

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA**

**INFLUÊNCIA DO TAMANHO CORPORAL DE CÃES NA FISIOLOGIA DO TRATO
GASTROINTESTINAL E NA MICROBIOTA FECAL**

Autor: Júlia Guazzelli Pezzali

PORTO ALEGRE

2016/2

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA**

**INFLUÊNCIA DO TAMANHO CORPORAL DE CÃES NA FISIOLOGIA DO TRATO
GASTROINTESTINAL E NA MICROBIOTA FECAL**

Autor: Júlia Guazzelli Pezzali

Trabalho apresentado à Faculdade de Veterinária como requisito parcial para obtenção da graduação em Medicina Veterinária

Orientador: Dr. Luciano Trevizan

PORTO ALEGRE

2016/2

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente aos meus pais por serem meus grandes exemplos e por ensinarem que o conhecimento é o maior bem que um ser humano pode adquirir. Obrigada também por incentivarem meus sonhos e não medirem esforços para que eu possa realizá-los.

À meu avô, Flávio Guazzelli, *in memoriam*, por todos momentos vividos e aprendizados adquiridos ao seu lado.

À minha irmã, Luíza, por dividir muitos momentos desta jornada comigo.

Aos grandes amigos que Porto Alegre e que a Faculdade de Veterinária me proporcionaram. Vocês foram as peças principais para que os anos vividos aqui fossem os melhores da minha vida.

Ao meu orientador Dr. Luciano Trevizan por todos ensinamentos durante esses anos, por acreditar no meu potencial e por ser um grande exemplo de profissional e pessoa. Que a sua paixão pelo ensino e pela pesquisa perdurem por muito tempo para que vários alunos tenham o privilégio de tê-lo como orientador.

À professora Dr. Ines Andretta por, em tão pouco tempo de convívio, ter me ensinado tanto. Você é uma pessoa fantástica.

À toda família LEZO por todos esses anos de amizade, parceria, experimentos e ensinamentos. Em especial ao Gabriel, a Geruza e ao Fábio por estarem sempre dispostos a compartilhar seus conhecimentos e experiências.

Por último, meu muito obrigada a todos animais de estimação que eu tive no decorrer da vida. Vocês me ensinaram o significado de amor incondicional, e do prazer em ajudar sem receber nada em troca.

RESUMO

A grande diversidade de raças caninas encontradas atualmente é decorrente da domesticação e seleção natural realizada pelo homem. A necessidade de cães com características específicas para certas atividades, ou simplesmente a busca de um fenótipo desejado pela população, fizeram com que o homem se utilizasse das ferramentas do melhoramento genético e cruzamentos programados para criação de novas raças. Apesar de todas pertencerem a mesma espécie, *Canis familiaris*, o peso e tamanho corporal entre as raças é de extrema variabilidade, com pesos variando de 1kg para um Chihuahua até 100kg para um São Bernardo (Weber *et al.*, 2004). Estas diferenças são acompanhadas também por particularidades na fisiologia do trato gastrointestinal, resultando em produção fecal com maior teor de umidade e maior frequência de defecação em raças de grande porte comparado com raças de pequeno porte. Nesses cães, o tempo de permanência do conteúdo alimentar no intestino grosso é maior, o que leva a uma maior fermentação do material proveniente do intestino delgado. A fermentação tem como um dos seus principais produtos os ácidos graxos de cadeia curta, os quais possuem propriedades osmóticas que atraem água e sódio para luz intestinal, resultando em uma maior umidade fecal. Além disso, os cães de grande porte apresentam maior permeabilidade intestinal e menor digestibilidade dos íons sódio e potássio, levando a maior concentração dos mesmos no lúmen intestinal e maior atração de água para as fezes. A adição de fibras de baixa fermentabilidade, o controle da quantidade e qualidade dos ingredientes proteicos e de carboidratos são essenciais para formulação de dietas completas e balanceadas para cães de grande porte afim de minimizar a pior qualidade fecal observada nesses animais.

Palavras-chave: cães; raças de grande porte; qualidade fecal;

ABSTRACT

*The great diversity of canine breeds currently found is due to the domestication and natural selection performed by the man. The need for dogs with specific characteristics for certain activities, or simply the search for a desired phenotype by the population, made the man use genetic tools and programmed crosses to create new breeds. Although they all belong to the same species, *Canis familiaris*, the weight and body size between the breeds is extremely variable, with weights ranging from 1kg for a Chihuahua to 100kg for a São Bernardo (Weber et al., 2004). These differences are followed by particularities in the physiology of the gastrointestinal tract, resulting in fecal production with higher moisture content and higher frequency of defecation in large breeds compared to small breeds. In these dogs, the time that the food remains in the large intestine is longer, which leads to a greater fermentation of the material coming from the small intestine. The fermentation has as one of its main products the short-chain fatty acids, which have osmotic properties that attract water and sodium to the intestinal lumen, resulting in a greater fecal humidity. In addition, large breed dogs show greater intestinal permeability and lower digestibility of sodium and potassium ions, leading to their higher concentration in the intestinal lumen and greater water attraction to feces. The addition of low fermentable fibers, control of the quantity and quality of protein and carbohydrate ingredients are essential to formulate complete and balanced diets for large dogs in order to minimize the poor fecal quality observed in these animals.*

Keywords: *dogs; large breed dogs; fecal quality;*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Sistema de escore fecal da Waltham®.....	13
Figura 2	Trato gastrointestinal do cão.....	14
Figura 3	Correlação entre escore fecal e tempo médio de trânsito gastrointestinal total (MTT)	17
Figura 4	Efeito do tamanho corporal no tempo de trânsito oro-cecal (TTOC) médio nas 12, 22, 36 e 60 semanas de idade em Poodle Miniatura (PM), Schnauzer Standard (SS), Schnauzer Gigante (SG) e Dog Alemão (DA)	20
Figura 5	Efeito do tamanho corporal no tempo de trânsito no intestino delgado (TTID) médio nas 12, 22, 36 e 60 semanas de idade em Poodle Miniatura (PM), Schnauzer Standard (SS), Schnauzer Gigante (SG) e Dog Alemão (DA)	20
Figura 6	Absorção celular de ácido graxo de cadeia curta com estimulação da absorção de sódio e cloro.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Escore e umidade fecal de cães filhotes e adultos das raças Poodle Miniatura (PM), Schnauzer Padrão (SP), Schnauzer Gigante (SG) e Dog Alemão (DA). Classificação varia de 1 a 5, sendo 1 secas e quebradiças e 5 diarreia líquida.....	13
Tabela 2	Propriedade de algumas fibras utilizadas nas dietas para cães.....	27
Tabela 3	Influência da fonte e da quantidade de fibra na dieta de cães de grande porte sobre o escore fecal e a % de escore fecal considerado ótimo, sendo o escore 1 designado para a diarreia e 5 para fezes duras e secas. O escore fecal 4 foi considerado ótimo.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AG - ácido graxo

AGCC - ácidos graxos de cadeia curta

Cl⁻ - cloro

DA - Dog Alemão

H⁺ - íon hidrogênio

K⁺ - potássio

MTT - tempo médio de trânsito gastrointestinal total

Na⁺ - sódio

P - significância

PM - Poodle Miniatura

r - coeficiente de correlação

SG - Schnauzer Gigante

SP - Schnauzer Padrão

TEG - Tempo de esvaziamento gástrico

TTGT - tempo de trânsito gastrointestinal total

TTID - tempo de transito no intestino delgado

TTIG - tempo de trânsito no intestino grosso

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	PARTICULARIEDADES DAS RAÇAS DE GRANDE PORTE.....	12
2.1	Escore fecal.....	12
2.2	Tamanho do trato gastrointestinal.....	13
2.3	Tempo de trânsito gastrointestinal.....	15
2.4	Tempo de esvaziamento gástrico.....	17
2.5	Tempo de trânsito oro-cecal e no intestino delgado.....	18
2.6	Tempo de trânsito no intestino grosso.....	21
2.6.1	Fermentação e microbiota colônica.....	21
2.6.2	Permeabilidade intestinal e absorção de eletrólitos.....	23
3	RECOMENDAÇÕES NUTRICIONAIS.....	26
3.1	Proteína.....	26
3.2	Carboidrato.....	27
3.2.1	Fibras.....	27
3.2.2	Amido resistente.....	29
4	CONCLUSÃO.....	31

