos, com risco de possível efeito adverso. Isso está relacionado ao fato da Medicina Veterinária sofrer de antropomorfismos em vários campos, como na suplementação nutricional. Muitos dos efeitos benéficos das suplementações observados na medicina humana não seriam tão pronunciados se as pessoas apresentassem ingestão de dietas completas e balanceadas como são atualmente os alimentos comerciais de cães e gatos. Cabe ao veterinário desenvolver senso crítico em relação às informações da eficácia, segurança e modo de ação dos diferentes suplementos alimentares, além de conhecer a quantidade fornecida desses nutrientes na alimentação, para decidir qual paciente se beneficiaria da mesma, com foco tanto na saúde do animal como nas questões econômicas do tutor. O mesmo raciocínio é válido para os petiscos, pois há no mercado uma infinidade de produtos atrativos aos animais e seus tutores, porém, de acordo com a orientação nutricional adequada, estes podem ou não serem oferecidos aos animais de maneira segura e saudável, dessa forma, cada caso deve ser avaliado individualmente.

Como considerações finais, é importante ressaltar que a aplicação dos conceitos de nutrição devem estar aliados ao conhecimento do médico-veterinário nas diferentes áreas como semiologia, farmacologia, patologia e clínica médica. Limitar o tratamento apenas ao emprego de fármacos é o mesmo que restringir as opções terapêuticas e, consequentemente, piorar o prognóstico do paciente, assim como prescrever a dieta sem considerar todas as nuances de cada indivíduo.

PROTOSCOLOS DE AVALIAÇÃO DE ALIMENTOS PARA CÃES E GATOS

Thiago Henrique Annibale Vendramini, Roberta Bueno Ayres Rodrigues
& Marcio Antonio Brunetto

PROTOSCOLO DE DIGESTIBILIDADE

INTRODUÇÃO

Este protocolo é empregado para determinar a digestibilidade dos nutrientes dos alimentos para gatos e cães de uma forma não prejudicial a estes animais, e é adaptado da Association of American Feed Control Officials.

Por definição, a digestibilidade aparente de um nutriente do alimento é a fração correspondente do ingerido que não é recuperada nas fezes. Quando esta fração não recuperada nas fezes é expressa em porcentagem do ingerido, o valor obtido é chamado de coeficiente de digestibilidade aparente, pois o que obtemos nas fezes é material proveniente do alimento ingerido associado a secreções digestivas, descamações das mucosas, metabólitos etc.

As duas principais variáveis de um protocolo de digestibilidade é o consumo total (que é facilmente determinado no caso de animais de pequeno porte, através da pesagem da quantidade fornecida) e a quantidade total de fezes de um dia.

Portanto, o resultado é expresso em coeficiente de digestibilidade aparente (CDA), que é a proporção do nutriente consumido que na realidade está disponível para a absorção e utilização pelo organismo animal, levando em conta o consumo e a excreção do animal.

Abaixo está detalhada a fórmula para determinação do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), por exemplo.

Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS):

onde:

CDA = Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (MS)

CMS = Consumo de MS

EXTMS = Excreção total de MS nas fezes

A determinação da digestibilidade dos outros nutrientes seguirá a mesma forma de cálculo e, os resultados devem ser expressos na matéria seca.

Coefficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes (CDAN)

$$\text{CDAN (\%)} = \frac{\text{consumo do nutriente (MS)} - \text{excreção do nutriente (MS)}}{\text{nutriente consumido (MS)}} \times 100$$

A mensuração da quantidade total de fezes de um dia pode ser realizada de duas formas: através da coleta total de fezes ou pelo uso de indicadores (método do indicador), que na impossibilidade da coleta total de fezes, uma vez determinada a excreção total do animal, pode-se também fazer a estimativa do coeficiente de digestibilidade.

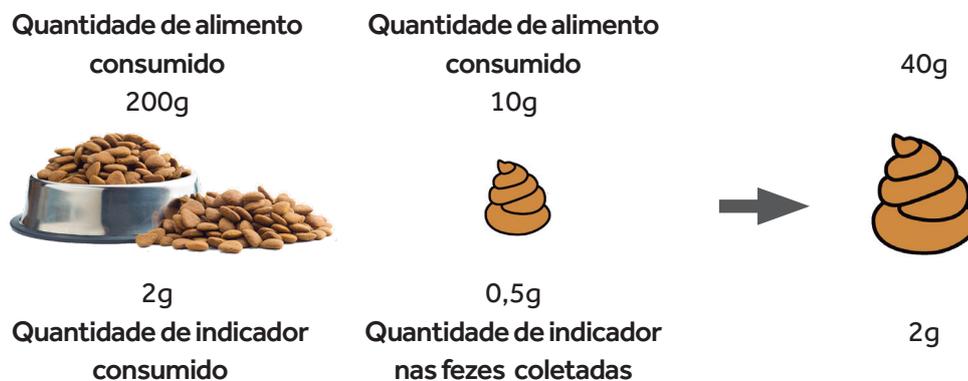
INDICADORES

O indicador deve ser misturado de forma uniforme e em quantidade suficiente de alimento para todos os animais durante o período do teste. Esse deve ser totalmente indigerível e não absorvido no trato gastrintestinal, inerte, apresentar características que o permitam ser processado com o alimento, de fácil mistura e, apresentar distribuição homogênea na digesta. Portanto, a recuperação completa e também precisão na determinação laboratorial dos indicadores são essenciais para que essas substâncias sejam consideradas apropriadas para o uso em ensaios de digestibilidade.

Há dois tipos de indicadores, os internos e externos. Indicadores internos estão presentes no próprio alimento, como as cinzas insolúveis em ácido (CIA), que são nutrientes do próprio alimento que não são digeridos e podem ser utilizados para esse fim. Os indicadores externos, são aqueles que são adicionados ao alimento teste, o mais comumente utilizado é o Óxido Crômico (OC); porém podemos citar também o dióxido de titânio (TiO₂). Se for utilizado óxido crômico, aproximadamente 0,25% de um óxido de cromo III (Cr₂O₃) livre de cromo solúvel deve ser misturado com o alimento.

Os cálculos para a determinação dos coeficientes de digestibilidade pelo método dos indicadores é similar ao de coleta total, o único ponto diferente é que por ser totalmente indigerível e não absorvido no trato gastrintestinal, através de uma regra de três simples é possível prever a quantidade total de fezes excretadas, apenas com a coleta de uma pequena porção de excreta e assim, posteriormente utilizar o valor para incluir na fórmula dos coeficientes de digestibilidade aparente, anteriormente citados.

Exemplo prático do teste de digestibilidade através do uso de indicador:



Previsão da quantidade total de fezes excretadas:



Cálculo do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS):

- % Matéria seca (MS) do alimento: 90%
- % Matéria seca (MS) das fezes: 83%

1º Passo:

Calcular o consumo de MS:

Multiplicar: CMN (consumo de matéria natural) X MS do alimento (porcentagem de matéria seca do alimento)

$$\text{CMS} = 200\text{g} \times 0,90$$

$$\text{CMS} = 180\text{g de MS}$$

2º Passo:

Calcular excreção de MS nas fezes:

Multiplicar: ETF (excreção total de fezes em matéria natural) X MS das fezes (porcentagem de matéria seca das fezes)

$$\text{ETF(MS)} = 40\text{g} \times 0,83$$

$$\text{ETF(MS)} = 33,2\text{g de MS}$$

3º Passo:

Calcular coeficiente digestibilidade:

$$\text{CDAMS} = (\text{CMS} - \text{ETF}) / \text{CMS} \times 100$$

$$\text{CDAMS} = (180 - 33,2) / 180 \times 100$$

$$\text{CDAMS} = 81,55\%$$

Períodos

O teste de digestibilidade deve ser constituído de duas fases distintas. A primeira fase será o período de adaptação [pelo menos cinco dias (para cães e gatos)] com o objetivo de adaptar os animais ao alimento que será avaliado, ao local e, para ajustar a ingestão de alimentos e, se necessário, também para verificar a manutenção do peso corporal dos animais. A segunda fase será o período de coleta. No período de coleta, as fezes serão colhidas durante pelo menos 120 horas para cães (figura 1a) e para gatos recomenda-se a duração mínima de 7 dias (168 horas) (figura 1b).

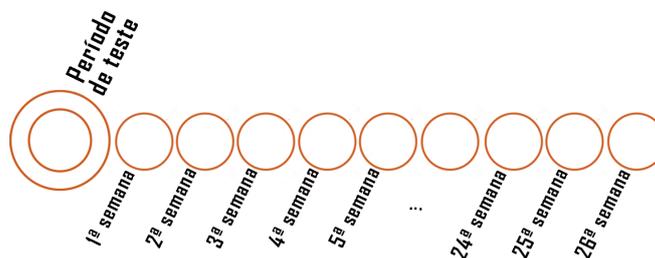


Figura 1a

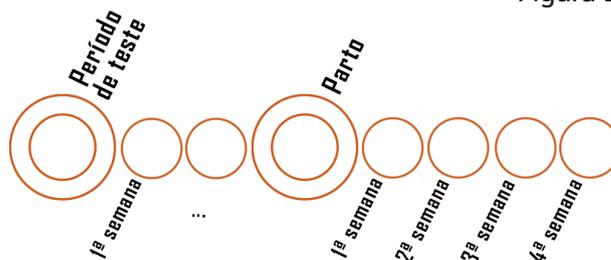


Figura 1b

Figuras 1a e 1b. Esquema experimental referente a duração de um ensaio de digestibilidade.

Animais e local

Um mínimo de seis animais adultos (a idade depende do porte para ser considerado adulto, no caso de cães) são necessários para se obter resultados confiáveis. Os animais devem estar saudáveis (hígidos), serem uniformes com relação à raça, idade, peso e escore de condição corporal. Fêmeas no cio não devem ser utilizadas e, deve-se ter em mãos o peso corporal de todos os animais que irão integrar a avaliação. Os animais devem ser alojados individualmente durante o período de coleta, mas podem permanecer em grupo durante o período de adaptação.

Os animais podem ser mantidos individualmente em gaiolas metabólicas, durante todo o período experimental. No caso de cães, pode-se mantê-los em baias desde que estas permitam a coleta de fezes sem que ocorram perdas e contaminações.

Alimentação

O manejo alimentar deve ser padronizado. O alimento oferecido deverá ser quantificado em balança de precisão, sendo esta informação registrada em planilha própria. Se houver sobra, essa também deverá ser registrada e tal informação será necessária para o cálculo da ingestão do produto.

Caso durante o período de teste, o alimento for continuamente rejeitado ou resultar em consumo inferior ao mínimo (75% da quantidade calculada) pela maioria dos animais, o estudo não deverá prosseguir e uma possibilidade será a substituição dos animais.

O alimento deve ser o mesmo durante todo o período do teste, e a quantidade para cada animal deve basear-se no cálculo da necessidade energética diária por meio das equações já apresentadas nos capítulos anteriores.

Amostras coletadas

Durante o período de coleta, toda a produção de fezes deve ser quantificada, identificada e armazenada à -15°C de forma individual, em recipiente apropriado, como sacos plásticos vedados ou potes plásticos. Estes procedimentos devem ser realizados à medida que os animais defecarem ou pelo menos 2 vezes por dia. Todo esforço deve ser feito para evitar a coleta de contaminantes, como sujeiras, pelos, cabelos e outros.

Ao final do estudo, as fezes serão descongeladas e deve-se compor um pool de cada um dos animais durante todo o período de coleta, ou seja, as fezes devem ser analisadas por meio de amostras compostas. As amostras devem ser misturadas para garantir consistência uniforme e secagem adequada. Parte desse pool será seco em estufa de ventilação forçada, a 55°C , durante 72 horas e, o restante deve ser mantido congelado até que todos os resultados do ensaio tenham sido obtidos de forma segura.

