

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**MARIANA LORENÇÃO FEITOSA**

**UTILIZAÇÃO DE SORGO NA DIETA DE CÃES OBESOS COMO  
ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO DE PESO CORPORAL: AVALIAÇÃO  
CLÍNICA E LABORATORIAL**

**ALEGRE – ES**

**2011**

**MARIANA LORENÇÃO FEITOSA**

**UTILIZAÇÃO DE SORGO NA DIETA DE CÃES OBESOS COMO  
ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO DE PESO CORPORAL: AVALIAÇÃO  
CLÍNICA E LABORATORIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de **Mestre em Ciências Veterinárias**, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Surama Freitas Zanini

Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Karina P. Apteckmann

**ALEGRE – ES**

**2011**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES,  
Brasil)

---

Feitosa, Mariana Lorenção, 1980-

F311u Utilização de sorgo na dieta de cães obesos como estratégia para  
redução de peso corporal : avaliação clínica e laboratorial / Mariana  
Lorenção Feitosa. – 2011.

115 f. : il.

Orientadora: Surama Freitas Zanini.

Coorientadora: Karina P. Aptekmann.

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade  
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Milho. 2. Sorgo. 3. Amido. 4. Obesidade. 5. Glicemia. 6. Cães. I.  
Zanini, Surama Freitas. II. Aptekmann, Karina P. III. Universidade  
Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 619

---

MARIANA LORENÇÃO FEITOSA

UTILIZAÇÃO DE SORGO NA DIETA DE CÃES OBESOS COMO ESTRATÉGIA  
PARA REDUÇÃO DE PESO CORPORAL: AVALIAÇÃO CLÍNICA E  
LABORATORIAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal.

Aprovada em 24 de março de 2011.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Surama Freitas Zanini  
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES  
Orientadora

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Karina Preising Aptekmann  
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES  
Co-orientadora

---

Prof. Dr. Geraldo Luiz Colnago  
Universidade Federal Fluminense - UFF

---

Prof. Dr. Luiz Fernando Aarão Marques  
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

**DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho à minha querida e amada mãezinha Mirtes, verdadeiro exemplo de serenidade e cordialidade, por estar sempre ao meu lado, com sua força de pensamento e de querer bem.*

*À memória do meu pai Anchieta e minha avó Dindinha, por todo ensinamento de vida, perseverança e fé.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, por iluminar sempre os meus caminhos a seguir em frente e não desanimar ante aos obstáculos;

A Universidade Federal do Espírito Santo e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias pela oportunidade;

A minha amável mãe Mirtes Maria Lorenção Feitoza pelo amor, pela compreensão, confiança e pelos ensinamentos mais sublimes. A essa mulher de força, devo toda minha dedicação e toda a perseverança encontrada;

Ao meu pai José Anchieta Feitoza (*in memoriam*), que mesmo não estando presente de corpo, seu espírito foi uma constância em minha vida. Esse herói me deixou a certeza que a sabedoria é o bem mais inestimável do ser humano;

À minha querida orientadora Profa. Dra. Surama Freitas Zanini, pela orientação, pela dedicação, pela confiança depositada, pelo bom convívio, pela amizade criada e cultivada e especialmente pela contribuição na minha formação como pessoa e não somente para a elaboração da dissertação. Obrigada por ter sido muito mais que uma orientadora, obrigada por realmente ter sido minha amiga e confidente;

À Profa. Dra. Karina Preising Aptekmann, pela supervisão, contribuição, além da confiança e amizade inigualável que conquistamos nessa caminhada;

Ao Prof. Dr. Luiz Fernando Aarão Marques, pela eterna amizade, pelas sugestões, contribuição durante todo o mestrado, pela imprescindível ajuda nas análises estatísticas e principalmente pelas lições de vida que levarei sempre comigo;

Ao Prof. Dr. Fabiano Sellos Costa, pelo incentivo e ajuda em todas as etapas do mestrado;

À Profa. Dra. Lenir Cardoso Porfírio, minha primeira orientadora e maior incentivadora na clínica de pequenos animais;

Ao Prof. Dr. Geraldo Luiz Colnago, pela oportunidade e colaboração;