1 INTRODUÇÃO

O surgimento do cão doméstico (*Canis familiaris*), segundo análises genéticas, ocorreu através da domesticação do lobo cinza (*Canis lupus*) (RUVISKY; SAMPSON, 2001) no final de era Mesolítica, período em que os homens ainda eram caçadores nômades. Tudo indica que a domesticação do lobo cinza foi resultado de dois processos interligados (SPELL, 1995). Primeiro, os lobos foram atraídos aos acampamentos nômades em busca das sobras alimentares das caças, começando assim a aproximação com a espécie humana. Com o passar do tempo, os lobos mostraram utilidade como guardas e caçadores, resultando em uma maior aproximação e interação com o homem. Tendo esta primeira interação estabelecida, um processo cultural se originou, no qual os homens começaram a manter na família os filhotes de lobos mais dóceis, resultando assim em uma seleção involuntária e inconsciente de animais mais sociáveis e menos agressivos (DRISCOLL; MACDONALD; O'BRIEN, 2009). O homem foi gradativamente assumindo um papel decisivo na seleção dos animais para os cruzamentos, originando desta forma o que se conhece hoje como cão doméstico. A intensa seleção artificial realizada em busca de características específicas resultou em uma imensa variedade fenotípica entre a espécie canina. Atualmente, o cão é o mamífero com maior variação fenotípica conhecida, possuindo uma alta variação de tamanho e conformação entre as raças (RUVISKY; SAMPSON, 2001). Apesar de evidências arqueológicas do Egito Antigo já mostrarem diferenças morfológicas nos cães, indicando a existência de raças já neste período, a massiva seleção artificial que resultou na grande maioria das raças conhecidas atualmente teve seu início há apenas alguns séculos (SUNDQVIST *et al.*, 2006). Como resultado, a variação genética dos indivíduos dentro da própria raça é alta, e a diferenciação entre as raças é principalmente devido as diferenças na frequência alélica (PIHKANEN; VAINOLA; VARVIO, 1996).

Atualmente, há 330 raças de cães reconhecidas pela Federação Cinológica Internacional, e entre estas o peso e tamanho corporal é de extrema variabilidade, com pesos variando de 1kg para um Chihuahua até 100kg para um São Bernardo (WEBER *et al.*, 2004). Estas diferenças são acompanhadas também por particularidades na morfologia funcional do animal. A taxa de crescimento é diferente em diferentes raças e o trato gastrintestinal é proporcionalmente mais curto em raças maiores. Do ponto de vista nutritivo, o impacto destas variações morfológicas

impacta em mudanças na dinâmica digestiva, resultando em produção fecal com maior teor de umidade e maior frequência de defecação em raças de grande porte comparado com raças de pequeno porte (MEYER et al., 1999; ZENTEK; MEYER, 1995), característica não desejada pelos tutores. Conseqüentemente, compreender os mecanismos responsáveis pelo maior teor de umidade nas fezes é essencial para a manipulação de dietas afim de contornar tais fatos.

A maior concentração de água nas fezes de cães de grande porte pode estar centrada em um mecanismo diferenciado, no transporte iônico e a uma maior fermentação do conteúdo residual do intestino delgado no cólon, resultado da maior tempo de permanência das fezes nesta sessão do trato gastrointestinal. Entretanto, esses mecanismos ainda não estão completamente esclarecidos. Sem a elucidação completa, a elaboração de uma dieta visando minimizar esta característica torna-se impraticável.

Desta maneira, esta revisão bibliográfica tem como objetivo a análise crítica e compilação de dados dos artigos científicos, com relevância no tema, publicados até o presente momento, a fim de compreender os mecanismos fisiológicos responsáveis pelo maior teor de umidade fecal nos cães de grande porte.

2 PARTICULARIDADES DAS RAÇAS DE GRANDE PORTE

2.1 Escore Fecal

O escore fecal é uma avaliação importante que permite estimar a qualidade do bolo fecal produzido pelo animal. Trata-se de uma das principais avaliações feitas sobre o alimento. Dietas que produzem escore fecal indesejado devem ser reformuladas para que alcance os escores mínimos aceitáveis, que facilite a remoção dos dejetos produzidos pelo animal de forma fácil e rápida.

O escore fecal é uma análise qualitativa e subjetiva da qualidade das fezes. Por ser uma análise subjetiva, deve ser realizada preferencialmente pela mesma pessoa quando se fazem avaliações comparativas ou ao longo do tempo. De acordo com Moxham (2001), as fezes são classificadas em uma escala de 1 a 5, sendo: 1 = secas e quebradiças; 2 = bem formadas, não deixam marcas no piso; 3 = úmidas, começam a perder a forma, deixam marcas no piso; 4 = grande parte, se não todo formato está perdido, pouca consistência, viscosa; 5 = diarreia aquosa (Figura 1). Segundo o autor, o escore 2,5 é considerado ideal.

Figura 1 - Sistema de escore fecal da Waltham®



Fonte: Moxham (2001)

Quando alimentados com a mesma dieta, cães de raça grande apresentam pior qualidade fecal comparado com cães de raça pequena (Tabela 1). Segundo Weber *et al.* (2003a), há uma forte correlação positiva entre o peso corporal de cães adultos e o escore fecal ($r = 0,90$; $P < 0,0001$, $n = 24$) e umidade fecal ($r = 0,84$; $P < 0,0001$, $n = 24$). Provavelmente, cães de raças grandes apresentam singularidades no processo digestivo responsáveis pela maior umidade fecal, e, conseqüentemente, na sua pior qualidade.

Meyer *et al.* (1999) também observaram uma tendência de cães de grande porte apresentarem maior umidade fecal. Entretanto, cães da raça Irish Wolfhounds, a maior raça testada, apresentaram fezes com menor teor de umidade em comparação aos Labrador Retrievers. Conseqüentemente, particularidades raciais também devem ser levadas em conta na avaliação dos resultados.

Tabela 1 – Escore e umidade fecal de cães filhotes e adultos das raças Poodle Miniatura (PM), Schnauzer Padrão (SP), Schnauzer Gigante (SG) e Dog Alemão (DA). Classificação do escore fecal de 1 a 5, sendo 1 secas e quebradiças e 5 diarreia líquida

Raça	n	Escore Fecal	Umidade (%)	Fase de vida	Referência
PM	6	2.4 ± 0.1	64.3 ± 2.0	adulto	Weber <i>et al.</i> (2004); Weber <i>et al.</i> (2003a)
	6	2.4	63.8	adulto	Hernot <i>et al.</i> (2009); Hernot <i>et al.</i> (2006)
	6	2.4 +0.1	-	adulto	Hernot <i>et al.</i> (2005b)
	6	2.6	64.6	filhote	Weber <i>et al.</i> (2002b)
SP	6	2.6 + 0.1	69.7 + 2.1	adulto	Weber <i>et al.</i> (2004); Weber <i>et al.</i> (2003a)
	6	2.8	65.9	adulto	Hernot <i>et al.</i> (2009); Hernot <i>et al.</i> (2006)
	6	2.6 + 0.1	-	adulto	Hernot <i>et al.</i> (2005b)
	6	2.7	69	filhote	Weber <i>et al.</i> (2002b)
SG	6	2.9 + 0.1	71.2 + 2.0	adulto	Weber <i>et al.</i> (2004); Weber <i>et al.</i> (2003a)
	6	2.9	64.2	adulto	Hernot <i>et al.</i> (2009); Hernot <i>et al.</i> (2006)
	6	2.9 + 0.1	-	adulto	Hernot <i>et al.</i> (2005b)
	6	3	71.6	filhote	Weber <i>et al.</i> (2002b)
DA	6	3.4 + 0.4	74.5 + 1.8	adulto	Weber <i>et al.</i> (2004); Weber <i>et al.</i> (2003a)
	6	3	70.5	adulto	Hernot <i>et al.</i> (2009); Hernot <i>et al.</i> (2006)
	6	3.0 +0.1	-	adulto	Hernot <i>et al.</i> (2005b)
	6	3.3	72.6	filhote	Weber <i>et al.</i> (2002b)