Exemplo prático do teste de digestibilidade da matéria seca (MS) através da coleta total

Marley - 12,5 Kg 3 anos ECC 5/9 EMM 3/3
Consumo de matéria natural (CMN) Necessidade energética $95 \times 12,5^{0,75} / 3,65 = 173\text{g}$
% Matéria seca (MS) do alimento: 90%
Excreção total de fezes (ETF) em MN = 32,8g %MS fecal = 81%

Cálculo do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS):

1º Passo:

Calcular o consumo de matéria seca (CMS):

Multiplicar: CMN (consumo de matéria natural) X MS do alimento (porcentagem de matéria seca do alimento)

$$\text{CMS} = 173\text{g} \times 0,90$$

$$\text{CMS} = 155,7\text{g de MS}$$

2º Passo:

Calcular a excreção de MS nas fezes:

Multiplicar: ETF (excreção total de fezes em matéria natural) X MS das fezes (porcentagem de matéria seca das fezes)

$$\text{ETF(MS)} = 32,8\text{g} \times 0,81$$

$$\text{ETF(MS)} = 26,56\text{g de MS}$$

3º Passo:

Calcular o coeficiente digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS):

$$\text{CDAMS} = (\text{CMS} - \text{ETFMS}) / \text{CMS} \times 100$$

$$\text{CDAMS} = (155,7 - 26,56) / 155,7 \times 100$$

$$\text{CDAMS} = 82,9\%$$

VAMOS PRATICAR

Exercício 01:

Calcular o coeficiente de digestibilidade aparente da PB (CDAPB):



Umidade	(Máx.)	10,00%	100 g/kg
Proteína Bruta	(Mín.)	26,00%	260 g/kg
Extrato Etéreo	(Mín.)	14,00%	140 g/kg
Matéria Mineral	(Máx.)	7,00%	70 g/kg
Matéria Fibrosa	(Máx.)	3,50%	35 g/kg

Proteína Bruta	26,00%	90% MS
Proteína Bruta	X	100% MS

Marley - 12,5 Kg
3 anos | ECC 5/9 | EMM 3/3

Consumo de matéria natural (CMN)
Necessidade energética
 $95 \times 12,5^{0,75} / 3,65 = 173\text{g}$

% Matéria seca (MS) do alimento: 90%

Excreção total de fezes (ETF) em MN = 32,8g
%MS fecal = 81%

Gabarito exercício 01:

1º Passo:

Calcular o consumo de PB, baseado na MS, (CPB):

Multiplicar: CMN (consumo de matéria natural) X MS do alimento (porcentagem de matéria seca do alimento) X PB do alimento (baseado na MS)

$$CPB(MS) = 173g \times 0,90 \times 0,289$$

$$CPB(MS) = g \text{ de PB}$$

$$CPB(MS) = 44,99 \text{ g de PB (baseado na MS)}$$

2º Passo:

Calcular excreção de PB nas fezes (baseado na MS):

Multiplicar: ETF (excreção total de fezes em matéria natural) X MS das fezes (porcentagem de matéria seca das fezes) X PB das fezes

$$ETPB(MS) = 32,8g \times 0,81 \times 0,18$$

$$ETPB(MS) = 4,78g \text{ de PB (baseado na MS)}$$

3º Passo:

Calcular o coeficiente de digestibilidade aparente da PB (CDAPB):

$$CDAPB = (CPB - ETPB) / CPB \times 100$$

$$CDAPB = (44,99 - 4,78) / 44,99 \times 100$$

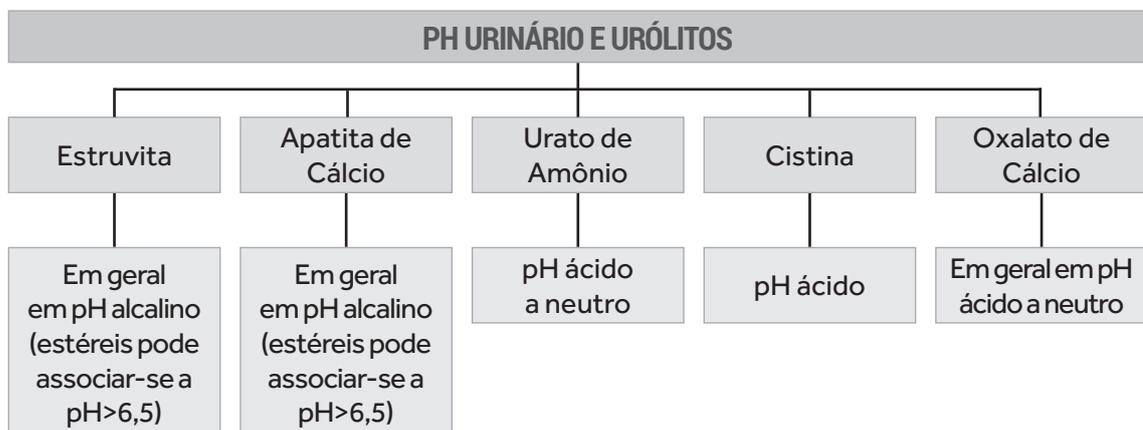
$$CDAPB = 89,37\%$$

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DO PH URINÁRIO

INTRODUÇÃO

Uma forma importante de se verificar a qualidade dos alimentos (principalmente em gatos) é a aferição do pH urinário médio resultante da ingestão de um alimento por determinado período. A capacidade do organismo em acidificar ou não a urina deve-se ao metabolismo e catabolismo dos aminoácidos sulfurados e dos minerais fósforo, cálcio, magnésio, sódio, potássio e cloro presentes na dieta, refletindo-se no controle da excreção de amônio e bicarbonato pelos rins.

Os limites fisiológicos do pH urinário de cães e gatos está entre 8,5 e 5,5. Para a maioria dos gatos com idade inferior a sete anos, o pH urinário diário ideal deve estar na faixa entre 6,2 e 6,4. Além disso, o pH urinário é um dos fatores que influenciam a precipitação e a formação de inúmeros tipos de cristais, consequentemente podendo prevenir ou predispor ao desenvolvimento das urolitíases.



Desta maneira, a aferição *in vivo* periódica dos valores de pH urinário dos animais é de suma importância na elaboração e produção de alimentos destinados para cães e gatos. No

entanto, é importante lembrar que nem todo animal que apresenta cristalúria desenvolverá urólito ou cálculo.

PERÍODOS

O protocolo de avaliação do pH urinário também é constituído por duas fases distintas. A primeira fase será o período de adaptação, de pelo menos sete dias (para cães e para gatos) com o objetivo de adaptar os animais à dieta, local e, ajustar a ingestão de alimentos. A segunda fase é constituída pelo período de coleta e deve ter duração mínima de 72 horas. (figura 2).

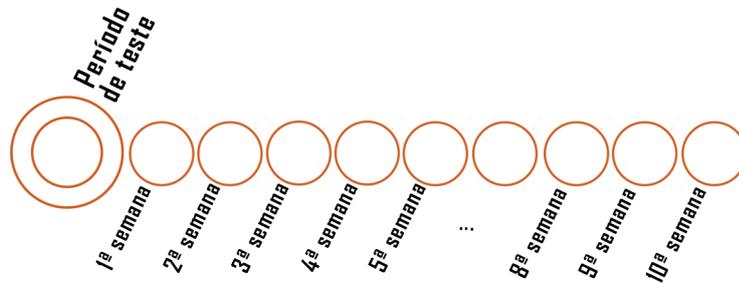


Figura 2. Esquema experimental referente a duração de um ensaio de aferição de pH urinário.

ANIMAIS E LOCAL

Um mínimo de seis animais de pelo menos um ano de idade devem completar o grupo a ser avaliado. Os animais devem estar saudáveis, vermifugados, vacinados e, principalmente, com perfeita saúde do trato urinário. Além disso, durante todo o período de teste, os animais não devem apresentar vômito ou diarreia, pois estas alterações levam a perda de eletrólitos e possíveis desequilíbrios ácido-básicos e hidro-eletrolíticos que certamente irão se refletir em alterações urinárias importantes. Portanto, a avaliação clínica inicial de todos os animais que serão utilizados no ensaio é de suma importância.

Os animais devem ser mantidos de forma individual em gaiolas metabólicas, durante todo o período experimental. Porém, o período de adaptação pode ocorrer de maneira coletiva. As gaiolas devem ser de aço inox ou outro ambiente/material que não interfira no pH da urina e, que permita a coleta total e quantitativa segura de urina sem contaminação com fezes ou alimento.

No período de coleta, após a higienização normal das gaiolas, estas deverão ser lavadas ao menos uma vez ao dia e a superfície/utensílio que terá contato direto com a urina lavada(o) com água destilada e seca com papel toalha. A urina excretada pelos animais deverá ser colhida em recipiente apropriado, identificado, devidamente limpo, enxaguado com água destilada e seco. Estes recipientes deverão permanecer imersos em gelo sob o funil coletor de urina, ou contendo timol em seu interior. Estes procedimentos são necessários para minimizar a deterioração da amostra, a qual pode resultar em alterações no pH como resultado do crescimento de microrganismos.

ALIMENTAÇÃO

O manejo alimentar e alimento devem ser padronizados. A fonte de alimento deve permanecer constante durante todo o período do ensaio e, a quantidade para cada animal deve basear-se na estimativa individual de necessidade energética diária.

Se, durante o período de teste, o alimento for continuamente rejeitado ou resultar em consumo inferior ao mínimo (75% da quantidade calculada) pela maioria dos animais, a avaliação deverá ser interrompida.

AMOSTRAS COLETADAS

Ao final de 24 horas, a produção urinária individual deverá ser homogeneizada e nesta amostra deverá ser avaliado o volume, densidade e pH. Estas avaliações deverão ser repetidas por pelo menos três dias. Ao final do ensaio, de posse de todas as informações obtidas ao longo do período de coleta, deverá ser calculada a média aritmética para cada animal e, conseqüentemente, para o grupo, além do cálculo do desvio padrão da amostra, conforme exemplo prático apresentado a seguir.

Exemplo prático do ensaio de aferição do pH urinário:

	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Média
 Animal 1	6,8	6,3	6,0	6,37
 Animal 2	6,2	6,2	6,4	6,27
 Animal 3	5,8	7,1	6,8	6,57
 Animal 4	5,8	6,2	6,0	6,00
 Animal 5	5,9	6,3	6,2	6,13
 Animal 6	6,0	6,2	6,3	6,20

pH médio 6,26
Desvio Padrão 0,20



PROTOCOLO DE PALATABILIDADE

INTRODUÇÃO

Palatabilidade/apetibilidade são termos utilizados para a avaliação dos aspectos sensoriais envolvidos na ingestão do alimento: paladar, odor, textura, formato, tamanho, sensação de mastigação e deglutição. Em um protocolo de palatabilidade, são realizados basicamente dois testes para verificação: aceitabilidade e preferência.

ACEITABILIDADE

O teste de aceitabilidade é muito simples e este objetiva simular as condições de ingestão na casa dos proprietários, quando o cão ou o gato ingere apenas um único alimento por vez. Com facilidade, oferece-se um único alimento por vez ao animal e se determina se os animais apresentam consumo voluntário suficiente para manter o peso corporal. Também são comparados dois alimentos, porém, estes serão oferecidos em períodos diferentes, ou seja, num primeiro momento os animais recebem o alimento A e num segundo momento (refeição), estes animais recebem o alimento B. Para se evitar possível efeito de momento, a ordem de oferta deverá ser invertida no dia posterior. Para esta avaliação, recomenda-se grande número de observações (>120) para refletir o comportamento de aceitabilidade de um grupo com maior realidade.