Ao meu irmão Alexandre Lorenção Feitosa, por tantas vezes me auxiliar em dias e noites no laboratório, sem sessar; a minha cunhada Carla Vinha pela ajuda nas pesagens de ração e todo o apoio;

Ao meu irmão Ricardo Lorenção Feitosa, por ter sido o maior incentivador antes e durante todo o mestrado;

À minha irmã Vanda e afilhada Paloma, por todo o carinho;

À minha querida avó Angélica Brioschi Lorenção, por toda a companhia e ajuda na realização dessa etapa de minha vida;

À minha iluminada avó Brígida Elizabetha Bernabé Feitosa (*in memoriam*), pelos ensinamentos de oração e fé;

Ao adorável Edivam Minete, pela imensa colaboração na execução do projeto, pelas ajudas nas incansáveis pesagens de ração. Sem você teria sido muito mais difícil.

Aos meus amigos Fabiano e Elaine Gonçalves, Rhuam Amorim por toda a ajuda e principalmente por terem tornado amigos de verdade. Vocês fizeram essa etapa ser muito melhor;

Às minhas amigas por todo apoio físico e emocional, em tantas e tantas vezes; À Úrsula, pela ajuda na pesagem e coleta de material em um ciclo;

A todos os funcionários do Centro de Ciências Agrárias da UFES, os quais ao longo dos sete anos de convivência tornaram-se amigos, ajudando em uma coisinha aqui ou lá, ou somente dando um bom dia com sorriso no rosto, mas sempre tornando meu dia mais alegre. Agradeço especialmente à Madalena, Cândida, Ana Maria e aos funcionários da biblioteca pelos auxílios prestados e pela amizade.

À fábrica de rações DUMILHO (BASA – Brasília Alimentos S/A), pelo material cedido para a realização do experimento;

Ao laboratório DIAGCENTER, pelo espaço cedido para realização das análises laboratoriais, em especial à Elisa, Verônica, Gilvete, pelo apoio técnico e ao Chico, pela confiança;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo com a bolsa de estudos cedida;

Ao canil Lucy Grey, principalmente à Lúcia, por toda a amizade e confiança depositada. Ao Ivo em especial, por ter se empenhado na realização das pesagens e por toda a dedicação. À Matilde, Hortência, Douglas, Priscila e todos do canil que de alguma forma auxiliaram no projeto;

Ao canil da Dra. Suzana, em especial ao querido Felipe por todo o auxílio prestado no decorrer do experimento;

Aos adoráveis cães da raça Beagle (Pepe, Mel, Loly, Flyne, Nenem, Filinha, Bira, Pink, Nina, Cherry, Pocotó, Jack, Chuck (meu lindinho), Fubá, Titio, Bobby, Roni, Heroy, Skol e Bobby Beagle) e cães da raça Daschound (Princesa, Emily, Milie, Hot, Mel, Lora, Pretinha, Litle, Tody, Coffee, Baruck, Preto, Marrom, Will, Bolota, Rex, Baruck Jr.) que me recebiam a cada dia com mais e mais amor!

Aos meus amáveis e inseparáveis cães Thaisa, Zaira, Nina, Slow, Cusco e agora Marine, por estarem sempre ao meu lado em dias e noites de estudo, deitados ou não ao meu pé embaixo da mesa ou disputando por um momento de carinho; Ao Sauron (*in memoriam*), por todos os ensinamentos deixados, pois foi mais que um guerreiro e por ter sido um dos maiores companheiros de estudo. Muitas saudades!!!

A todos que estiveram ao meu lado nesses anos e que de alguma forma contribuíram para a realização e conclusão desta etapa na minha vida.

Muito obrigada!!!



“Qualquer pessoa que se envolva com trabalho científico de qualquer espécie entende que na entrada dos portões do templo da ciência estão gravadas as seguintes palavras:  
É preciso ter fé.”