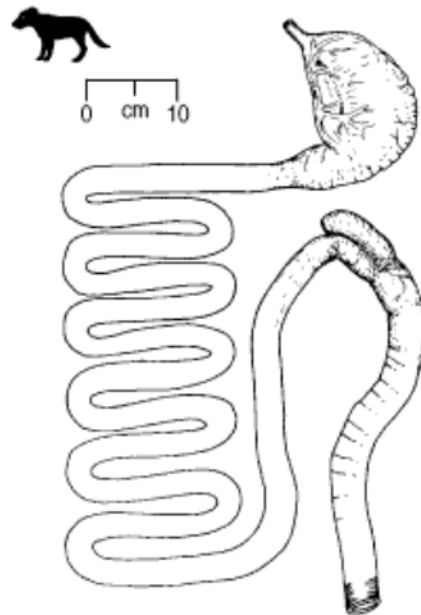
Fonte: o próprio autor

2.2 Tamanho do trato gastrointestinal

O processo digestivo envolve a combinação de eventos mecânicos, químicos e microbianos, os quais são responsáveis pela digestão dos componentes alimentares. As contrações musculares e a mastigação são responsáveis por reduzirem mecanicamente o tamanho das partículas ingeridas. Já os fluídos enzimáticos liberados no lúmen do trato gastrointestinal, tanto no estômago quanto no intestino delgado, atuam quimicamente na liberação das moléculas absorvíveis. Finalmente, as bactérias que colonizam a porção final do intestino grosso, produzem enzimas capazes de hidrolisar algumas partículas que não foram digeridas até então (MASKELL; JOHNSON, 1993).

Esses eventos ocorrem ao longo do trato gastrointestinal, o qual é composto pela boca, esôfago, estômago, intestino delgado e grosso (Figura 2). O comprimento do intestino é um dos fatores que influencia a duração da digestão (MASKELL; JOHNSON, 1993). Cães com comprimento corporal de 0,75 metros, possuem um intestino, em média, de 4,5 metros de comprimento (intestino delgado = 3,9 metros; intestino grosso = 0,6 metros) (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2006).

Figura 2 - Trato gastrointestinal do cão



Fonte: Stevens e Hume (1995)

Entretanto, o tamanho deste órgão não segue um padrão proporcional a variação de tamanho racial. Cães de grande porte possuem o trato gastrointestinal proporcionalmente menor

em relação aos cães de pequeno porte. Enquanto nestes o peso do trato gastrointestinal vazio representa de 6-7% do peso corporal, nos cães de raça grande o mesmo representa de 3-4% do seu peso (MEYER; KIENZLE; ZENTEK, 1993). Foi levantada a hipótese de que este fato poderia afetar a capacidade digestiva dos cães, levando a um acúmulo de partículas não digeridas no cólon, as quais influenciariam no transito de fluídos e na composição da microflora, comprometendo dessa maneira a qualidade fecal.

ZENTEK e MEYER (1995), observaram que Dog Alemão apresentaram uma menor digestibilidade aparente da maioria dos nutrientes comparado com Beagle. Entretanto, foram utilizados apenas três cães da raça Dog Alemão, e o número mínimo de repetições por tratamento para produção de resultados confiáveis é de no mínimo seis animais. Além disso, dois destes cães eram relacionados geneticamente, podendo assim ter ocorrido influência genética.

Em um estudo realizado com 66 cães variando de 4,2 a 52,5 kg não foi observado diferença significativa na digestibilidade aparente dos nutrientes entre as raças testadas (MEYER, 1999). Em outro estudo foi observado maior digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e energia bruta em cães de grande porte em comparação com cães de pequeno porte (WEBER *et al.*, 2003a). Esta maior digestibilidade esta provavelmente relacionada a uma maior fermentação de carboidratos e proteínas no cólon, uma vez que o tempo de permanência é maior nesta porção. Esta hipótese estaria de acordo com os resultados encontrados por Weber *et al.* (2003), em que Dog Alemão e Schnauzer Gigante apresentaram uma maior digestibilidade da fibra bruta do que Poodle Miniatura.

Desta maneira, a pior qualidade fecal dos cães de grande porte não pode ser atribuída a uma menor capacidade digestiva.

2.3 Tempo de trânsito gastrointestinal

O tempo de trânsito gastrointestinal total (TTGT), definido como o tempo entre a administração do alimento ou do marcador até sua aparência nas fezes (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2006), é um dos processos fisiológicos que pode influenciar na qualidade fecal. Um TTGT reduzido pode diminuir a capacidade absorviva de água e eletrólitos, o que leva a formação de fezes com maior teor de umidade (ROLFE *et al.*, 2002). Foi observado um menor tempo de trânsito em humanos com diarreia (JIAN; NAJEAN; BERNIER, 1984) e em

cães com sensibilidade a dieta (ROLFE *et al.*, 2002). Em contrapartida, um TTGT prolongado pode propiciar maior atividade fermentativa no cólon, influenciando assim a quantidade de água nas fezes.

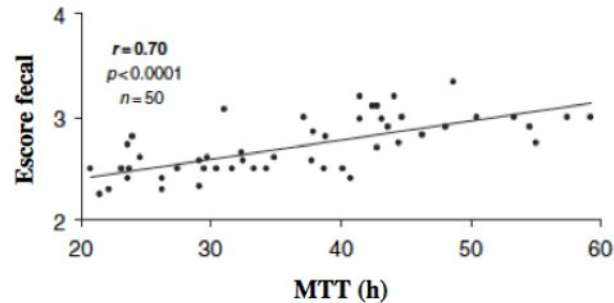
Antes de se considerar o efeito do tamanho corporal no TTGT, é necessário que sejam considerados outros fatores que influenciam neste processo (OSWALD *et al.*, 2015):

- Presença de alimento; densidade energética, viscosidade e volume alimentar;
- Sedação utilizada em procedimentos radiográficos;
- Estresse;
- Taxa de passagem do líquido intestinal, que pode influenciar o fluxo das partículas através do intestino delgado. Partículas menores tem um tempo de residência mais curto em comparação com partículas maiores. Entretanto, estas tendem a ser melhor digeridas devido ao maior tempo de residência no intestino delgado;
- Expressão de algumas citocinas e quimocinas na mucosa intestinal.

Diferentes metodologias podem ser empregadas para avaliação do tempo de trânsito, incluindo técnica de imagem (matérias radiopacos indigestíveis), marcadores (¹³C ácido octanóico e marcadores plásticos) e através do monitoramento de cápsulas *wireless*. O método de avaliação empregado pode influenciar no tempo de trânsito, devendo assim, também ser levado em consideração na avaliação dos resultados.

Hernot *et al.* (2005b) avaliaram o tempo médio de trânsito gastrointestinal total (MTT) de 50 cães de 13 raças distintas, de Dachshund até Dog Alemão, e encontraram uma correlação positiva desta variável com o peso corporal ($P < 0,0001$; $r = 0,60$) O MTT médio dos cães foi de $37 \pm 10,4$ horas, sendo 24 horas em Dachshund e $55 \pm 3,1$ em Schnauzer Gigante. Apesar de não possuírem o maior peso corporal e altura do ombro dentre as raças avaliadas, os Schnauzer Gigante apresentaram o maior tempo de trânsito. Além disso, foi encontrado uma correlação positiva entre o MTT e o escore fecal ($P < 0,0001$, $r = 0,70$), sugerindo que a pior qualidade fecal observada em cães de raça grande pode estar relacionada com um maior MTT (Figura 3). Estes dados estão de acordo com a hipótese de que uma maior MTT pode estar relacionada com um maior tempo de retenção no cólon, o que resultaria em uma maior atividade fermentativa e consequente pior qualidade fecal.