PREFERÊNCIA

O objetivo deste teste é verificar a preferência do animal por um produto, assim dois alimentos são oferecidos de forma simultânea e em quantidade que supere à capacidade de consumo dos animais, para se evitar que o mesmo ingira os dois alimentos para se sentir saciado, o que irá mascarar os resultados do teste. Após um intervalo pré-determinado de tempo (geralmente 20-60 minutos), as sobras são recolhidas, pesadas e o consumo anotado. Em cada alimentação sucessiva, a posição dos comedouros é alterada para se

evitar erros de observação (preferência por local, efeito de “lateralidade”). As observações deverão ser em número par devido à posição dos comedouros.

ANIMAIS

Recomenda-se grande número de observações (>120) para minimizar os efeitos das diferenças entre as preferências e comportamentos alimentares de cada animal. Apenas podem ser incluídos no teste animais com sensibilidade para alimentação, ou seja, deve-se evitar animais glutões, com distúrbios comportamentais, animais velhos, hiperativos, entre outros.

AVALIAÇÕES E AMOSTRAS COLETADAS

O teste pode ser dividido em dois períodos: adaptação e desafio (figura 3).

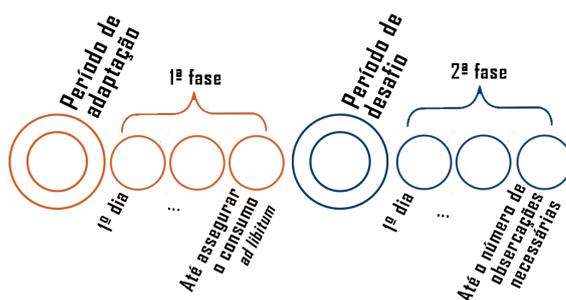


Figura 3. Esquema experimental referente a duração de um ensaio de palatabilidade.

Durante o período de adaptação, um único alimento será fornecido, dividido em dois comedouros que serão colocados simultaneamente. Se o animal consumir todo o alimento, no dia seguinte será aumentada a quantidade para assegurar o consumo *ad libitum*. A quantidade será aumentada até os animais apresentarem sobra de alimento, o que assegura que estão comendo a vontade e isso pode variar entre os animais, por isso o período de adaptação não possui um tempo determinado.

A partir do consumo individual verificado no período de adaptação, durante o período de desafio quantidades pré-determinadas dos alimentos em teste serão oferecidas uma ou duas vezes ao dia, por período determinado de tempo. As quantidades oferecidas e recusadas de cada alimento serão pesadas, calculando-se o consumo de alimento por animal. Outro parâmetro que pode ser obtido neste teste é a primeira opção consumida (*first bite* ou primeira mordida, mais conhecida como primeira escolha).

Um completo delineamento estatístico para contornar erros como diferenças de consumo relativas ao tamanho do animal, conteúdo de água e energia do alimento, distrações ambientais e preferência pela posição do comedouro deve ser planejado e implementado.

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

O principal parâmetro obtido com o teste de preferência é a razão de ingestão, obtida através da equação:

$$RI = \frac{\text{Ingestão Alimento A}}{(\text{Ingestão Alimento A} + \text{Ingestão Alimento B})}$$

O somatório dos valores de razão de ingestão será sempre igual a um (1,00), pois pela equação acima, a RI para o alimento A será sempre um número complementar a RI para o alimento B.

Os resultados serão avaliados da seguinte maneira:

RI= menor que 0,49 - preferência pelo alimento B;

RI= 0,49-0,61, indica não preferência ou alimentos de mesma palatabilidade;

RI= maior que 0,61 - preferência para o alimento A.

Exemplo prático do teste de preferência:

*O exemplo prático foi realizado com 7 animais apenas para fins didáticos - número maior que 120 informações é necessário.



	ANIMAL 1	ANIMAL 2	ANIMAL 3	ANIMAL 4	ANIMAL 5	ANIMAL 6	ANIMAL 7
Alimento A	200	150	400	250	200	160	20
Alimento B	100	50	0	300	100	20	400

$$RI = \frac{\text{Ingestão Alimento A}}{(\text{Ingestão Alimento A} + \text{Ingestão Alimento B})}$$

	ANIMAL 1	ANIMAL 2	ANIMAL 3	ANIMAL 4	ANIMAL 5	ANIMAL 6	ANIMAL 7	TOTAL
Alimento A	200	150	400	250	200	160	20	1380
Alimento B	100	50	0	100	100	20	200	570

$$RI = \frac{1380}{(1380 + 570)} = 0,707$$

RI= menor que 0,49 - preferência pelo alimento B;

RI= 0,49-0,61, indica não preferência ou alimentos de mesma palatabilidade;

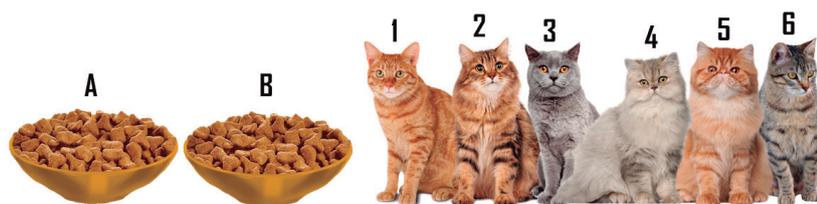
RI= maior que 0,61, preferência pelo alimento A.

VAMOS PRATICAR

Exercício 02:

Baseado nos resultados obtidos pelo teste realizado, responda se há preferência por um alimento? E se sim, qual?

* O exemplo prático foi realizado com 6 animais apenas para fins didáticos - número maior que 120 informações é necessário.



	ANIMAL 1	ANIMAL 2	ANIMAL 3	ANIMAL 4	ANIMAL 5	ANIMAL 6
Alimento A	65	45	48	36	55	47
Alimento B	69	59	57	39	50	53

Gabarito exercício 02:

$$RI = \frac{\text{Ingestão Alimento A}}{(\text{Ingestão Alimento A} + \text{Ingestão Alimento B})}$$

	ANIMAL 1	ANIMAL 2	ANIMAL 3	ANIMAL 4	ANIMAL 5	ANIMAL 6	TOTAL
Alimento A	65	45	48	36	55	47	296
Alimento B	69	59	57	39	50	53	327

$$RI = \frac{296}{(296 + 327)} = 0,47$$

RI= menor que 0,49 - preferência pelo alimento B;

RI= 0,49-0,61, indica não preferência ou alimentos de mesma palatabilidade;

RI= maior que 0,61 - preferência pelo alimento A

PROTOCOLOS DE SAÚDE EM LONGO PRAZO

INTRODUÇÃO

Os protocolos de saúde em longo prazo foram adaptados da *Association of American Feed Control Officials* (2018) e, se realizado com sucesso validam a formulação, os ingredientes e o perfil nutricional resultante para as espécies e estágios de vida aos quais o produto é destinado. Além disso, para a alegação de adequação nutricional e veracidade da saúde em longo prazo, espera-se também que os nutrientes do produto não sejam degradados durante o período de prateleira.

O teste de saúde em longo prazo mínimo necessário para provar a adequação nutricional pode ser realizado também com animais em gestação/lactação e crescimento. Assim, um fabricante que deseja avaliar seu produto destinado a estas categorias deve utilizar em seu protocolo animais que atendam seus objetivos, sendo que os filhotes lactentes receberão o alimento teste como fonte de alimento, além do leite materno.

PERÍODOS E ANIMAIS

O ensaio deve durar no mínimo 26 semanas e ser iniciado quando os animais começam a ingestão do alimento a ser avaliado (figura 4a). Para animais em gestação, o estudo deve começar no estro ou até mesmo antes e, deve terminar quando os filhotes atingirem 4 semanas de idade, independentemente da idade ao desmame (figura 4b). Em filhotes, o mesmo deve durar no mínimo 10 semanas (figura 4c).

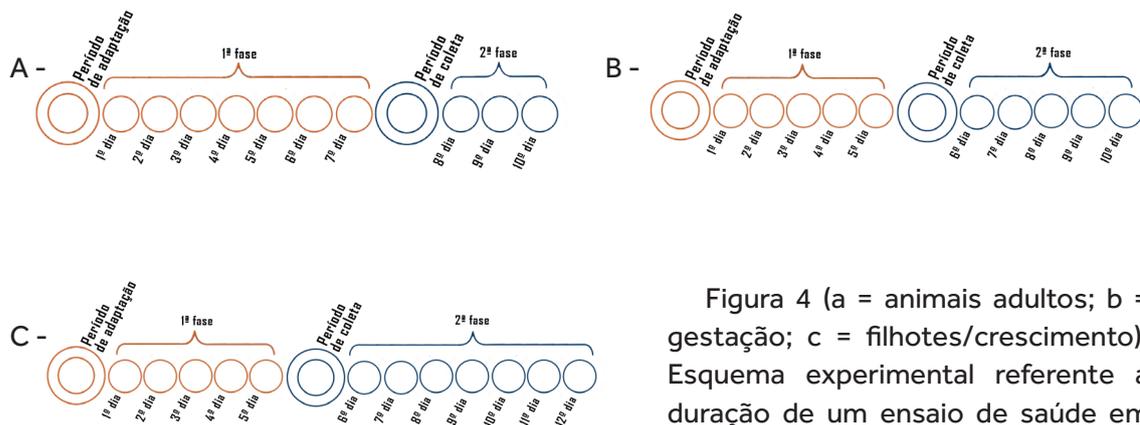


Figura 4 (a = animais adultos; b = gestação; c = filhotes/crescimento). Esquema experimental referente a duração de um ensaio de saúde em longo prazo.

Serão necessários, no mínimo, oito cães adultos de idade a partir de um ano e com escore de condição corporal ideal (4 ou 5/9) para iniciar as avaliações. Se o ensaio for destinado para animais adultos, fêmeas em gestação ou lactação devem ser excluídas. Todos os animais que iniciam o estudo devem passar por exame físico inicial por um médico-veterinário.

Para ensaios com filhotes, serão necessários no mínimo oito filhotes de três fêmeas diferentes para iniciar a avaliação. Os filhotes não devem ter mais do que oito semanas de idade e já desmamados. A seleção de filhotes deve ser feita de forma uniforme e a distribuição dos animais de cada ninhada também deve ser criteriosa.

Para animais gestantes, devem ser incluídas fêmeas suficientes para garantir que um mínimo de oito animais gestantes inicie o ensaio. As fêmeas devem estar no mínimo em seu segundo cio e com um ano de idade. Não há um porte específico ou exigência de raça, mas as fêmeas e os filhotes devem ser uniformes.

Um mínimo de oito animais também será necessário para compor o grupo controle e, a distribuição das raças deve ser semelhante em todos os grupos.

ALIMENTAÇÃO

O mesmo alimento deve ser utilizado durante todo o ensaio, embora diferentes lotes de produção possam ser usados. Os alimentos fornecidos ao grupo controle, de forma simultânea ao alimento teste, devem ter sido aprovados em protocolos de saúde em longo prazo realizados anteriormente. O alimento teste deve ser a única fonte de nutrientes, além da água. Os cães deverão ser alimentados *ad libitum* ou com base na necessidade energética. A água também deverá ser fornecida *ad libitum*. Qualquer interrupção no protocolo de alimentação deve ser comunicada e, pode invalidar o teste.

AVALIAÇÕES E AMOSTRAS COLETADAS

O consumo diário individual deve ser avaliado e registrado para todos os animais, caso algum animal apresente ingestão inadequada de alimento, este deve ser removido. Os pesos corporais individuais devem ser avaliados e registrados no início, semanal e no final do estudo. Hemoglobina, hematócrito, fosfatase alcalina sérica, albumina sérica e taurina plasmática (para gatos) devem ser avaliados e registrados no início e final do protocolo.