*Max Planck*

(ganhador do Prêmio Nobel de Física de 1918)

## RESUMO

A obesidade é uma doença nutricional que acomete cerca de 20 a 45% da população canina e está associada a diversas condições patológicas. Com a domesticação dos animais, quantidades crescentes de carboidratos foram adicionados à dieta dos cães, auxiliando no desenvolvimento da obesidade. O amido é o carboidrato mais importante dos alimentos. Sabe-se que a digestão do amido do sorgo ocorre de forma mais lenta que o amido do milho. Esse estudo foi realizado com a finalidade de verificar o efeito da substituição parcial (50%) ou total (100%) do milho presente na dieta para a redução de peso corporal em cães obesos. Além disso, propôs-se a avaliação clínica e laboratorial durante toda etapa de redução de peso. Para isso, foram utilizados 35 cães adultos, de ambos os sexos, entre três e cinco anos de idade, hípidos. Utilizou-se o cálculo do índice de massa corporal canina, o peso corporal e a avaliação do escore de condição corporal para estabelecer a redução de peso. Valores séricos de glicose, frutossamina, colesterol total e triglicerídeos foram mensurados para verificação de prováveis alterações. Os resultados dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância para dados balanceados, utilizando-se o teste SNK para comparação de médias entre os tratamentos com nível de significância de 5%. Em relação às dietas, não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos com milho e sorgo para redução de peso corporal. Todavia, houve efeito ( $P < 0,05$ ) de sexo sobre as dietas assim como houve efeito da raça e da dieta sobre o IMCC ( $P < 0,05$ ). Os cães alimentados com dietas a base de sorgo apresentaram maior IMCC comparado aos cães alimentados com dietas que substituem parcialmente o milho pelo sorgo. Os valores séricos de glicose, frutossamina, colesterol total e triglicerídeos estiveram dentro dos valores de normalidade. Nas condições deste estudo, o estabelecimento de um programa de perda de peso com dietas a base de sorgo e milho mostraram-se eficazes, considerando tanto a redução de peso corporal quanto a manutenção da glicemia e colesterolemia.

**Palavras-chave:** milho, sorgo, nutrição, obesidade, caninos

## ABSTRACT

Obesity is a nutritional disease that affects approximately 20 to 45% of the canine population and is associated with several pathological conditions. With the domestication of animals, increasing amounts of carbohydrates were added to the diet of dogs, assisting in the development of obesity. Starch is the most important carbohydrate foods. It is known that digestion of starch in sorghum occurs more slowly than the starch from corn. This study was conducted to verify the performance of diets formulated with 100% corn, sorghum 100% and 50% corn / sorghum 50%, reducing weight in obese dogs. In addition, proposed the clinical and laboratory evaluation during any stage of weight reduction. For this, we used 35 adult dogs of both sexes, between three and five years old, healthy. It was used to calculate the body mass index canine body weight and evaluation of body condition score to establish the weight reduction. Glucose, fructosamine, total cholesterol, VLDL, HDL and triglycerides were measured for verification of probable laboratory. The results of these parameters were subjected to analysis of variance for balanced data, using the SNK test for mean comparison between treatments with a significance level of 5%. Regarding diet, there was no significant difference between treatments with maize and sorghum to reduce body weight ( $p > 0.05$ ). However, significant effects of gender on the diets ( $p < 0.05$ ). Significant effect of race and diet on the IMCC ( $p < 0.05$ ). Dogs treated with 100% sorghum had higher IMCC compared with dogs fed 50% milho/50% sorghum. The results of serum glucose, fructosamine, total cholesterol, triglycerides, HDL and VLDL showed no significant difference lying within the normal range ( $p > 0.05$ ). The presence of overweight or obese for a short period of time does not alter the levels of glucose, fructosamine and cholesterol in dogs. The establishment of a program of weight loss with diets based on sorghum and maize have been effective, considering both the reduction of body weight and the maintenance of blood glucose and cholesterol.