Figura 3 - Correlação entre escore fecal e tempo médio de trânsito gastrointestinal total (MTT)



Fonte: Adaptado de Hernot *et al* (2005b)

Hernot *et al* 2006, avaliaram o MTT em Poodle Miniatura, Schnauzer Standard, Schnauzer Gigante e Dog Alemão. Foi encontraram um correlação positiva entre MTT e tamanho corporal e altura do ombro ($r = 0,68$; $P < 0,001$) e peso corporal ($r = 0,57$; $P = 0,004$), apesar dos Schnauzer Gigante apresentarem um maior MTT que os Dog Alemão, $24,5 \pm 2,6$; $19,6 \pm 1,6$; em horas, respectivamente. Segundo os autores, apesar de todos cães estarem adaptados as gaiolas metabólicas, desde filhotes, os Schnauzer Gigante mostraram-se menos adaptados em comparação com as outras raças. Possivelmente, estes cães estavam retendo as fezes durante o período experimental, resultando assim em um maior MTT.

É de extrema importância ter conhecimento não só do tempo de transito gastrointestinal total, mas também do tempo de trânsito em compartimentos específicos do sistema digestivo, sendo estes: tempo de esvaziamento gástrico, tempo de transito orocecal, tempo de trânsito no intestino delgado e tempo de trânsito no intestino grosso.

2.4 Tempo de esvaziamento gástrico

Tempo de esvaziamento gástrico (TEG) pode ser definido como a velocidade em que as substâncias deixam o estômago após a sua ingestão (BOURREAU *et al.*, 2004). Fatores fisiológicos, farmacológicos e dietéticos podem afetar esta variável, tais como: densidade energética, viscosidade e tamanho da partícula do alimento, volume estomacal, volume de água ingerido, tamanho da refeição, tipo da dieta, quantidade de ácido no duodeno, temperatura e peso

corporal. Por um número de fatores influenciarem o processo, incluindo a metodologia empregada, o TEG relatado nos estudos é de grande variabilidade. Alguns trabalhos encontraram um TEG médio para cães saudáveis de mais de 16 horas (ALLAN *et al.*, 1996; LESTER *et al.*, 1999), enquanto outros encontraram entre 7 a 15 horas (BURNS; FOX, 1986). Desta forma, para avaliar a relação do tamanho corporal com o tempo de esvaziamento gástrico é de extrema importância que o efeito de outras variáveis de possível influência no processo sejam minimizadas ao máximo.

Um TEG mais curto poderia diminuir o tempo de digestão e absorção dos alimentos, devido a menor exposição às secreções gástricas e ao aumento do fluxo de material para o cólon. Consequentemente, a qualidade fecal seria afetada, explicando em partes esta característica encontrada nos cães de raças grandes (WEBER *et al.*, 2001). Entretanto, foi observado que cães de raça grande apresentaram um maior TEG comparado com cães menores, quando alimentados com a mesma dieta seca extrusada (BOURREAU *et al.*, 2004). Assim, esses cães retêm o alimento mais tempo no estômago, contrariando a hipótese supracitada. Apesar disso, nem todos estudos evidenciaram os mesmos resultados. Weber *et al* (2002b) não encontraram relação entre o tamanho e peso corporal e o TEG. Para Poodle Miniatura, Schnauzer Standard, Schnauzer Gigante e Dog Alemão o TEG médio encontrado foi de $18,4 \pm 1,5$; $16,6 \pm 1,3$; $19,8 \pm 1,7$ e $16,8 \pm 1,5$ horas, respectivamente. Este resultado está de acordo com outros estudos que também não encontraram relação do TEG com o tamanho e peso corporal (YAM *et al.*, 2004; BOILLAT *et al.*, 2010).

Apesar dos resultados obtidos nos estudos não convergirem para a mesma hipótese, a maior parte destes não determinou uma correlação entre o tamanho corporal e o TEG (BOILLAT *et al.*, 2010; YAM *et al.*, 2004; WEBER *et al.*, 2002b), sugerindo assim que o maior teor de umidade nas fezes não está relacionado com este parâmetro.

2.5 Tempo de trânsito oro-cecal e no intestino delgado

O intestino delgado desempenha papel essencial na digestão enzimática dos alimentos. A natureza e o tamanho da partícula, bem como as particularidades na capacidade digestiva de cada espécie influenciam no grau de digestão e absorção dos nutrientes. O tempo de trânsito no intestino delgado é fundamental para que o alimento entre em contato com as secreções biliares e

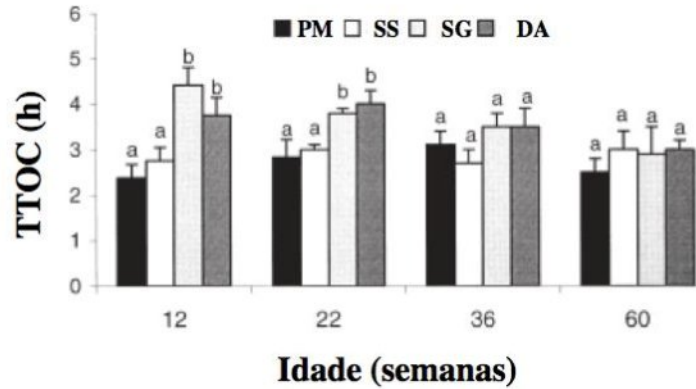
enzimáticas provenientes da mucosa e do pâncreas, responsáveis pela digestão dos alimentos e consequente absorção dos nutrientes. Um tempo de trânsito reduzido resultaria em uma menor capacidade digestiva e absorviva, uma vez que cada nutriente apresenta um sitio específico de absorção e um maior fluxo de material pelo intestino resulta em maior conteúdo não absorvido no intestino grosso, com consequente influência na qualidade fecal.

Dentre as variáveis empregadas na literatura para avaliação do tempo de trânsito no intestino delgado destacam-se: o tempo de trânsito oro-cecal (TTOC) e o tempo de trânsito no intestino delgado (TTID), o qual pode ser calculado através do TTOC.

O TTOC pode ser definido como tempo em que a refeição leva para chegar ao ceco desde a sua deglutição (PRIEBE *et al.*, 2004). Basicamente, é constituído pelo TEG acrescido de tempo de trânsito no intestino delgado (TTID). Este parâmetro pode ser analisado através do método sulfassalazina-sulfapiridina, em que a sulfassalazina é ingerida juntamente com a refeição e a consequente concentração plasmática da sulfapiridina é detectada para mensurar o TTOC (OSWALD *et al.*, 2015).

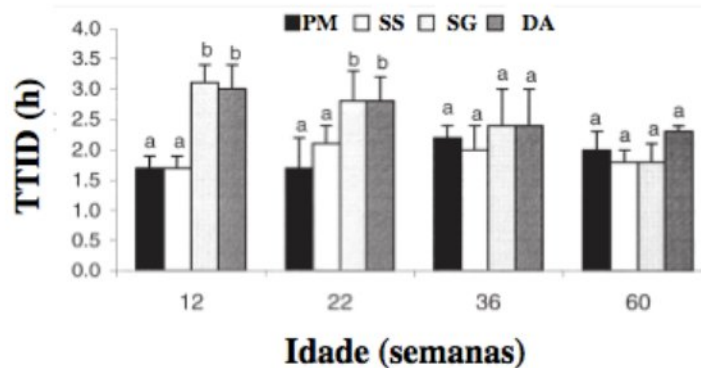
Da mesma forma que o TEG, o TTID, e consequentemente o TTOC, sofrem influência de características intrínsecas do animal e do alimento (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2006). Devido a isto, os estudos mostram uma grande variabilidade no TTID e no TTOC. Weber *et al* (2002) analisaram o TTID e o TTOC em cães da raça Poodle Miniatura, Schnauzer Standard, Schnauzer Gigante e Dog Alemão as 12, 22, 36 e 60 semanas de idade. O TTOC médio encontrado nos cães adultos ($2,5 \pm 0,2$ h, n= 24) foi semelhante ao encontrado em Beagle ($2,4 \pm 0,5$ h). Foi observado uma relação positiva do tamanho e peso corporal no TTID e no TTOC durante o primeiro período de desenvolvimento, nas 12 e as 22 semanas de idade. Dog Alemão e Schnauzer Gigante apresentaram um maior TTID e TTOC em comparação com as outras raças. Entretanto, este efeito não foi significativo depois das 22 de idade (Figura 4; Figura 5).