Todos os animais devem ser avaliados por meio de exame físico completo por um médico-veterinário no início e no final do estudo. Na avaliação de alimentos para fêmeas em lactação, todos os filhotes devem passar por exame físico completo por um médico-veterinário dentro de 72 horas após o nascimento e no final do estudo. Cada um deles deve ser avaliado quanto à condição geral de saúde, escore de condição corporal e qualidade dos pelos; e os comentários devem ser registrados.

Ainda na avaliação de alimentos para animais gestantes e em lactação, para cada animal, os pesos corporais devem ser avaliados e registrados na fase de reprodução, semanalmente

durante a gestação, dentro de 24 horas após o parto, semanalmente durante a lactação e no final do estudo. Para os filhotes, o peso corporal deve ser aferido e registrado dentro de 24 horas após o nascimento, toda semana e no final do ensaio. Além disso, o tamanho da ninhada ao nascimento, 24 horas após o parto e ao final do estudo deve ser registrado. Possíveis abortos e anomalias congênitas devem ser registrados. Além disso, qualquer medicação e razão para seu uso devem ser registrados.

Podem ser retirados do estudo até 25% dos animais por razões não nutricionais ou por ingestão insuficiente de alimentos. A razão para a sua remoção deve ser registrada. Animais podem ser removidos por baixo consumo dos alimentos testados apenas durante as duas primeiras semanas do ensaio. Os dados já coletados de cães retirados do estudo devem ser arquivados, embora não seja necessário incluí-los nos resultados finais.

A necropsia deve ser realizada caso algum animal morra durante o ensaio e os resultados também registrados.

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

1. O alimento não será considerado adequado se algum animal apresentar sinais de deficiência nutricional ou excesso;

2. Todos os animais não removidos por razões não nutricionais ou ingestão insuficiente de alimentos devem terminar com sucesso as avaliações;

3. Nenhum animal deve perder mais de 15% do peso corporal inicial. A variação percentual média do peso corporal (final em relação à inicial) não deve ser menor que:

- 1 a 10% ou;

- A média do grupo controle avaliado, menos (-) a margem de variação normal. A margem para variação normal é definida como 1,76 vezes a estimativa combinada do erro padrão da diferença das duas médias do grupo (unicaudal, duas amostras de teste-t; $p < 0,05$, se $n = 8$ por grupo).

Para animais em crescimento

O ganho médio de peso corporal não deve ser inferior a:

- 80% da média histórica dos animais dentro da mesma instalação, com médias para machos e fêmeas determinadas separadamente para os grupos avaliados ou;

- O ganho médio de peso corporal para os filhotes ($n \geq 8$) não deve ser menor do que a média do grupo ajustada, menos (-) 1,64 vezes o erro padrão ou;

- O ganho médio de peso corporal não deve ser inferior a média do grupo controle atual, menos (-) a margem para variação normal. A margem para variação normal é definida de maneira similar à de animais adultos.

Para avaliações com animais em gestação/lactação

- 80% de todos os filhotes com um dia devem sobreviver e completar as avaliações do protocolo com sucesso;

- As fêmeas gestantes em avaliação devem apresentar ganho de peso durante a gestação. A variação percentual média do peso corporal (da reprodução até o fim das avaliações) das cadelas não deve ser inferior à média histórica do grupo ajustada, menos (-) 1,64 vezes o erro padrão ou;

- A média do grupo controle avaliado, menos (-) a margem de variação normal. A margem para variação normal é definida como 1,76 vezes a estimativa combinada do erro padrão da diferença das duas médias do grupo (unicaudal, duas amostras de teste-t; $p < 0,05$, se $n = 8$ por grupo).

4. Os valores médios da concentração de hemoglobina final, hematócrito, taurina e da albumina sérica não devem ser inferiores a:

Cães

a. Hemoglobina - 14,0g/dL (nenhum indivíduo <12,0g/dL);

b. Hematócrito - 42% (nenhum indivíduo <36%);

c. Albumina 2,8g/dL (nenhum indivíduo <2,4g/dL) ou;

- A média histórica do grupo menos 2,33 vezes o erro padrão. O erro padrão é definido como o desvio padrão do grupo dividido pela raiz quadrada do número de animais do estudo; ou a média do grupo controle avaliado, menos a margem para variação normal;

- A margem para variação normal é definida como 2,62 vezes a estimativa agrupada do erro padrão da diferença das duas médias do grupo (unicaudal, duas amostras de teste-t; $p < 0,01$, se $n = 8$ por grupo);

d. O valor médio final das concentrações de fosfatase alcalina sérica não deve ser superior a 150UI/L (sem indivíduos com concentração > 300 UI/L) ou;

- A média histórica do grupo menos 2,33 vezes o erro padrão. O erro padrão é definido como o desvio padrão do grupo dividido pela raiz quadrada do número de animais da avaliação; ou a média do grupo controle avaliado, menos a margem para variação normal;

- A margem para variação normal é definida como 2,62 vezes a estimativa agrupada do erro padrão da diferença das duas médias do grupo (unicaudal, duas amostras de teste-t; $p < 0,01$, se $n = 8$ por grupo).

Cães em crescimento

a. Hemoglobina: 11,0g/dL (nenhum indivíduo deve apresentar concentração <9,0g/dL);

b. Hematócrito: 33% (nenhum indivíduo com valor <27%);

c. Albumina: 2,6g/dL (nenhum indivíduo com valor <2,2g/dL) ou;

- A média histórica do grupo menos (-) 2,33 vezes o erro padrão. O erro padrão é definido como o desvio padrão do grupo dividido pela raiz quadrada do número de animais do estudo; ou a média do grupo controle avaliado, menos a margem para variação normal.

- A margem para variação normal é definida como 2,62 vezes a estimativa agrupada do erro padrão da diferença das duas médias do grupo (unicaudal, duas amostras de teste-t; $p < 0,01$, se $n = 8$ por grupo).

Cadelas em gestação/lactação

a. Hemoglobina: 10,0g/dL (nenhum indivíduo com valor <8,0 g/dL);

b. Hematócrito: 30% (nenhum indivíduo com valor <24%);

c. Albumina: 2,4g/dL (nenhum indivíduo com valor <2,2 g/dL) ou;

- A média histórica do grupo menos (-) 2,33 vezes o erro padrão. O erro padrão é definido como o desvio padrão do grupo dividido pela raiz quadrada do número de animais da avaliação; ou a média para o grupo controle avaliado, menos (-) a margem para variação normal.

- A margem para variação normal é definida como 2,62 vezes a estimativa agrupada do erro padrão da diferença das duas médias do grupo (unicaudal, duas amostras de teste-t; $p < 0,01$, se $n = 8$ por grupo).

Gatos adultos

a. Hemoglobina: 10,0g/dL (nenhum indivíduo com valor <8,0 g/dL);

b. Hematócrito: 30% (nenhum indivíduo com valor <24%);

c. Taurina: 300nmols/mL (nenhum indivíduo com valor <200 nmols/mL);

d. Albumina: 2,8g/dL (nenhum indivíduo com resultado <2,4 g/dL) ou;

- A média histórica do grupo menos (-) 2,33 vezes o erro padrão. O erro padrão é definido como o desvio padrão do grupo dividido pela raiz quadrada do número de animais do estudo; ou a média do grupo controle avaliado, menos (-) a margem para variação normal.

- A variação normal aceita é definida como 2,62 vezes a estimativa agrupada do

erro padrão da diferença das duas médias do grupo (unicaudal, duas amostras de teste-t; $p < 0,01$, se $n = 8$ por grupo);

e. O valor médio final da concentração de fosfatase alcalina sérica não deve ser superior a 100UI/L (sem indivíduos com concentração > 200 UI/L) ou;

- A média histórica do grupo menos (-) 2,33 vezes o erro padrão. O erro padrão é definido como o desvio padrão do grupo dividido pela raiz quadrada do número de animais do estudo; ou a média do grupo controle avaliado, menos (-) a margem para variação normal.

- A margem para variação normal é definida como 2,62 vezes a estimativa agrupada do erro padrão da diferença das duas médias do grupo (unicaudal, duas amostras de teste-t; $p < 0,01$, se $n = 8$ por grupo).

Gatos em fase de crescimento

a. Hemoglobina: 10,0g/dL (nenhum indivíduo com concentração $< 8,0$ g/dL);

b. Hematócrito: 29% (nenhum indivíduo com concentração $< 26\%$);

c. Taurina: 300nmols/mL (nenhum indivíduo com concentração < 200 nmols/mL);

d. Albumina: 2,7 g/dL (nenhum indivíduo com concentração $< 2,4$ g/dL) ou;

- A média histórica do grupo menos (-) 2,33 vezes o erro padrão. O erro padrão é definido como o desvio padrão do grupo dividido pela raiz quadrada do número de animais da avaliação; ou a média do grupo controle avaliado, menos (-) a margem para variação normal.

- A margem para variação normal é definida como 2,62 vezes a estimativa agrupada do erro padrão da diferença das duas médias do grupo (unicaudal, duas amostras de teste-t; $p < 0,01$, se $n = 8$ por grupo).

Gatas em gestação/lactação

a. Hemoglobina: 9,5g/dL (nenhum indivíduo com concentração $< 8,0$ g/dL);

b. Hematócrito: 29% (nenhum indivíduo com concentração $< 26\%$);

c. Taurina: 300nmols/mL (nenhum indivíduo com concentração < 200 nmols/mL);

d. Albumina: 2,7g/dL (nenhum indivíduo com valor $< 2,4$ g/dL) ou;

- A média histórica do grupo menos (-) 2,33 vezes o erro padrão. O erro padrão é definido como o desvio padrão do grupo dividido pela raiz quadrada do número de animais da avaliação; ou a média do grupo controle avaliado, menos (-) a margem para variação normal.

- A margem para variação normal é definida como 2,62 vezes a estimativa agrupada do erro padrão da diferença das duas médias do grupo (unicaudal, duas amostras de teste-t; $p < 0,01$, se $n = 8$ por grupo).

REFERÊNCIAS

- AAFCO - ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS. AAFCO. Official Publication. Champaign, EUA: AAFCO, 2019.
- ADAMS, C. A. Carbohydrates Nutricines: Non-digestible oligosaccharides. Nutricines - Food Components in Health and Nutrition. Nottingham: Nottingham University Press, 2003.
- ANDREWS, G. A. & SMITH, J. E. Iron metabolism. In: FELDMAN, B. F. et al. Schalm's veterinary hematology. 5.ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. p.129-134.
- AXELSSON, E. et al. The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to a starch-rich diet. *Nature*, v. 495, n. 7441, p. 360, 2013.
- BACH, J. F. et al. Association of expiratory airway dysfunction with marked obesity in healthy adult dogs. *American Journal of Veterinary Research*, v. 68, n. 6, p. 670-675, 2007.
- BAEKE, F. et al. Vitamin D: modulator of the immune system. *Current Opinion in Pharmacology*, v. 10, p.482, 496, 2010.
- BALDWIN, K. et al. AAHA Nutritional assessment guidelines for dogs and cats. *Journal of the American Animal Hospital Association*, v. 46, p. 285-296, 2010.
- BAUER, J. E. et al. Effects of dietary fat and polyunsaturated fatty acids in dogs with naturally developing chronic renal failure. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 215, n. 11, p. 1588, 1999.
- BAUER, J. Therapeutic use of fish oils in companion animals. *Journal of the American Veterinary Medical ...*, v. 239, n. 11, p. 1441-1451, 2011.
- BELLAVER, C. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. In: Congresso Mercosul De Produção Suína. Buenos Aires: EMBRAPA, p. 93-108, 2000.
- BESTEN, G. et al. The role of short-chain fatty acids in the interplay between diet, gut microbiota, and host energy metabolism. *Journal of Lipids Research*, v. 54, n. 9, p. 2325-2340, 2013.
- BIANCHI, M. L. P. & ANTUNES, L. M. G. Free radicals and the main dietary antioxidants. *Revista Nutrição*, v. 12, n. 5, p.123-130, 1999.
- BJÖRNTORP, P. The role of adipose tissue in human obesity. In Greenwood MRC, editor: *Obesity: contemporary issues in clinical nutrition*, New York, 1983, Churchill Livingstone.
- BJÖRNTORP, P. & SJÖSTRÖM, L. Number and size of adipose tissue fat cells in relation to metabolism in human obesity. *Metabolism-Clinical and Experimental*, v. 20, n. 7, p. 703-713, 1971.
- BJORNVAD, Charlotte R. et al. Evaluation of a nine-point body condition scoring system in physically inactive pet cats. *American Journal of Veterinary Research*, v. 72, n. 4, p. 433-437, 2011.
- BLACHIER, F. et al. Effects of amino acid-derived luminal metabolites on the colonic epithelium and physiopathological consequences. *Amino Acids*, v. 33, n. 4, p. 547-562, 2007.
- BLAKE, A. B. & SUCHODOLSKI, J.S. Importance of gut microbiota for the health and disease of dogs and cats. *Animal Frontiers*, v.6, n.3, p. 37-42, 2016.
- BLAXTER, A. C. et al. Dietary fibre and post prandial hyperglycaemia in normal and diabetic dogs. *Journal of Small Animal Practice*, v. 31, n. 5, p. 229-233, 1990.
- BLAXTER, K. Energy metabolism in animals and man. Cambridge University Press Archive, 1989.
- BLOMHOFF, R. et al. Vitamin A: Physiological and Biochemical Processing. *Annual Review of Nutrition*, v. 12, n. 1, p. 37-57, 1992.
- BONAPARTE, T. P. et al. Capítulo 1-Aditivos na alimentação de não ruminantes. In: *Tópicos especiais em ciência animal II*, Alegre/ES, p. 5-15, 2013.
- BOYE, J.vProtein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. *British Journal of Nutrition*, v. 108, n. S2, p. S183-S211, 2012.