**Keywords:** corn, sorghum, nutrition, obesity, canines

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

FIGURA 1 – Curva de redução de peso corporal (Kg) dos cães da raça Beagle (RBE) alimentados com dietas contendo milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) durante fase experimental.....47

FIGURA 2 - Curva de redução de peso corporal (Kg) dos cães da raça Daschund (RDA) alimentados com dietas contendo milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) durante fase experimental.....47

FIGURA 3 – IMCC de cães da raça Beagle (RBE) alimentados com dietas contendo milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) durante fase experimental.....50

FIGURA 4 – IMCC de cães da raça Daschund (RDA) alimentados com dietas contendo milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) durante a fase experimental.....51

### CAPÍTULO 2

FIGURA 1 - Representação gráfica das curvas glicêmicas (mg/dL) dos cães mediante o consumo de dietas experimentais DM, DS e DMS em função do tempo..... 65

FIGURA 2 – Representação gráfica dos valores médios das concentrações séricas de glicose de cães alimentados com dietas experimentais contendo milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) aos 28 dias de experimento.....66

FIGURA 3 – Representação gráfica das concentrações séricas de colesterol total aos 0, 28, 56, 84 e 112 dias de experimento em cães alimentados com dietas experimentais milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS).....72

FIGURA 4 - Representação gráfica das concentrações séricas de colesterol total aos 0, 28, 56, 84 e 112 dias de experimento nos cães da raça Beagle (RBE)

alimentados com dietas experimentais milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) (P<0,05).....73

## ANEXOS

FIGURA 1 e 2 - Fachada do canil do cães da raça Daschund (RDA) (1) e Fachada do canil dos cães da raça Beagle (RBE) (2).....92

FIGURA 3 – Fontes de amido estudadas: DM (60% milho= amarela), DS (60% sorgo= verde), DMS (30% milho/ 30% sorgo= vermelha)..... 92

FIGURA 4 – Pesagem, separação e identificação individual das dietas de acordo com o peso metabólico animal, realizadas quinzenalmente.....93

FIGURA 5 – Escore de Condição corporal em cães, segundo LAFLAMME (1997), adaptado de <http://media.wiley.com>.....93

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

TABELA 1- Composição percentual e valores nutricionais calculados (%) das rações oferecidas aos cães (n = 35) durante a fase experimental.....44

TABELA 2 – Valores de peso corporal médio (Kg) e desvio padrão dos cães da raça Beagle (RBE) alimentados com dietas de milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) durante a fase experimental (0 a 112 dias).

TABELA 3 – Valores de peso corporal médio (Kg) e desvio padrão dos cães da raça Daschund (RDA) alimentados com dietas com milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) durante a fase experimental (0 a 112 dias).....46

TABELA 4 – Valores médios de IMCC e seus respectivos desvios padrão em cães das raças Beagle (RBE) e Daschund (RDA).....49

TABELA 5 - Valores médios de IMCC e seus respectivos desvio padrão em cães alimentados com dietas constituídas de milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS).....50

### CAPÍTULO 2

TABELA 1 - Composição percentual e valores nutricionais calculados (%) das rações oferecidas aos cães (n = 35) durante a fase experimental..... 63

TABELA 2 - Valores médios das concentrações séricas de glicose (mg/dL) e desvio padrão nos cães da raça Beagle e Dashound alimentados com dietas contendo milho, sorgo e milho:sorgo, aos 56 e 112 dias de experimento.....67

TABELA 3 - Valores médios das concentrações séricas de frutossamina ( $\mu\text{mol/L}$ ) e seus respectivos desvio padrão em cães alimentados com dietas constituídas de milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) durante o período experimental (0 à 112 dias).....69

TABELA 4 - Valores médios nas concentrações séricas de frutossamina ( $\mu\text{mol/L}$ ) nos cães alimentados com dietas contendo milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) aos 28, 84 e 112 dias de experimento ( $P<0,05$ )..... 70

TABELA 5 - Valores médios das concentrações séricas de frutossamina ( $\mu\text{mol/L}$ ) e seus respectivos desvio padrão nos cães da raça Beagle (RBE) e Dashound (RDA) durante o período experimental (0 aos 112 dias).....70

TABELA 6 - Valores médios das concentrações séricas de colesterol ( $\text{mg/dL}$ ) e seus respectivos desvio padrão nos cães da raça Beagle (RBE) e Dashound (RDA) durante o período experimental (0 aos 112 dias).....72