Figura 4 - Efeito do tamanho corporal no tempo de trânsito oro-cecal (TTOC) médio nas 12, 22, 36 e 60 semanas de idade em Poodle Miniatura (PM), Schnauzer Standard (SS), Schnauzer Gigante (SG) e Dog Alemão (DA).



Fonte: Adaptado de Weber *et al* (2002)

Figura 5 - Efeito do tamanho corporal no tempo de trânsito no intestino delgado (TTID) médio nas 12, 22, 36 e 60 semanas de idade em Poodle Miniatura (PM), Schnauzer Standard (SS), Schnauzer Gigante (SG) e Dog Alemão (DA).



Fonte: Adaptado de Weber *et al* (2002)

Estes resultados estão de acordo com outros estudos que também não encontraram uma relação entre TTOC e o tamanho corporal em cães adultos (WEBER *et al.*, 2003b; HERNOT *et al.*, 2006). Assim, não é possível correlacionar a pior qualidade fecal de cães de grande porte com um menor tempo de trânsito no intestino delgado.

2.6 Tempo de trânsito no intestino grosso

O intestino grosso, composto pelo ceco, cólon e o reto, desempenha papel importante na absorção de água e eletrólitos e na fermentação dos substratos que escaparam da digestão no intestino delgado (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2006). O tempo de trânsito do conteúdo alimentar nesta porção do trato gastrointestinal influencia na magnitude dos eventos fisiológicos ocorridos. Um tempo de trânsito no intestino grosso (TTIG) reduzido poderia afetar a qualidade fecal através do menor tempo disponível para absorção dos fluidos e minerais. Entretanto, o TTIG de cães de raça grande é significativamente maior em comparação com cães de raça pequena (HERNOT *et al.*, 2006), chegando a representar 70% do tempo de trânsito total médio nesses cães em relação a apenas 39% nos de pequeno porte. Este maior TTIG poderia ser explicado por um maior tamanho do cólon em cães de raça grande. Hernot *et al* (2005a) relataram uma maior superfície e o volume colo retal em Dog Alemão em relação aos Poodle Miniatura.

2.6.1 Fermentação e microbiota colônica

O intestino grosso é colonizado por um complexo ecossistema de microrganismos de vários gêneros e centenas de espécies bacterianas (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2006). Grande parte das bactérias presentes no intestino saudável são anaeróbicas, sendo os principais gêneros encontrados no cão *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Bacteroides* e *Clostridium* (MASKELL; JOHNSON, 1993). A variabilidade populacional da microbiota é grande e muito dependente do indivíduo, não sendo atribuída relação entre raças de cães e gêneros de bactérias residentes do intestino (SIMPSON *et al.*, 2002).

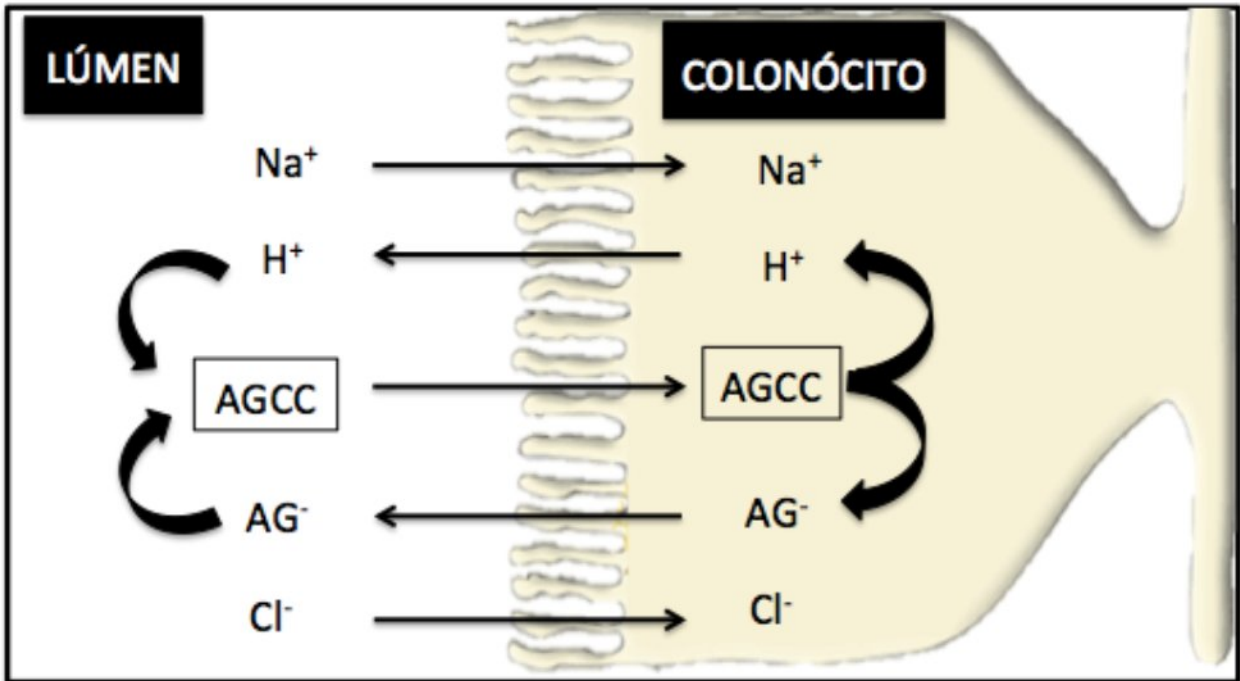
As bactérias presentes no cólon são responsáveis pela fermentação de nutrientes dietéticos e secreções endógenas que escapam da digestão e absorção no intestino delgado (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2006). Exemplos destes componentes incluem amido resistente, polissacarídeos não amiláceos, açúcares não absorvíveis, oligossacarídeos, proteína dietética, enzimas endógenas e muco. Os principais produtos resultantes da fermentação bacteriana são os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), lactato, dióxido de carbono e gás hidrogênio. Entretanto, outros produtos, como amônia, metano, aminas, fenóis e indóis também podem ser produzidos durante a fermentação (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2006). São vários os fatores que

influenciam a proporção em que estes produtos são produzidos (CUMMINGS; MACFARLANE, 1991):

- Microbiota residente no cólon
- Interações microbianas
- Disponibilidade de nutrientes disponíveis para fermentação
- Fatores intrínsecos do hospedeiro
- TTIG

Um maior TTIG pode resultar em uma maior fermentação bacteriana e consequente produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Os AGCC, compostos principalmente pelo acetato, propionato e butirato desempenham papel importante na fisiologia normal do cólon, onde constituem a principal fonte de energia para o enterócito, estimulam a proliferação celular do epitélio, o fluxo sanguíneo visceral e estão envolvidos na função osmorregulatória (CAMPOS *et al.*, 1999). Estes compostos são absorvidos primariamente por difusão passiva do ácido não ionizado e por um transportador de membrana. Uma vez absorvidos, os AGCC são ionizados a hidrogênio e ácidos graxos, sendo o primeiro trocado por sódio e o segundo, principalmente butirato, por cloreto (Figura 6). Os ácidos graxos são metabolizados a bicarbonato no colonócito, o qual é trocado por cloro. O resultado final do processo é a absorção de sódio e cloro e secreção de bicarbonato (CAMPOS *et al.*, 1999). Além disso, a absorção dos AGCC e do sódio no intestino grosso são responsáveis por grande parte da absorção de água (STEVENS e HUME, 1995).

Figura 6 - Absorção celular de ácido graxo de cadeia curta com estimulação da absorção de sódio e cloro.