BRASIL (2004). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004. Diário Oficial da União, Brasília, 01 de dezembro de 2004. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=133040692>>. Acesso em 01 de dezembro de 2018.

BRASIL (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 07 de agosto de 2009. Diário Oficial da União, Brasília, 5 de agosto de 2009. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=1312271284>>. Acesso em 01 de dezembro de 2018.

BROWN, S. A. et al. Does modifying dietary lipids influence the progression of renal failure? *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, v. 26, n. 6, p. 1277-1285, 1996.

BRUNETTO, M. A. et al. Effects of nutritional support on hospital outcome in dogs and cats. *Journal of veterinary emergency and critical care*, v. 20, n. 2, p. 224-31, 1 abr. 2010.

BRUNETTO, M. A. et al. The intravenous glucose tolerance and postprandial glucose tests may present different responses in the evaluation of obese dogs. *The British Journal of Nutrition*, v. 106 Suppl, p. S194-7, out. 2011.

BRUNETTO, M. A. et al. Manejo nutricional nas doenças hepáticas. *Nutritional management of liver diseases. Hand*, v. 35, n. Supl 2, p. 233-235, 2007.

BRUNETTO, M. & GOMES, M. Imunonutrição: o papel da dieta no restabelecimento das defesas naturais. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 35, n. Supl 2, p. s230-s232, 2007.

BRUNETTO, M. A. et al. Correspondência entre obesidade e hiperlipidemia em cães. *Ciência Rural*, p. 266-271, 2011.

BUFFINGTON, T. et al. *Clinical dietetics. Manual of veterinary dietetics*, p. 49-142, 2004.

BURKHOLDER, W. J. Use of body condition scores in clinical assessment of the provision of optimal nutrition. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 217, n. 5, p. 650-654, 2000.

BURKHOLDER, W. J. & TOLL, P. W. Obesity In: *Small Animal Clinical Nutrition/MS Hand*, CD Thatcher, RL Remillard and P. Roudebush, eds. Mark Morris Institute, Topeka, p. 464-466, 2000.

BUTOLO, J. E. *Qualidade de ingredientes na alimentação animal. 2ª Edição*, Campinas, 430p., 2010.

CALEFFO, T. et al. Panesteatite felina - relato de caso. *Archives of Veterinary Science*. v. 18, n.3, p.687-689, 2013.

CARBONERA, N. & ESPÍRITO SANTO, M.L.P. Atividade do *Lactobacillus plantarum* na preservação da anchoita (*Engraulis anchoita*) fermentada. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 69, n. 2, p. 201-207, 2010.

CARCIOFI, A. C. et al. Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and post-prandial glucose and insulin response. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 92, n. 3, p. 326-336, 2008.

CARCIOFI, A. C. et al. Ingestão calórica e alta hospitalar em cães e gatos. *Revista de educação continuada CRMV/SP*, v. 6, n. 1, p. 16-27, 2003.

CARCIOFI, A. C. et al. Qualidade e digestibilidade de alimentos comerciais de diferentes segmentos de mercado para cães adultos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 10, n. 2, 2009.

CASE, L. P. et al. *Canine and Feline Nutrition-E-Book: A Resource for Companion Animal Professionals*. Elsevier Health Sciences, 2011.

CASNA, B. R. et al. Cost comparison of homemade versus commercial adult maintenance canine diets. 17th Annual AAVN Clinical Nutrition and Research Abstract Symposium. *Anais...2017*

CAVE N. J. Nutritional management of gastrointestinal diseases. In: FASCETTI, A. J.;

- DELANEY, S. J. (Ed.). Applied veterinary clinical nutrition. John Wiley & Sons, 2012.
- CAVE, N. J. Nutricion e inmunidad. In: PIBOT, P.; BOURGE, V.; ELLIOTT, D. (Eds.). . Enciclopedia de la nutrición clínica felina. 1. ed. Aimargues: Diffo Print, 2006. p. 479–509.
- CHANDLER, M. et al. Obesity and Associated Comorbidities in People and Companion Animals: A One Health Perspective. *Journal of Comparative Pathology*, v. 156, n. 4, p. 296–309, maio 2017.
- CHANDLER, M. L. Impact of Obesity on Cardiopulmonary Disease. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 46, n. 5, p. 817–830, set. 2016.
- CHARLES, N. & DAVIES, C. A. My family and other animals: pets as kin. *Sociological Research Online*, v. 13, n. 5, p. 1–14, 2008.
- CHEW, B. P. et al., Importance of beta-carotene nutrition in the dog and cat: uptake and immunity. In: REINHART, G.A.; GAREY, D.P. Recent advances in canine and feline nutrition, v. 2, Iams Nutrition Symposium Proceeding, Wilmington, Ohio, organde Frazer, 1998.
- CLARK, M. & HOENIG, M. Metabolic Effects of Obesity and Its Interaction with Endocrine Diseases. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 46, n. 5, p. 797–815, set. 2016.
- COLLIARD, L. et al. Risk Factors for Obesity in Dogs in France. *The Journal of nutrition*, v. 136, p. 1951S–1954S, 2006.
- COMBS JUNIOR, G. F. Vitaminas. In: Mahan, L.K. & Escott-Stump, S. (eds.). alimentos, nutrição & dietoterapia. São Paulo, Roca, 2002. p. 65-105.
- CONCANNON, P. W. et al. Biology and endocrinology of ovulation, pregnancy and parturition in the dog. *Journal of Reproduction and Fertility*, v. 39, pp. 3-25, 1989.
- CONEGLIAN, S. M. et al. Utilização de antioxidantes nas rações. *PUBVET*, v. 5, p.1019-1026, 2011.
- CORBEE, R. J. Obesity in show dogs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 97, n. 5, p. 904–910, 2013.
- COURCIER, E. A. et al. An epidemiological study of environmental factors associated with canine obesity. *The Journal of small animal practice*, v. 51, n. 7, p. 362–367, 2010.
- CUMMINGS, J. H. & MACFARLANE, G.T. Gastrointestinal effects of prebiotics. *British Journal of Nutrition*, v. 87, p. 145-151, 2002.
- CURI, R. U. I. et al. Entendendo a gordura - os ácidos graxos. Editora Manole Ltda, 2001.
- DE BRITO GALVAO, J. F. et al.. Calcitriol, calcidiol, parathyroid hormone, and fibroblast growth factor-23 interactions in chronic kidney disease. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care (San Antonio, Tex.)*, v. 23, 134-162, 2013.
- DELANEY, S. J. et al. Integration of Nutrition into Clinical Practice. In: FASCETTI, A. J.; DELANEY, S. J. (Eds.). . Applied Veterinary Clinical Nutrition. 1. ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2012. p. 3–7.
- DENG, P. & SWANSON, K. S. Gut microbiota of humans, dogs and cats: current knowledge and future opportunities and challenges. *British Journal of Nutrition*, v. 113, p. 6-17, 2015.
- DEUSCH, O. et al. Deep Illumina-Based Shotgun Sequencing Reveals Dietary Effects on the Structure and Function of the Fecal Microbiome of Growing Kittens. *PLOS One*, v. 9, n. 7, p. 1-15, 2014.
- DI CERBO, A. et al. Functional foods in pet nutrition: focus on dogs and cats. *Research in veterinary science*, v. 112, p. 161-166, 2017.
- DIAU G. Y. et al. Docosahexaenoic and arachidonic acid influence on preterm baboon retinal composition and function. *Ophthalmology & Visual Science*, v. 44, pp.4559-4566, 2003.
- DODD, S. A. S. et al. Changes in the feeding practices of domestic dogs and cats over the last decade. *ESVCN Proceedings 2018. Anais...Munique, Alemanha: ESVCN, 2018*
- DOMOLAWSKA A. et al. Oral folic acid supplementation decreases palate and/or lip cleft occurrence in Pug and Chihuahua puppies and elevates folic acid blood levels in pregnant

bitches. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, v. 16 (1), pp. 33-37, 2013.

DOSSIN, O. & LAVOUÉ, R. Protein-Losing Enteropathies in Dogs. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, v. 41, n. 2, p. 399-418, 2011.

DOWD, P. et al. The mechanism of action of vitamin K. *Annual Review of Nutrition*, Palo Alto, v.15, p.419-440, 1995.

DZANIS, D. A. Nutraceuticals and Dietary Supplements. In: FASCETTI, A. J.; DELANEY, S. J. (Eds.). *Applied Veterinary Clinical Nutrition*. Iowa: Wiley-Blackwell, 2012. p. 57-67.

EDNEY, A. T. & SMITH, P. M. Study of obesity in dogs visiting veterinary practices in the United Kingdom. *The Veterinary Record*, v. 118, n. 14, p. 391-396, 1986.

ELLIOTT, Jonathan; CERT, S. A. C.; ELLIOTT, Denise. Nutritional management of feline chronic kidney disease. *Veterinary Focus*, v. 18, n. 2, p. 39-44, 2008.

ELMÔR, L. D. Zeolita (clinoptilolita) em biscoitos para cães: qualidade do produto e palatabilidade. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FEDIAF – EUROPEAN PET FOOD INDUSTRY FEDERATION. FEDIAF Nutritional Guidelines for Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs. 2018; 2019.

FELDMAN, E. J. et al. Effects of oral versus intravenous nutrition on intestinal adaptation after small bowel resection in the dog. *Gastroenterology*, v. 70, p. 712-719, 1976.

FERREIRA, Diana Raquel Martins da Silva. Estudo do pH da pele em cães saudáveis e cães com insuficiência renal crônica. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Técnica de Lisboa. Faculdade de Medicina Veterinária.

FERRIER, L. et al. Evaluation of body composition in dogs by isotopic dilution using a low-cost technique, Fourier-transform infrared spectroscopy. *The Journal of nutrition*, v. 132, n. 6 Suppl 2, p. 1725S-7S, 1 jun. 2002.

FETTMAN, M. J. et al. Effects of neutering on bodyweight, metabolic rate and glucose tolerance of domestic cats. *Research in Veterinary Science*, v. 62, n. 2, p. 131-136, 1997.