TABELA 7 - Valores médios das concentrações séricas de colesterol total ( $\text{mg/dL}$ ) em cães das raças Beagle e Dashound aos 28, 56 e 112 dias de experimento ( $P<0,05$ ).....73

TABELA 8 - Valores das concentrações séricas de triglicerídeos dos cães da raça Beagle e Dashound alimentados com dietas contendo milho, sorgo e milho:sorgo, durante o período experimental ( $P<0,05$ ).....75

## **ANEXOS**

TABELA 1 - Consumo individual diário de ração (mg) de acordo com a raça, sexo e dieta experimental.....94

TABELA 2 - Consumo médio de ração (mg) por tratamento (DM, DS, DMS), nos cães da raça Beagle (RBE), durante a fase experimental.....95

TABELA 3 - Consumo médio de ração (mg) por tratamento (DM, DS, DMS), nos cães da raça Dashound (RDA), durante a fase experimental.....95

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Incidência da obesidade nas populações caninas em diferentes regiões.....21

QUADRO 2 – Parâmetros bioquímicos e seus respectivos valores de referência....33



## LISTA DE SIGLAS

AAFCO – American Association of Feed Control Official

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ALT – Alanina Aminotransferase

AST – Aspartato Aminotransferase

DEXA – Absorciometria de raio-x de dupla energia

DM – Dieta 100% milho

DMS – Dieta 50% milho 50% sorgo

DS – Dieta 100% sorgo

ECC – Escore de Condição Corporal

EDTA – Etilenodiaminotetra cético

FA – Fosfatase Alcalina

HDL – Lipoproteína de alta densidade

IMC – Índice de massa corporal

IMCC – Índice de massa corporal canina

Kg – Kilograma

m – Metros

M<sub>0</sub> – Momento zero

M<sub>1</sub> – Momento um

OMS – Organização Mundial de Saúde

PNA – Polissacarídeos não amiláceos

RBE – Raça Beagle

RDA – Raça Daschound

SNK – Student Newman Keuls

TMB – Taxa de Metabolismo Basal

TGO – Transaminase Glutâmico-Oxalacética

TGP – Transaminase Glutâmico-Pirúvica

VLDL – Lipoproteína de muito baixa densidade

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1	OBESIDADE.....	21
2.1.1	Estratégias para redução de peso corporal.....	24
2.2	CARBOIDRATOS.....	25
2.2.1	Classificação dos Carboidratos.....	25
2.2.2	Fontes de Carboidratos.....	28
2.2.3	Processo de extrusão.....	28
2.2.4	Digestão dos carboidratos.....	29
2.3	AVALIAÇÃO METABÓLICA.....	33
2.3.1	Glicemia.....	34
2.3.2	Frutosamina.....	35
2.3.3	Perfil Lipídico.....	35
2.3.3.1	Colesterol e Triglicerídeos.....	36
3	CAPÍTULO 1 - UTILIZAÇÃO DE SORGO NA DIETA PARA REDUÇÃO DE PESO CORPORAL EM CÃES OBESOS.....	38
3.1	RESUMO.....	39
3.2	ABSTRACT.....	40
3.3	INTRODUÇÃO.....	41
3.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
3.6	CONCLUSÕES.....	54
3.7	REFERÊNCIAS.....	55
4	CAPÍTULO 2 - PERFIL GLICÊMICO E LIPÍDICO DE CÃES OBESOS SUBMETIDOS À REDUÇÃO DE PESO CORPORAL, UTILIZANDO DIETAS COM SORGO.....	57

4.1	RESUMO.....	58
4.2	ABSTRACT.....	59
4.3	INTRODUÇÃO.....	60
4.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	62
4.4.1	Os animais.....	62
4.4.2	As dietas.....	62
4.4.2.1	Etapas de indução ao sobrepeso.....	62
4.4.2.2	Etapas de redução de peso corporal.....	63
4.4.3	Análises laboratoriais.....	63
4.4.4	Avaliação da obesidade.....	64
4.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
4.5.1	Glicose.....	65
4.5.2	Frutosamina.....	70
4.5.3	Colesterol e Triglicerídeos.....	72
4.6	CONCLUSÕES.....	77
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
6	REFERÊNCIAS ADICIONAIS.....	79
7	ANEXOS.....	93
7.1	Capítulo 2.....	93