Fonte: Adaptado de Campos *et al.*, (1999)

AG = ácido graxo; AGCC = ácido graxo de cadeia curta; Cl⁻ = cloro; H⁺ = íon hidrogênio; Na⁺ = sódio

A atividade fermentativa no cólon de cães de raças grandes foi analisado indiretamente através da quantificação dos produtos fermentativos (WEBER *et al.*, 2004) e da digestibilidade da fibra dietética aparente (WEBER *et al.*, 2003a). Foi encontrado uma correlação positiva entre o tamanho corporal e a concentração de ácido láctico e AGCC nas fezes. Esta maior produção de AGCC pode exceder a capacidade absorptiva dos colonócitos, levando ao acúmulo dos mesmos no lúmen intestinal. Devido a seu elevado poder osmótico, os AGCC atraem água e sódio para o lúmen, levando a produção de fezes com maior teor de umidade e pior qualidade (WEBER; BOURGE; NGUYEN. 2016).

2.6.2. Permeabilidade intestinal e absorção de eletrólitos

A permeabilidade intestinal é a propriedade do epitélio em permitir a absorção passiva de algumas moléculas sem um mecanismo de transporte mediado passivo ou ativo (TRAVIS; MENZIES, 1992). Já foi observado a relação entre diarreia e permeabilidade intestinal

aumentada tanto em humanos quanto em animais. Na permeabilidade intestinal aumentada ocorre o refluxo de eletrólitos previamente absorvidos para o lúmen, levando a uma maior retenção luminal de eletrólitos e água e um consequente aumento da umidade fecal.

Hernot *et al* (2009) observaram uma maior permeabilidade no cólon e uma maior quantidade de sódio nas fezes de Dog Alemão em comparação com Poodle Miniatura, Schnauzer Padrão e Schaneuzer Gigante. Todos animais ingeriram a quantidade de sódio de acordo com seu peso metabólico, não podendo atribuir esta maior concentração fecal a um maior consumo do mineral. Os resultados estão de acordo com Weber *et al* (2004) que encontraram uma maior concentração fecal de sódio e potássio e uma correlação negativa entre o tamanho corporal e a digestibilidade destes minerais, o que enfatiza a hipótese da influencia da movimentação iônica no cólon sobre o padrão fecal.

A absorção de eletrólitos, principalmente do sódio, geralmente reduz a pressão osmótica intra-luminal, atraindo assim a água do lúmen para a corrente sanguínea por difusão simples. Uma maior concentração de eletrólitos nas fezes sugere uma maior pressão osmótica intra-luminal. Como a transporte da água é regulado pela gradiente osmolar, uma pressão aumentada no lúmen poderia resultar em menor absorção de água e/ou hipersecreção de água no luz intestinal, explicando assim, em partes, a maior umidade fecal em cães de grande porte (WEBER *et al.*, 2004).

Esta menor absorção de sódio e potássio pode estar relacionada a vários fatores, como alterações na permeabilidade e motilidade intestinal (WEBER *et al.*, 2002a; HERNOT *et al.*, 2009), no mecanismo de absorção dos eletrólitos (WEBER *et al.*, 2004) e a na integridade da mucosa (HERNOT *et al.*, 2004). Alterações na motilidade intestinal reduzem a mistura e homogeneização do conteúdo luminal e o tempo disponível para a absorção dos eletrólitos, enquanto alterações na integridade da mucosa podem alterar os mecanismos de absorção dos minerais (HERNOT *et al.*, 2004). Qualquer alteração no mecanismo absorptivo dos íons pode interferir na sua concentração luminal. Uma menor concentração dos canais específicos de sódio, uma diminuição na troca entre sódio e hidrogênio, bem como mudanças na atividade da bomba Na/K ATPase podem resultar em uma menor absorção deste íon. Já o potássio geralmente é absorvido no intestino delgado e secretado no cólon. As forças eletroquímicas presentes no lúmen intestinal determinam a quantidade de potássio que é secretada. Um excesso de ânions no lúmen poderia aumentar a secreção de potássio, explicando assim a sua menor digestibilidade (WEBER

et al., 2004). Ainda são necessários mais estudos para comprovar uma possível particularidades no mecanismo de absorção dos eletrólitos em cães de grande porte.

3. RECOMENDAÇÕES NUTRICIONAIS

O maior tempo de residência no intestino grosso de cães de raça grande resulta em um maior tempo disponível para a fermentação do material proveniente do intestino delgado. Como discutido anteriormente, a fermentação é um dos fatores que colaboram para a formação de fezes de pior qualidade. Para minimizar a fermentação no cólon é necessário ter um controle da quantidade e da digestibilidade das proteínas e carboidratos adicionados a dieta.

3.1 Quantidade e qualidade proteica

As proteínas não digeridas no intestino delgado estão sujeitas a putrefação no intestino grosso, levando a uma acumulação de produtos fermentativos como amônia, aminas, fenóis, indóis e sulfitos, ácidos graxos de cadeia ramificada, ácidos graxos de cadeia curta e gases (MACFARLANE; CUMMINGS 1991), podendo assim afetar negativamente a qualidade fecal. A quantidade de proteína que chega ao intestino grosso depende da quantidade adicionada a dieta, da quantidade consumida em matéria seca e da sua digestibilidade.

A quantidade de proteína adicionada a dieta e a sua digestibilidade afetam a qualidade fecal de cães de raças grande (NERY *et al.*, 2012; NERY *et al.*, 2010). Duas fontes proteicas de diferente digestibilidade e que são comumente empregadas em rações para cães foram comparadas: glúten de milho e farinha de aves. As dietas a base de glúten de milho, fonte proteica de maior digestibilidade, levaram a uma produção fecal de melhor qualidade e com menor teor de umidade em cães de raça grande em comparação as dietas a base de farinha de aves. Além disso, os animais alimentados com a dieta a base de glúten de milho apresentaram uma menor produção de compostos fermentativos nas fezes, indicando uma menor atividade fermentativa pela menor chegada de proteínas no cólon. A quantidade de proteína adicionada também afetou a qualidade fecal. As dietas com alto teor de proteína bruta, 39%, comparadas com as menor teor, 22%, resultaram em uma pior qualidade fecal independente da fonte proteica empregada. Desta maneira, para formulação de dietas para cães de grande porte é necessário levar em consideração a quantidade de proteína bruta e a digestibilidade das fontes proteicas adicionadas a dieta.

3.2 Carboidratos

Os carboidratos são definidos como polihidroxi aldeídos ou polihidroxi cetonas e representam a principal fonte de energia nas rações extrusadas para cães devido a sua essencialidade no processo de fabricação. Em relação a sua funcionalidade, os carboidratos podem ser classificados em quatro grandes grupos: absorvível (monossacarídeos), digestível (dissacarídeos, alguns oligossacarídeos e polissacarídeos não estruturais), fermentáveis (lactose, alguns oligossacarídeos, fibra dietética e amido resistente) e não fermentáveis (algumas fibras dietéticas, como celulose) (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2006).

3.2.1 Fibras

A fibra dietética, a qual faz parte do grupo dos carboidratos, pode ser definida de duas formas:

- Forma fisiológica: componentes do alimento que resistem à degradação por parte das enzimas dos mamíferos
- Forma química: conjunto de polissacarídeos não amiláceos (PNA) e lignina

As fibras também podem ser classificadas quanto à sua solubilidade, em solúveis e insolúveis, e de acordo com sua fermentabilidade, em alta, média e baixa (Tabela 2).

Tabela 2 – Propriedades de algumas fibras utilizadas em dietas para cães

Fibra	Propriedades	
	Fermentabilidade	Viscosidade
Celulose	N	N
Polpa de beterraba	S	N
Pectina e goma arábica	S	S
FOS	S	N

Fonte: Adaptado de National Research Council (2006)

FOS: Frutooligossacarídeo; N: não; S: sim

As solúveis são constituídas pelos PNA solúveis em água, normalmente são fermentáveis, viscosas e gelificantes. Já as insolúveis são constituídas pelos PNA insolúveis em água, sendo geralmente pouco fermentáveis e não viscosas, eliminadas praticamente de forma intacta. As fibras pouco fermentáveis, como a celulose, praticamente não fermentam no intestino grosso e tem alta capacidade de retenção de água devido a sua comprimento estrutural (SABCHUK, 2014). A polpa de beterraba é classificada como um fibra de média fermentabilidade , entre 19 e 25%, enquanto o frutooligosacarídeo (FOS) é considera como uma fibra de alta fermentabilidade e vai de 90 a100% (WEBER; BIOURGE; NGUYEN, 2016).