FRANCO, M. C. et al. Uso de zeólita, bentonita e *Yucca schidigera* sobre as características fecais de cães. *Archives of Veterinary Science*, v. 23, n. 1, 2018.

FREEMAN, L. M. Cachexia and sarcopenia: emerging syndromes of importance in dogs and cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 26, 16-17, 2012.

FREEMAN, L. M. et al. Nutritional Assessment Guidelines. *Journal of Small Animal Practice*, v. 82, p. 254-263, 2011.

FREEMAN, L. M. et al. WSAVA nutritional assessment guidelines. *Journal of feline medicine and surgery*, v. 13, n. 7, p. 516-25, 1 jul. 2011.

FREEMAN, L. M. et al. Disease prevalence among dogs and cats in the United States and Australia and proportions of dogs and cats that receive therapeutic diets or dietary supplements. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 229, n. 4, p. 531-4, 15 ago. 2006.

FREEMAN, L. M. et al. Effects of dietary modification in dogs with early chronic valvular disease. *Journal of veterinary internal medicine*, v. 20, n. 5, p. 1116-1126, 2006.

FREEMAN, L. M. Beneficial effects of omega-3 fatty acids in cardiovascular disease. *Journal of Small Animal Practice*, v. 51, n. 9, p. 462-470, 2010.

FUNKHOUSER, L. J. & BORDENSTEIN, S. R. Mom Knows Best: the universality of maternal microbial transmission. *PLOS Biology*, v. 11, n. 8, p. 1-9, 2013.

FURNIS, G. The influence of nutrition n puppy and kitten growth and development. *Irish Veterinary Journal*, v. 61, pp. 191-193, 2008.

GAGNE, J. W. & WAKSHLAG, J. J. Pathophysiology and clinical approach to malnutrition in dogs and cats. In: CHAN, D. L. (Ed.). *Nutritional Management of Hospitalized Small Animals*. 1. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2015. p. 117-127.

GAO, Y. et al. Effect of food azo dye tartrazine on learning and memory functions in mice and rats, and the possible mechanisms involved. *Journal of food science*, v. 76, n. 6, p. 125-129, 2011.

GARCIA-MAZCORRO, J. F. & MINAMOTO, Y. Gastrointestinal microorganisms in cats

and dogs: a brief review. *Archivos de Medicina Veterinária*, v. 45, n. 2, p. 111-124, 2013.

GASCHEN, F. P. & MERCHANT, S. R. Adverse Food Reactions in Dogs and Cats. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, v. 41, n. 2, p. 361-379, 2011.

GERMAN, A. et al. Obesity, its associated disorders and the role of inflammatory adipokines in companion animals. *Veterinary Journal (London, England: 1997)*, v. 185, n. 1, p. 4-9, 2010.

GERMAN, A. J. et al. Comparison of a bioimpedance monitor with dual-energy x-ray absorptiometry for noninvasive estimation of percentage body fat in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, v. 71, n. 4, p. 393-398, abr. 2010.

GERMAN, A. J. et al. Quality of life is reduced in obese dogs but improves after successful weight loss. *Veterinary Journal*, v. 192, n. 3, p. 428-434, 2012.

GERMAN, A.J. et al. Analysis of leukocyte subsets in the canine intestine. *Journal of Comparative Pathology*, v. 120, p. 129-145, 2003.

GOMES, V. R. et al. Risk factors associated with feline urolithiasis, v. 42, n. 1, p. 87-94, 2018.

GOODMAN, D. S. Vitamin A and retinoids in health and disease. *N Engl J Med*, v 310, p. 1023-1031, 1984.

GOW, A. G. et al. Hypovitaminosis D in dogs with inflammatory bowel disease and hypoalbuminaemia. *Journal of Small Animal Practice*, v.52, p.411-418, 2011.

GREETHAM, H.L.; GIFFARD, C.; HUTSON, R.A.; COLLINS, M.D.; GIBSON, G.R. Bacteriology of the labrador dog gut: a cultural and genotypic approach. *Journal of Applied Microbiology*, v. 93, p. 640-646, 2002.

GREGHI, G, F.; & CHANQUETTI, A. S. Dermatose responsiva à vitamina A em cães: relato de caso Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde, v.14, n. 2, 2010.

GRZESKOWIAK, L. et al. Microbiota and probiotics in canine and feline welfare. *Anaerobe*, v. 34, p. 14-23, 2015.

HALFEN, D. P. et al. Tutores de cães consideram a dieta caseira como adequada, mas alteram as fórmulas prescritas. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, v. 37, n. 12, p. 1453-1459, 2017.

HAMADA, N. & WATANABE, K. The egg yolk antibody against gingipains protects *Porphyromonas gingivalis* – induced bone loss in rat. *Veterinary Science Development*, vol.1, ed.2, p. 35-39, 2010.

HARPER, E. J. et al. Effects of feeding regimens on bodyweight, composition and condition score in cats following ovariohysterectomy. *Journal of Small Animal Practice*, v. 42, n. 9, p. 433-438, 2001.

HEDHAMMER, A. et al. Overnutrition and skeletal disease: an experimental study in growing Great Dane dogs, *Cornell Vet* 64(Suppl 5):1-160, 1974.

HEIJTZ, R. D. Fetal, neonatal, and infant microbiome: Perturbations and subsequent effects on brain development and behavior. *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine*, v. 21, n. 6, p. 1-8, 2016.

HEINZE, C. R. et al. Assessment of commercial diets and recipes for home-prepared diets recommended for dogs with cancer. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 241, n. 11, p. 1453-1460, 2012.

HEWISON, M. Vitamin D and the intracrinology of innate immunity. *Mol Cell Endocrinol*, v. 321, p.103-11, 2010.

HOFFMAN, D. R. et al. Visual function in breast-fed term infants weaned to formula with or without long-chain polyunsaturates at 4 to 6 months: A randomized clinical trial. *Journal of Pediatrics*, v. 142, pp. 669-677, 2003.

HOLICK, M. F. Vitamin D deficiency. *New England Journal of Medicine*, v. 357, p. 266 – 281, 2007.

HONNEFFER, J. B. et al. Variation of the microbiota and metabolome along the canine

gastrointestinal tract. *Metabolomics*, v. 13, n. 3, p. 26, 2017.

HOOPER, L.V. et al. Molecular analysis of commensal host-microbial relationships in the intestine. *Science*, v. 291, p. 881–884, 2001.

HOW, K. L. et al. Dietary vitamin D dependence of cat and dog due to inadequate cutaneous synthesis of vitamin D. *General and Comparative Endocrinology*, v. 96, p. 12-18, 1994.

HUCK, J. L. et al. A longitudinal study of the influence of lifetime food restriction on development of osteoarthritis in the canine elbow. *Veterinary Surgery*, v. 38, n. 2, p. 192–198, 2009.

HUSSEIN, S. H. & SUNVOLD, G. D. Dietary strategies to decrease dog and cat fecal odor components. In: REINHART, G. A.; CAREY, D. P. *Recent Advances in Canine and Feline Nutrition*, Wilmington: Orange Frazer Press, v. 3, p. 153-168, 2000.

HYVÖNEN, L. Approach to fat analysis of foods. *Food Chemistry*, v. 57, n. 1, p. 23-26, 1996.

JACKSON, J. R. et al. Effects of dietary fiber content on satiety in dogs. *Veterinary Clinical Nutrition*, v. 4, p. 130-134, 1997.

JAIN S. et al. The role of calcium, magnesium, and zinc in pre-eclampsia. *Biological Trace Element Research*, v. 133 (2), pp. 162-170, 2010.

JERICÓ, M. M. et al. *Tratado de Medicina Interna de Cães e Gatos*. 1. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2015.

JERICÓ, M. M. & SCHEFFER, K. C. Aspectos epidemiológicos dos cães obesos na cidade de São Paulo. *Clinica veterinária*, v. 37, p. 25–29, 2002.

JOHNSON, L. N. et al. Evaluation of owner experiences and adherence to home-cooked diet recipes for dogs. *Journal of Small Animal Practice*, v. 57, n. 1, p. 23–27, 2016.

KANCHUK, M. L. et al. Neutering Induces Changes in Food Intake, Body Weight, Plasma Insulin and Leptin Concentrations in Normal and Lipoprotein Lipase-Deficient Male Cats. *The Journal of Nutrition*, v. 132, n. 6, p. 1730S-1732S, 2002.

KAWASHIMA, H. et al. Metabolic acidosis suppresses 25-hydroxyvitamin in D3-1alpha-hydroxylase in the rat kidney. Distinct site and mechanism of action. *J Clin Invest.*, v. 70, p. 135-40, 1982.

KEALY, R. D. et al. Effects of diet restriction on life span and age-related changes in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 220, n. 9, p. 1315–1320, 1 maio 2002.

KEALY, R. D. et al. Effects of limited food consumption on the incidence of hip dysplasia in growing dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 201, p. 857-857, 1992.

KEALY, R. D. et al. Evaluation of the effect of limited food consumption on radiographic evidence of osteoarthritis in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 217, n. 11, p. 1678-1680, 2000.

KERR, K. R. et al. Salmonellosis impacts the proportions of faecal microbial populations in domestic cats fed 1–3-d-old chicks. *Journal of Nutrition Science*, v. 30, n. e3, p. 1-5, 2014.

KLEIN, B. G. *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology*. St. Louis, Mo: Elsevier/Saunders, 2013.

KOMARCHEUSKI, A. S. et al. Avaliação das características fecais de cães suplementados com diferentes fontes e níveis de extrato de yucca. *Archives of Veterinary Science*, v. 23, n. 1Esp, 2018.

KRAUS, M. S. et al. Relation of vitamin D status to congestive heart failure and cardiovascular events in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 28.p. 109–115, 2014.

KRONFELD, D. S. et al. Body Condition and Energy Intakes of Dogs in a Referral Teaching Hospital. *Journal of Nutrition*, v. 121, p. S157-158, 1991.

LAFLAMME D. P. Development and validation of a body condition score system for cats:

a clinical tool. *Feline Practice*. v. 25(5-6), p. 13-18, 1997^a.

LAFLAMME D. P. Development and validation of a body condition score system for dogs. *Canine Practice*. v. 22, p. 10-15 1997b.

LAFLAMME D. P. Sarcopenia and Weight Loss in the Geriatric Cat In: *August's Consultations in Feline Internal Medicine - Chapter 95*, v. 7, pp. 951–956, 2016.

LAFLAMME, D. P. et al. Pet feeding practices of dog and cat owners in the United States and Australia. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 232, n. 5, p. 687–694, 2008.

LANDS, W. E. M. Control of eicosanoid response intensity. In: *Frontiers in Bioactive Lipids*. Springer, Boston, MA, 1996. p. 23-30.

LAPPE, et al. Vitamin D and calcium supplementation reduces cancer risk: results of a randomized trial. *American Journal of Clinical Nutrition*; v. 85, p. 1586–1591, 2007.

LARSEN, J. A. Enteral nutrition and tube feeding. In: FASCETTI, A. J.; DELANEY, S. J. (Eds.). *Applied Veterinary Clinical Nutrition*. 1. ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2012. p. 329–352.

LARSEN, J. A. et al. Evaluation of recipes for home-prepared diets for dogs and cats with chronic kidney disease. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 240, n. 5, p. 532–538, 2012.

LAUTEN, S. D. Nutritional risks to large-breed dogs: from weaning to the geriatric years. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 36, p. 1345-1359, 2006.

LAUTEN, S. D. Nutritional risks to large-breed dogs: from weaning to the geriatric years. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 36, p. 1345-1359, 2006.

LEE, J. H. et al. Omega-3 fatty acids for cardioprotection. In: *Mayo Clinic Proceedings*. Elsevier, 2008. p. 324-332.