# UTILIZAÇÃO DE SORGO NA DIETA DE CÃES OBESOS COMO ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO DE PESO CORPORAL: AVALIAÇÃO CLÍNICA E LABORATORIAL

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil a população canina está estimada em 30 milhões de animais, nos quais 40 % consomem alimentos industrializados. Esses números fizeram com que a indústria de alimentos para pequenos animais crescesse expressivamente nos últimos 17 anos, quando sua produção aumentou de 220 mil toneladas / ano para 1,9 milhões de toneladas / ano e o valor movimentado pelo setor cresceu 561 % (ANFAL PET, 2010). Dessa forma, o Brasil tornou-se o segundo maior produtor mundial de alimentos para cães e gatos, com mais de 500 marcas e 85 fabricantes (CARCIOFI et al., 2009).

Com o avanço da agricultura, quantidades crescentes de cereais passaram a fazer parte da dieta dos cães (DUARTE et al., 2006). Entre os cereais mais utilizados em alimentos processados para cães encontram-se o milho e seus derivados, o arroz e seus derivados e, em menor proporção, o sorgo (BIOURGES, 1997).

O sorgo é indicado como um substituto do milho na alimentação animal (RIBAS, 2003). O maior uso de grãos de sorgo no Brasil está na avicultura e suinocultura. Bovinos, eqüinos e pequenos animais são também consumidores, mas em menor proporção (RIBAS, 2003). Deste modo, o sorgo passa a assumir cada vez mais um papel estratégico para a consolidação de uma política de exportação, sob a forma direta ou agregada em carnes de aves e suínos (DUARTE, 2009) e num futuro próximo, expandir para a área de nutrição de animais de companhia.

Os carboidratos são os principais constituintes das plantas forrageiras e correspondem de 50 a 80% da matéria seca das forragens e cereais. Quantitativamente, o carboidrato mais importante dos alimentos é o amido (LOBO;

SILVA, 2003). Sua digestibilidade é variável, pois depende de uma série de fatores, incluindo a estrutura física do amido, interações entre proteína e amido, integridade celular e forma física do alimento (MURRAY et al., 1999).

Segundo BORGES (2002), a digestão do amido do sorgo ocorre de forma mais lenta que do amido do milho e o processo de extrusão nas rações de cães e gatos pode melhorar sua digestibilidade. Assim, o grau de digestão do carboidrato em cães dependerá do processamento a que a dieta foi submetida (BIOURGES et al., 2006).

Para cães o alimento industrializado do tipo seco representa mais de 90% do volume de vendas. Eles são produzidos pelo processo de extrusão e possuem até 12% de umidade (BAZOLLI, 2007). A tecnologia de extrusão tornou o carboidrato, o principal componente das rações para cães (DUARTE et al., 2006), pois reduz consideravelmente a resistência da digestão do amido (GAJDA et al., 2005).

Cerca de 50 a 80% do alimento ingerido por cães adultos são usados para fornecer suas necessidades energéticas (CASE et al., 2000). Portanto, as necessidades energéticas constituem a primeira consideração na alimentação de cães (WORTINGER, 2009; ETTINGER; FELDMAN, 2004). A ingestão de alimentos pode ser influenciada pela palatabilidade da dieta e modificada pela forma, textura, teor de umidade, densidade e estado da mesma (ANDRIGUETTO et al., 1983).

Em função da diversidade de raças, tamanhos e fases de desenvolvimento, os cães apresentam variação de peso. Um cão de pequeno porte difere significativamente no peso de um cão de raça gigante, ou de grande porte (ANDRIGUETTO et al., 1983). Esta variação dificulta estabelecer a correta necessidade de nutrientes, uma vez que é estabelecida em função do peso físico do animal, correlacionado com sua superfície (ANDRIGUETTO et al., 1983). Assim, a expressão das necessidades nutricionais de cães são comumente apresentadas em relação ao “peso metabólico”, que representa as necessidades energéticas para a manutenção das atividades corporais (ANDRIGUETTO et al., 1983). Um balanço energético positivo pode ser armazenado como gordura e ocasionar obesidade (LEIBETSEDER, 1987).