A proporção de fibras fermentáveis e não fermentáveis adicionada a dieta é de extrema importância para a saúde intestinal e para produção de fezes de qualidade, e irá depender do objetivo específicos a ser atingido.

Na tentativa de melhorar o escore fecal de cães de grande porte, o uso de fibras pouco fermentáveis e a redução de fibras fermentáveis na dieta é uma alternativa promissora. WEBER; BIOURGE; NGUYEN, (2016) observaram que Pastor Alemão apresentaram uma pior qualidade fecal como aumento de FOS e polpa de beterraba na dieta. Em contrapartida, a adição de celulose resultou em uma melhor na qualidade fecal de cães de grande porte (Tabela 3).

Tabela 3. Influência da fonte e da quantidade de fibra na dieta de cães de grande porte sobre o escore fecal e a % de escore fecal considerado ótimo, sendo o escore 1 designado para a diarreia e 5 para fezes duras e secas. O escore fecal 4 foi considerado ótimo.

Cães de raça grande		
Suplementação com FOS	Escore fecal	% de Escore fecal considerado ótimo
0%	3,86 ± 0,05	72,5 ± 10,5
0,5%	3,73 ± 0,17	51,3 ± 12,6
0,7%	3,64 ± 0,10	35,9 ± 14,4
1,0%	3,60 ± 0,1	34,0 ± 9,9
1,5%	3,61 ± 0,15	16,0 ± 9,0
Suplementação com PB		
0%	3,67 ± 0,12	67,3 ± 11,7
2,5%	3,68 ± 0,12	68,4 ± 9,3
5,0%	3,51 ± 0,19	54,5 ± 14,4
7,5%	3,08 ± 0,32	29,3 ± 13,9
Suplementação com celulose		
0%	3,61 ± 0,15	39,5 ± 21,2
1,5%	3,80 ± 0,20	62,2 ± 13,1
3%	3,82 ± 0,10	69,2 ± 15,9
4,7%	3,90 ± 0,22	78,4 ± 28,9

Fonte: Adaptado de WEBER; BOURGE; NGUYEN, (2016)

FOS: frutooligossacarídeo; PB: Polpa de beterrada

3.2.2 Amido resistente

O amido é o principal polissacarídeo digestível das plantas, presente em grandes quantidades nos grãos cereais (BERTECHINI, 2012). Embora apresente um alta susceptibilidade à ação enzimática em monogástricos, há uma porção do amido que é resistente a hidrólise (CARCIOFI, 2008). Amido e os produtos de sua degradação que escapam da digestão e absorção no intestino delgado são classificados como amido resistente (AR) (MUIR; O'DEA, 1993) e podem ser fermentados no intestino grosso. O AR pode ser classificado de quatro maneiras:

inacessível fisicamente, grânulos de amido resistente, amido retrógrado ou amido modificado quimicamente (BIRD; BROWN; TOPPIN, 2000). Estas formas de amido são encontrados em grande quantidade em ingredientes com partículas moídas em alta granulometria, mal cozidas, em alimentos cozidos e resfriados e em amidos modificados quimicamente (BROWN *et al.*, 2001).

Goudez *et al* (2011a) avaliaram o efeito do AR proveniente de duas fontes (amido de milho rico em amilose e amido de batata) adicionado em diferentes proporções (0,6 %, 2,5%, 4,3% e 7,4% e 11,4% da matéria seca) em cães de diferente porte. Cães de raça pequena não tiveram seu escore fecal afetado independente da quantidade de AR adicionado na dieta. Já nos cães de raça grande, a frequência de fezes de pior qualidade foi altamente correlacionada com o nível de suplementação do amido resistente adicionado a dieta. Além disso, esses animais apresentaram um melhor escore fecal quando alimentados com a dieta com adição de amido de milho rico em amilose (7,4%) em comparação com a dieta com a adição de amido de batata (7,4%), indicando que esta induz a uma maior atividade fermentativa no cólon. A fonte de amido e sua forma de processamento também influenciam na qualidade fecal de cães de grande porte (GOUDEZ *et at.*, 2011b, 2012a,b) Dietas a base em milho e arroz resultaram em um melhor escore fecal e com menos concentração de produtos fermentativos em comparação com uma dieta a base de trigo. Cada fonte de amido possui uma proporção de fibras diferente, bem como uma relação amilose/amilopectina própria, o que influencia na sua digestibilidade e consequente capacidade fermentativa. Além disso, o processo térmico realizado e a forma no qual o ingrediente se encontra interferem também no seu potencial fermentativo. A forma purificada do amido resulta em partículas de menor granulometria favorecendo o cozimento das mesmas no processo de extrusão, levando assim a uma maior digestibilidade e menor fermentação de material no cólon (WEBER; BIOURGE; NGUYEN, 2016).

A fonte de amido empregada, sua granulometria e as condições de processo são fatores que influenciam na digestibilidade do ingrediente. Desta forma, estes fatores devem ser levados em consideração na formulação de dietas para cães de grande porte afim de minimizar a produção de fezes de pior qualidade.

4 CONCLUSÃO

A pior qualidade fecal observada em cães de grande porte é devido ao maior tempo de residência do conteúdo alimentar no intestino grosso, o que resulta em uma maior fermentação do material não digerido proveniente do intestino delgado, e a uma maior permeabilidade e menor digestibilidade do sódio e potássio. Os ácidos graxos resultantes da fermentação atraem água e sódio para o lúmen intestinal, devido as suas propriedades osmorregulatórias, resultando em um maior teor de umidade fecal. Da mesma forma, o menor absorção de sódio e potássio no cólon resultam em um aumento da pressão osmótica intra-luminal e no conseqüente acúmulo de água no lúmen.

É possível a manipulação da dieta para cães de grande porte afim de minimizar o impacto da influência anatomofisiológica que ocorrem nestas raças. A adição de fibras não fermentáveis e o controle da relação fibras fermentáveis/fibras não fermentáveis, reduz a fermentação colônica e a conseqüente produção de ácidos graxos. Além disso, o controle da quantidade e qualidade proteica também são importantes para o controle fermentativo. O uso de fontes de alta digestibilidade, e como resultado, a menor porcentagem de proteína bruta adicionada a dieta resultam na menor chegada de material não digerido no cólon. Por fim, o uso de fontes energéticas com alta digestibilidade e de granulometria adequada são essenciais para prevenção da fermentação excessiva e da produção fecal de pior qualidade.

O entendimento da alometria diferenciada entre cães de grande e pequeno porte ainda não está completamente elucidada. Poucos trabalhos são encontrados e o número de animais utilizados ainda é pequeno para conclusões mais apuradas quanto a manipulação do escore fecal apesar de um grande passo ter sido dado para a manipulação de dietas e produção de escores fecais mais aceitáveis em raças de grande porte.

REFERÊNCIAS

- ALLAN, F. J *et al.* Gastric emptying of solid radiopaque markers in healthy dogs. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Raleigh, v. 37, n.5, p. 336-344, Sept. 1996.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2012, 373 p.
- BIRD, A. R.; BROWN, I. L.; TOPPIN, D. L. Starches, resistant starches, the gut microflora and human health. **Current Issues in Intestinal Microbiology**, Wymondham, v. 1, n. 1, p. 25-37, Mar 2000.
- BOILLAT, C. S.; GASCHEN, F. P.; HOSGOOD, G. L. Assessment of the relationship between body weight and gastrointestinal transit times measured by use of a wireless motility capsule system in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 71, n. 8, p. 898-902, Aug. 2010.
- BOURREAU, J. *et al.* Gastric emptying rate is inversely related to body weight in dog breeds of different sizes. **Journal of Nutrition**, Rockville, v. 134, n. 8, p. 2039S-2041S, Aug. 2004.
- BROWN, R. G. *et al.* Resistant starch: Plant breeding , applications development and commercial use. In: McCEARY, B. V.; PROSKY, L. (Ed.) **Advanced Dietary Fiber Technology**. Oxford: Blackwell Science Ltd. p. 401-412
- BURNS, J.; FOX, S. M.; The use of a barium meal to evaluate total gastric-emptying time in the dog. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Raleigh, v. 27, n. 6, p. 169-172, Nov. 1986
- CAMPOS, F. G. *et al.* Ácidos graxos de cadeia curta e doenças colorretais. **Revista Brasileira de Coloproctologia**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 11-16, jan. 1999.
- CARCIOFI, A. C. Fontes de proteínnas e carboidratos para cães e gatos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p. 28-41, jul. 2008.
- CUMMINGS, J. H.; MACFARLANE, G. T. The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon: a review. **The Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 70, n. 6, p. 443-459, Jun. 1991.
- DRISCOLL C. A.; MACDONALD D. W.; O'BRIEN S. J. From wild animals to domestic pets, an evolutionary view of domestication. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 106, n. 1, p. 9971-9978, Jun. 2009
- GOUDEZ, R. *et al.* Influence of different levels and sources of resistant starch on faecal quality of dogs of various body size. **The British Journal of Nutrition**, Wallingford, v. 106, n. S1, p. S211-S215, Oct. 2011a.