LEKCHAROENSUK, C. et al. Patient and environmental factors associated with calcium oxalate urolithiasis in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 217, n. 4, p. 515-519, 2000.

LENSMEYER, G. L. et al. HPLC method for 25-hydroxyvitamin D measurement: comparison with contemporary assays. *Clin Chem.*, v. 52.p.1120-6, 2006.

LEWIS, L. D. et al. Dogs–Feeding and care. In: *Small Animal Clinical Nutrition III*. Topeka, KS: Mark Morris Associates, 1987.

LILJEBERG, H. G. et al. Products based on a high fiber barley genotype, but not on common barley or oats, lower postprandial glucose and insulin responses in healthy humans. *The Journal of nutrition*, v. 126, n. 2, p. 458-466, 1996.

LOUIS, P. et al. Understanding the effects of diet on bacterial metabolism in the large intestine. *Journal of Applied Microbiology*, v. 102, n. 5, p.1197–1208, 2007.

LOWNDES, F. G. Uso de zeólita na alimentação de cães. *Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

LOWRIE, M. et al. Characterization of Paroxysmal Gluten-Sensitive Dyskinesia in Border Terriers Using Serological Markers. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 32, n. 2, p. 775–781, 2018.

LOWRIE, M. et al. The Clinical and Serological Effect of a Gluten-Free Diet in Border Terriers with Epileptoid Cramping Syndrome. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 29, n. 6, p. 1564–1568, 2015.

LUND, E. M. et al. Prevalence and risk factors for obesity in adult dogs from private US veterinary practices. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, v. 4, n. 2, p. 177, 2006.

LUPTON, J. R. Microbial degradation products influence colon cancer risk: The butyrate controversy. *The Journal of Nutrition*. v. 134, p. 479–482, 2004.

MACKAY, J. R. D. et al. Characterizing the data in online companion-dog obituaries to assess their usefulness as a source of information about human–animal bonds. *Anthrozoos*,

v. 29, n. 3, p. 431–440, 2016.

MAO, J. et al. Prevalence and risk factors for canine obesity surveyed in veterinary practices in Beijing, China. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 112, n. 3–4, p. 438–442, 2013.

MARKS, S. L. Enteral and parenteral nutrition. In: WASHBAU, R. J.; DAY, M. J. (Eds.). *Canine and Feline Gastroenterology*. 1. ed. St. Louis: Elsevier Saunders, 2013. p. 429–444.

MÁRQUEZ, B. P. et al. Cost comparison of homemade versus commercial renal canine diets. 18th Annual AAVN Clinical Nutrition and Research Symposium Proceedings 2018. *Anais...2018*

MARSH, K. A. et al. Effects of zinc and linoleic acid supplementation on the skin and coat quality of dogs receiving a complete and balanced diet. *Veterinary Dermatology*, v. 11, n. 4, p. 277–284, 2000.

MARSHALL, W. G. et al. A review of osteoarthritis and obesity: Current understanding of the relationship and benefit of obesity treatment and prevention in the dog. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, v. 22, n. 5, p. 339–345, 2009.

MARTIN, L. J. M. et al. Hormonal disturbances associated with obesity in dogs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 90, n. 9–10, p. 355–360, 2006.

MARTINS, C. A. et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: importance and occurrence in foods. *Revista de Nutrição*, v. 19, n. 6, p. 761–770, 2006.

MARTINS, P. S. D. A. Índice cardíaco vertebral em cães dobermann: estudo através de um protocolo de rastreio de cardiomiopatia dilatada na raça. 72 f. 2017. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, Portugal, 2017.

MASON, E. Obesity in pet dogs. *Veterinary Record*, v. 86, n. 21, p. 612–616, 23 maio 1970.

MATHEUS, L. F. O. Avaliação dos efeitos digestivos, fermentativos e imunológicos de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) inativas e enriquecidas em meio de cultura em dietas para gatos adultos. Dissertação (Mestrado em Ciências), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

MAWBY, D. I. et al. Comparison of Various Methods for Estimating Body Fat in Dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, v. 40, n. 2, p. 109–114, 28 mar. 2004.

MCDONALD, P. et al. Feeding standards for reproduction. In: *Animal Nutrition*, 5th ed. Harlow (Essex), UK: Longman Scientific & Technical, 353–371, 1995.

MCGREEVY, P. D. et al. Prevalence of obesity in dogs examined by Australian veterinary practices and the risk factors involved. *The Veterinary record*, v. 156, n. 22, p. 695–702, 2005.

MELGAREJO, T. et al. Serum unconjugated bile acids as a test for intestinal bacterial overgrowth in dogs. *Digestive diseases and sciences*, v. 45, n. 2, p. 407–414, 2000.

MEYER, H. & ZENTEK, J. Energy requirements of growing Great Danes. *The Journal of Nutrition*, v. 121, n. suppl_11, p. S35–S36, 1991.

MICHEL, K. E. Nutritional management of body weight. In: FASCETTI, A. J.; DELANEY, S. J. (Eds.). *Applied Veterinary Clinical Nutrition*. 1. ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2012. p. 109–124.

MICHEL, K. E. Unconventional diets for dogs and cats. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, v. 36, n. 6, p. 1269–81, vi–vii, nov. 2006.

MIDDELBOSS, I. S. et al. Phylogenetic characterization of fecal microbial communities of dogs fed diets with or without supplemental dietary fiber using 454 pyrosequencing. *PloS one*, v. 5, n. 3, p. e9768, 2010

MIDDELBOSS, I. S. et al. A dose-response evaluation of spray-dried yeast cell wall supplementation of diets fed to adult dogs: Effects on nutrient digestibility, immune indices, and fecal microbial populations. *Journal of Animal Science*, v. 85, p. 3022–3032, 2007.

MIZELLE, H. L. et al. Abnormal cardiovascular responses to exercise during the development of obesity in dogs. *American Journal of Hypertension*, v. 7, n. 4_Pt_1, p. 374-378, 1994.

NAKAMURA, Y. et al. Severe calcification of mucocutaneous and gastrointestinal tissues induced by high dose administration of vitamin D in a puppy. *Journal of Veterinary Medical Science*, v. 66, p. 1133-1135, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dogs and cats. Washington, D.C.: National Academies Press, 2006.

NELSON, D. L. & COX, M. M. *Princípios de bioquímica de Lehninger*. Porto Alegre: Artmed, 2011. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

NELSON, R. W. et al. Effect of dietary insoluble fiber on control of glycemia in cats with naturally acquired diabetes mellitus. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 216, n. 7, p. 1082-1088, 2000.

OBA, P. M. et al. Adição de IgY anti *Porphyromonas gingivalis* na dieta e saúde oral de gatos adultos. VI Congresso Internacional e XIII Simpósio Sobre Nutrição de Animais de Estimação, Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2014.

OLIVEIRA, M. C. C. et al. Evaluation of the owner's perception in the use of homemade diets for the nutritional management of dogs. *Journal of Nutritional Science*, v. 3, n. e23, p. 1-5, 2014.

OUWEHAND, A. C. et al. Probiotics: an overview of beneficial effects. *Ant Van Leeuw*, v. 82, p. 279-289, 2002.

PAIXAO, L. A. & CASTRO, F. F. S. A colonização da microbiota intestinal e sua influência na saúde do hospedeiro. *Univeritas: Ciência da Saúde, Brasília*, v. 14, n. 1, p. 85-96, 2016.

PAPAMANDJARIS, A. A. et al. Medium-chain fatty acid metabolism and energy expenditure: obesity treatment implications. *Life Sciences*, v.62, p.1203- 1215, 1998.

PARR, J. M. & REMILLARD, R. L. Handling alternative dietary requests from pet owners. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 44, p. 667-688, 2014.

PEDRINELLI, V. Determinação das concentrações de macro e micro minerais e metais pesados em alimentos caseiros para cães e gatos adultos. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2018.

PEDRINELLI, V. et al. Analysis of recipes of home-prepared diets for dogs and cats published in Portuguese. *Journal of Nutritional Science*, v. 6, n. e33, p. 1-5, 2017.

PEIXOTO, M. C. et al. Manejo nutricional das dislipidemias de cães e gatos. *MEDVEP: rev. cient. med. vet.*, v. 8, n. 25, p. l2684-l2684, 2010.

PHILIPPI, S. T. *Tabela de Composição de Alimentos*. 6. ed. [s.l.] Editora Manole, 2017.

PILZ, S. et al. Vitamin D deficiency and myocardial. diseases. *Molecular Nutrition & Food Research*, v.54, p. 1103-1113, 2010.

POLZIN, D. J. Evidence-based step-wise approach to managing chronic kidney disease in dogs and cats. *Journal of veterinary emergency and critical care (San Antonio, Tex.: 2001)*, v. 23, n. 2, p. 205-15, 2013.

PONTIERI, C. F. F. Avaliação nutricional de diferentes fontes de gordura e do uso de lecitina em alimentos extrusados para gatos. *Anais do Congresso sobre Nutrição de Animais de Estimação (CBNA)*, Campinas - SP, 2008.

PRATS, A. *Neonatologia e pediatria canina e felina*. São Caetano do Sul: Interbook, 469p, 2005.

PRENTICE, A. & GOLDBERG, G. Maternal obesity increases congenital malformations. *Nutrition Reviews*, v. 54, pp. 146-153, 1996.

QUARLES, L. D. Skeletal secretion of FGF-23 regulates phosphate and vitamin D metabolism. *Nat Rev Endocrinol.*, v. 8, p. 276-86, 2012.

RAFFAN, E. et al. Standardized positioning is essential for precise determination of body composition using dual-energy x-ray absorptiometry in dogs. *The Journal of nutrition*, v.

136, n. 7 Suppl, p. 1976S–1978S, 1 jul. 2006.

RAMADEEN, A. & DORIAN, P. Omega-3 polyunsaturated fatty acids: Food or medicine? Heart, 2011.

REES, C. A. Canine and feline atopic dermatitis: a review of the diagnostic options. Clinical Techniques in Small Animal Practice, v. 16, n. 4, p. 230-232, 2001.

REMILLARD, R. L. et al. An investigation of the relationship between caloric intake and outcome in hospitalized dogs. Veterinary therapeutics: research in applied veterinary medicine, v. 2, n. 4, p. 301–10, jan. 2001.

REMILLARD, R. L. Nutritional support in critical care patients. The Veterinary clinics of North America. Small animal practice, v. 32, n. 5, p. 1145–64, viii, set. 2002.

REMILLARD, R. L. & CRANE, S. W. Making pet foods at home. In: HAND, M. S. et al. (Eds.). Small Animal Clinical Nutrition. 5. ed. Topeka, EUA: Mark Morris Institute, 2010. p. 207–223.

REMILLARD, R. L. & SAKER, K. E. Parenteral Assisted Feeding. In: HAND, M.S.; THATCHER, C.D.; REMILLARD, R.L.; ROUDEBUSH, P.; NOVOTNY, B. J. (Ed.). Small Animal Clinical Nutritional. 5. ed. Kansas: Mark Morris Institute, 2010. p. 477–498.

RENTAS, M. R. Efeitos da adição de diferentes promotores de saúde intestinal na digestibilidade, produtos fermentativos e parâmetros imunológicos em cães. 2018. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

RICHARDSON, D. C. The role of nutrition in canine hip dysplasia. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, v. 22, n. 3, p. 529-540, 1992.

ROBERFROID, M. et al. Prebiotic effects: metabolic and health benefits. The British Journal of Nutrition, v. 104, p. S1-63, 2010.

RODRÍGUEZ, J. M. et al. The composition of the gut microbiota throughout life, with an emphasis on early life. Microbial Ecology in Healthy & Disease, v. 26, p. 1-17, 2015.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Critical review of Provitamin A determination in plant foods, v. 5, p. 191-225, 1989.

ROUBENOFF, R. Nutritional alterations and the effect of fish oil supplementation in dogs with heart failure. Journal of Veterinary Internal Medicine, v. 12, n. 6, p. 440-448, 1998

ROUDEBUSH, P. et al. An evidence-based review of therapies for canine chronic kidney disease. Journal of Small Animal Practice, v. 51, p. 244–252, 2010.

ROUDEBUSH, P. & COWELL, C. S. Results of a Hypoallergenic Diet Survey of Veterinarians in North America with a Nutritional Evaluation of Homemade Diet Prescriptions. Veterinary Dermatology, v. 3, n. 1, p. 23–28, mar. 1992.

SÁ, F. C. Efeito da suplementação de enzimas sobre o processamento e digestibilidade de dietas extrusadas para cães contendo farelo de trigo. 58f. 2011. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus Jaboticabal, Jaboticabal, 2011.

SAKABE, M. et al. Omega-3 polyunsaturated fatty acids prevent atrial fibrillation associated with heart failure but not atrial tachycardia remodeling. Circulation, v. 116, n. 19, p. 2101-2109, 2007.

SANTAROSSA, A. et al. The importance of assessing body composition of dogs and cats and methods available for use in clinical practice. Journal of the American Veterinary Medical Association, v. 251, n. 5, p. 521–529, 2017.

SANTOS, J. P. F. Efeitos de níveis crescentes de parede celular de levedura sobre a digestibilidade, microbiota fecal e produtos da fermentação intestinal em dietas para gatos adultos. 2015. 91 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

SANTOS, J. P. F. et al. Yucca schidigera e zeólita em alimento para gatos adultos e seus efeitos na excreção de minerais. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 63, n. 3, p. 687-693, 2011.

SANTOS, K. M. Efeitos da suplementação de cães adultos com teores crescentes

de levedura dietética na digestibilidade dos nutrientes, produtos da fermentação fecal microbiota e parâmetros imunológicos. 2017. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

SCARLETT, J. M. & DONOGHUE, S. Obesity in cats: prevalence and prognosis. *Veterinary Clinical Nutrition*, v. 3, n. 4, p. 128–132, 1996.

SCHERK, M. A. & LAFLAMME, D. P. Controversies in veterinary nephrology: renal diets are indicated for cats with international renal interest society chronic kidney disease stages 2 to 4: the con view. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, v. 46, n. 6, p. 1067-1094, 2016.

SCHLESINGER, D. P. & JOFFE, D. J. Raw food diets in companion animals: a critical review. *The Canadian veterinary journal. La revue vétérinaire canadienne*, v. 52, n. 1, p. 50–4, jan. 2011.

SCHOTTKER, B. et al. Consortium on Health and Ageing: Network of Cohorts in Europe and the United States Vitamin D and mortality: metaanalysis of individual participant data from a large consortium of cohort studies from Europe and the United States. *BMJ*, v. 348, p. 3656, 2014

SCOTT, D. W. et al. Muller & Kirk's Small animal dermatology. In: Muller & Kirk's Small animal dermatology, 2000.

SCOTT, D. W. & BUERGER, R. G. Nonsteroidal antiinflammatory agents in the management of canine pruritus. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 1988.

SEAWRIGHT, A. A. et al. Hypervitaminosis A and deforming cervical spondylosis of the cat, *J COMP Patholol.*, V. 77, N.29-38, 1976.

SELTING, K. A. et al. Serum 25-hydroxyvitamin D concentrations in dogs – correlation with health and cancer risk. *Veterinary and Comparative Oncology*, v. 14, n. 3, p. 295-305, 2014.

SIMPSON, J. M. et al. Characterization of fecal bacterial populations in canines: effects of age, breed and dietary fiber. *Microbial ecology*, v. 44, n. 2, p. 186-197, 2002.

SIMPSON, K. W. et al. Effect of exocrine pancreatic insufficiency on cobalamin absorption in dogs. *Am J Vet Res.*, v.50, n. 8, p. 1233-6, 1989.

SLAVIN, J. Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits. *Nutrients*, v. 5, p. 1417-1435, 2013.

SMITH, C. E. et al. Omega-3 fatty acids in Boxer dogs with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 21, n. 2, p. 265-273, 2007.

SOUZA, C. M. M. et al. Associação de mananoligossacarídeos e yucca como promotor da saúde intestinal e características fecais de cães. *Archives of Veterinary Science*, v. 23, n. 1, 2018.

SPANGLER, W. L. et al. Canine hypertension: a review. *J Am vet Assoc.*, v. 170, p. 995-998, 1977.

SPEAKMAN, J. R. et al. Validation of dual energy X-ray absorptiometry (DXA) by comparison with chemical analysis of dogs and cats. *International Journal of Obesity*, v. 25, n. 3, p. 439–447, 2001.

SPOO, J. W. et al. Plasma vitamin D metabolites and C-reactive protein in stage-stop racing endurance sled dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 29, p. 519-525, 2015.

STOCKMAN, J. et al. Evaluation of recipes of home-prepared maintenance diets for dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 242, n. 11, p. 1500–1505, 2013.

STREETER, R. M. & WAKSHLAG, J. J. Nutritional support in hepatic failure in dogs and cats. In: CHAN, D. L. *Nutritional Management of Hospitalized Small Animals*. 1. Ed. 1. Londres, England. Cap. 21, p 199- 209, 2015.

STREIFF, E. L. et al. A comparison of the nutritional adequacy of home-prepared and

commercial diets for dogs. *Journal of Nutrition*, v. 132, p. 1698S–1700S, 2002.

SUCHODOLSKI, J. S. Companion animals symposium: microbes and gastrointestinal health of dogs and cats. *Journal of Animal Science*, v. 89, n. 5, p. 1520-1530, 2011.

TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4. ed. Campinas, Brazil: NEPA-UNICAMP, 2011.

TAL, M. et al. Dietary imbalances in a large breed puppy, leading to compression fractures, vitamin D deficiency, and suspected nutritional secondary hyperparathyroidism. *The Canadian Veterinary Journal*, v. 59, p. 36–42, jan. 2018.

TEIXEIRA, F. A. & BRUNETTO, M. A. Nutrição Parenteral. In: SPINOSA, H. DE S.; GÓRNIK, S. L.; BERNARDI, M. M. (Eds.). *Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária*. 6. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2017. p. 863–872.

TEIXEIRA, F. A. & BRUNETTO, M. A. Nutritional factors related to glucose and lipid modulation in diabetic dogs: literature review. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 54, n. 4, p. 330–341, 2017.

TESHIMA, E. (2010). Efeito da fonte de amido e do manejo alimentar no controle da glicemia em cães com diabetes mellitus naturalmente adquirida. Dissertação (mestrado em nutrição de cães e gatos) – UNESP – Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2010.

TEIXEIRA, F. A. & SANTOS, A. L. S. Deficiências nutricionais graves em cão recebendo dieta de eliminação caseira. *Veterinary & Science*, v. 18, p. 26–37, 2016.

THORNBURG, L. P. et al. Copper toxicosis in dogs, Part 1: copper associated liver disease in Bedlington Terriers. *Canine Practices*, v. 12, n. 4, p.41-45, 1985

THUM, C. et al. Can Nutritional Modulation of Maternal Intestinal Microbiota Influence the Development of the Infant Gastrointestinal Tract? *Journal of Nutrition*, v. 142, n. 11, p. 1921-1928, 2012.

TOLL, P. W. et al. Obesity. In: HAND, M. S. et al. (Eds.). *Small Animal Clinical Nutritional*. 5. ed. Topeka, Kansas: Mark Morris Institute, 2010. p. 501–542.

TORRECILLAS, S. et al. Improved health and growth of fish fed mannan oligosaccharides: Potential mode of action. *Fish & Shellfish Immunology*, v. 36, p. 525-544, 2014.

TORTOLA, L. et al. The use of psyllium to control constipation in dogs. *Ciência Rural*, v. 39, n. 9, p. 2638-2641, 2009.

TREVIZAN, L. & KESSLER, A. M. Lipídeos na nutrição de cães e gatos: metabolismo, fontes e uso em dietas práticas e terapêuticas. *Revista brasileira de zootecnia*. *Brazilian Journal of Animal Science*. Viçosa, MG. Vol. 38, supl. especial (2009), p. 15-25, 2009.

TRYFONIDOU, M. A. et al. Hormonal regulation of calcium homeostasis in two breeds of dogs during growth at different rates. *Journal of Animal Science*, v. 81 (6), pp. 1568-1580, 2003.

UCHIYAMA, S. & YAMAGUCHI M. Beta Cryptoxanthin stimulates cell differentiation and mineralization in osteoblastic MC3T3 E1 cells. *J Cell Biochem*, v. 95, p.1224-34, 2005.

USDA. National Nutrient Database for Standard Reference. Disponível em: <<http://ndb.nal.usda.gov/>>. Acesso em: 3 fev. 2018.

USUI, S. et al. Characteristics of obese or overweight dogs visiting private Japanese veterinary clinics. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, v. 6, n. 4, p. 338–343, 2016.

VALENTE, S. T. X. Efeito de corantes naturais nos níveis de colesterol e triacilgliceróis séricos em ratos hiperlipidêmicos. 1998. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

WEDEKIND, K, J. et al. *Micronutrients: Minerals and vitamins*, V. 6, *Small Animal Clinical Nutrition*, 5ed, Topeka, Kansas, EUA, 2010.

WEETH, L. P. et al. Prevalence of obese dogs in a population of dogs with cancer. *American Journal of Veterinary Research*, v. 68, n. 4, p. 389–398, 2007.

WENK, C. Prebiotics in companion animals. In: LAUE, D. K.; TUCKER, L. A. (Ed.). *Recent advances in pet nutrition*. Nottingham: Nottingham University Press, 2006. p.47-55.

WERBER, B. et al. Serum concentrations of 1,25-dihydroxycholecalciferol and 25-hydroxycholecalciferol in clinical by normal and dogs with acute and chronic renal failure. *American Journal of Veterinary Research*, v. 64, p. 1161–1166, 2003.

WILKINSON, M. J. & MCEWAN, N. A. Use of ultrasound in the measurement of subcutaneous fat and prediction of total body fat in dogs. *The Journal of nutrition*, v. 121, n. 11 Suppl, p. S47-50, nov. 1991.

WILLS, J. J. Basic principles of nutrition and feeding. In: KELLY, N.; WILLS, J. *Manual of companion animal nutrition & feeding*. 1. Ed. Gloucestershire: United Kingdom. Cap. 1, p. 10-21, 1996.

WILLS, J. M. Reproduction and lactation In: *Manual of Companion Animal Nutrition & Feeding*, edited by N. Kelly and J. Wills, 47–51. Ames, IA: Iowa State University Press, 1996.

WITHAM, M. D. et al. Effect of vitamin D on blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Hypertension*, v. 27, p. 1948–1954, 2009.

WITZEL, A. L. et al. Use of a novel morphometric method and body fat index system for estimation of body composition in overweight and obese dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 244, n. 11, p. 1279–1284, 2014.

XENOULIS, P. G. et al. Serum triglyceride and cholesterol concentrations and lipoprotein profiles in dogs with naturally occurring pancreatitis and healthy control dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. p 1-9, 2020.

YAMASAKI, M. Magnesium and pregnancy. *Clinical Calcium*, v. 22 (8), pp. 1205-1210, 2012.

ZICKER, S. C. et al. Antioxidants in veterinary nutrition. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, v. 36, n. 6, p. 1183–98, v, nov. 2006.

ZORAN, D. L. The carnivore connection to nutrition in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v 221, n. 11, p. 1559-1567, 2002.

ZUCKERKANDL, E. & PAULING, L. Molecules as documents of evolutionary history. *Journal of Theoretical Biology*, v. 8, n. 2, p. 357-366, 1965.

PremieRpet[®]