GOUDES, R. et al. Influence of different sources of purified starch on digestibility & stool characteristics in dog differing in body size. **The European Society of Veterinary and Comparative Nutrition Congress**, v. 15, p. 67-68, 2011b.

GOUDER, R. et al. Influence of different sources of corn starch on stool characteristics in dog differing in body size. **The American College of Veterinary Internal Medicine Forum**, v. 30, p. 810-811, 2012a

GOUDER, R. et al. Influence of different form of starch sources in expanded dry diet on stools characteristics in dogs differing in body size. **The American Academy of Veterinary Nutrition Symposium**, v. 12, p. 16-17, 2012b.

HERNOT, D. C. et al. Relationship between Electrolyte Apparent Absorption and Fecal Quality in Adult Dogs Differing in Body Size. **The Journal of Nutrition**, Springfield, v. 134, n. 8, p. 2013S-2034S, Aug. 2004.

HERNOT, D. C. **Influence de la taille sur les fonctions du gros intestine et les caractéristiques fécales chez le chien adulte**. 2005. Tese (Doutorado em Fisiologia e biologia dos organismos). Nutrition Université de Nantes, Nantes, 2005a

HERNOT, D. C. *et al.* Relationship between total transit time and faecal quality in adult dogs differing in body size. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 89, n. 3-6, p. 189-193, 2005b.

HERNOT, D. C. *et al.* Evaluation of association between body size and large intestinal transit time in healthy dogs. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 67, n.2, p. 342-347, Feb. 2006.

HERNOT, D. C. *et al.* Colonic permeability is higher in great Dane compared to smaller breed-dogs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 93, n.6, p. 703-709, Dec. 2009.

JIAN, R.; NAJEAN, Y.; BERNIER, J. Measurement of intestinal progression of a meal and its residues in normal subjects and patients with functional diarrhea by dual isotope technique. **Gut**, London, v. 25, n. 7, p. 728-731, July, 1982.

LESTER, N. V. *et al.* Assessment of barium impregnated polyethylene spheres (BIPS) as a measure of solid-phase gastric emptying in normal dogs: comparison to scintigraphy. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Raleigh, v. 40, n. 5, p. 465-471, Sept. 1999.

MASKELL, I. E.; JOHNSON, J. V. Digestion and absorption. In: BURGER, I. H. (Ed.). **The Waltham book of Companion Animal Nutrition**. Oxford: Pergamon Press, 1993. p. 25-44.

MEYER, H; KIENZLE, E. ZENTEK, J. Body size and relative weights of gastrointestinal tract and liver in dogs. **Journal of Veterinary Nutrition**, v. 2, p. 31-35, 1993

MEYER, H. *et al.* Digestibility and compatibility of mixed diets and faecal consistency in different breeds of dogs. **Zentralbl Veterinaermed A**, v. 46, n. 3, p. 155-165, Apr. 1999.

MOXHAM, G. Waltham feces scoring system – A tool for veterinarians and pet owners: How does your pet rate? **Waltham Focus**, Waltham on the Wolds, v. 11, p. 24-25, 2001.

MUIR, J. O'DEA, K. Validation of an in vitro assay for predicting the amount of starch that escapes digestion in the small intestine of humans. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 57, n. 4, p. 540-546, Apr. 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dogs and cats**. Wasington, DC: National Academies Press, 2006. 398 p.

OSWALD, H. *et al.* Canine gastrointestinal physiology: Breeds variations that can influence drug absorption. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, Stuttgart, v. 97, part A, p. 192-203, Nov. 2015.

PIHKANEN, S., VAINOLA, R. e VARVIO, S. Characterizing dog breed differentiation with microsatellite markers. **Animal Genetics**, Oxford, v. 27, n. 5, p. 343-346, Oct. 1996.

PRIEBE, M. G. *et al.* Oro-cecal transit time: influence of a subsequent meal. **European Journal of Clinical investigation**, Berlim, v. 34, n. 6, p. 417-421, June, 2004.

ROLFE, V. E. *et al.*, Relationship between faecal character and intestinal transit time in normal dogs and diet-sensitive dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 43, n. 7, p. 290-294, July 2002.

RUVISKY, A; SAMPSON, J. (Ed.) *The genetics of the dog*. Oxford: CABI Publishing, 2001. 564 p.

SABCHUK, T. T. **Fontes de fibras na alimentação para cães**. 2014. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

SIMPSON, J. M. *et al.* Characterization of fecal bacterial populations in canines: effects of age, breed and dietary fiber. **Microbial Ecology**, New York, v. 44, n. 2, p. 186-197, Aug. 2002.

SPELL, J. (Ed.) **The Domestic Dog: Its Evolution, Behaviour, and Interactions with People**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. 268 p.

STEVENS, C. E.; HUME, I. D. **Comparative Physiology of the Vertebrate Digestive System**. New York: Cambridge University Press, 1995. 420 p.

SUNDQVIST A.K. *et al.* Unequal contribution of sexes in the origin of dog breeds. **Genetics**, Austin, v. 172, n. 2, p.1121–1128, Feb. 2006.

TRAVIS, S; MENZIES, I. Intestinal permeability: functional assessment and significance. **Clinical Sciences**. London, v. 82, n.5, p. 471-488, May. 1992.

WEBER, M. P. *et al.* Gastrointestinal transit of solid radiopaque markers in large and giant breed growing dogs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 85, n. 7-8, p. 242-250, Aug. 2001.

WEBER, M. P. *et al.* Influence of age and body size on intestinal permeability and absorption in healthy dogs. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 63, n.9, p. 1323-1328, Sept. 2002a.

WEBER, M. P. *et al.* Influence of age and body size on gastrointestinal transit time of radiopaque markers in healthy dogs. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 63, n. 5, p. 677-682, May, 2002b.

WEBER, M. P. *et al.* Influence of age and body size on the digestibility of a dry expanded diet in dogs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 87, n. 1-2, p 21-31, Jan, 2003a.

WEBER, M. P. *et al.* Influence of age and body size on orocecal transit time as assessed by use of the sulfalazine method in healthy dogs. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 64, v.9, p. 1105-1109, Sept. 2003b

WEBER, M. P. *et al.* Effect of size on electrolyte apparent absorption rates and fermentative activity in dogs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 88, n. 9-10, p. 356-365, Oct. 2004.

WEBER, M. P.; BIOURGE, V. C.; NGUYEN, P. G. Digestive sensitivity varies according to size of dogs: a review. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, doi:10.1111/jpn.12507, Mar. 2016.

YAM, P. S.; MCLELLAN, J.; WYSE, C. REID, S. W.; COOPER, J.; PRESTON, T. Effect of body size on gastric emptying using the ¹³C-octanoic acid breath test. **Journal of Small Animal Practice**, Oxford, v. 45, n. 8, p. 386-389, Aug. 2004

ZENTEK, J.; MEYER, H. Normal handling of diets – are all dogs created equal. **Journal of Small Animal Practice**, Oxford, v. 36, n.8, p. 354-359, Aug. 1995.