A obesidade é uma condição patológica caracterizada pelo acúmulo de gordura maior que o necessário para otimização das funções do corpo, de modo suficiente para deteriorá-las e prejudicar a boa saúde e o bem-estar animal (BIOURGES, 1997). O excesso de peso corporal pode aumentar o risco e o desenvolvimento de diversas alterações como problemas locomotores e osteomusculares, angústia respiratória, hipertensão arterial, doenças cardíacas, diabetes mellitus, distocia, diminuição da tolerância ao calor, hiperlipidemia, comprometimento imunológico, dermatopatias, neoplasias, aumento de risco cirúrgico e diminuição da fertilidade (LAFLAMME, 2005a).

Entre as diversas abordagens utilizadas no tratamento da obesidade em cães encontram-se os programas de regimes de restrição alimentar para perda de peso (BURKHOLDER; TOLL, 2000). Mediante os fatos mencionados, esta pesquisa buscou comparar dois cereais distintos (milho e sorgo) na formulação de dietas para redução de peso corporal, além de avaliar, com base em parâmetros sanguíneos, as alterações metabólicas durante a redução de peso corporal em cães com sobrepeso e obesos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 OBESIDADE

A incidência da obesidade em cães está na faixa de 20 a 44% da população canina (GOSSELLIN et al., 2007a) (Quadro 1) e vem crescendo proporcionalmente com o aumento da obesidade em humanos (GERMAN, 2006).

Em estudo realizado no Brasil, 16,5% da população de cães foi considerada obesa (JERICÓ; SCHEFFER, 2002). Pesquisas europeias e americanas indicam que a prevalência de cães com sobrepeso varia de 22 a 44% (HAND et al., 1989, CRANE, 1991) (QUADRO 1).

REFERÊNCIAS	PAÍS	INCIDÊNCIA
MEYER et al., 1978	Alemanha	30%
STEININGER, 1981	Áustria	44%
EDNEY & SMITH, 1986	Reino Unido	24%
LUND et al., 1999	EUA	28%
JERICO & SCHEFFER, 2002	Brasil	17%
ROBERTSON, 2003	Austrália	25%
MICHAEL et al., 2008	EUA	40%

QUADRO 1 - INCIDÊNCIA DA OBESIDADE EM CÃES DE DIFERENTES PAÍSES.  
Fonte: Adaptado de DIEZ; NGUYEN (2006).

Os cães são considerados obesos, geralmente quando seu peso corporal encontra-se igual ou superior a 10% do ideal. No entanto, os efeitos deletérios relacionados ao excesso de peso só começam a se manifestar quando o peso do corpo excede o peso ideal em 15% (LEWIS et al., 1994; GOSSELLIN et al., 2007a).

Diferentes fatores (endógenos e exógenos) podem contribuir para o desenvolvimento da obesidade em cães, como genética, raça, idade, castração, falta

de atividade física, composição calórica da dieta, tipo e a forma de alimentação, medicamentos, alterações metabólicas e endócrinas, como o hiperadrenocorticismos, o hipotireoidismo, o diabetes e o insulinoma (BURKHOLDER; TOLL, 2000). O estilo de vida sedentário também contribui para aumentar a incidência de obesos em animais de companhia (SLOTH, 1992; CASE et al., 2000). Algumas raças apresentam maior incidência da obesidade como Labrador, Cocker Spaniel, Daschund, Shetland Sheepdog, Basset Hounds, Beagles e Pugs (EDNEY; SMITH, 1986).

A incidência da obesidade acompanha o fator envelhecimento (ROBERTSON, 1999). Pouco mais de 6% das cadelas são obesas dos nove aos 12 meses de idade, aumentando essa incidência para 40%, quando adultas em função da massa muscular e da taxa metabólica basal (KRONFELD et al., 1991). Para ARMNTRONG; LUND (1996), até os quatro anos de idade a incidência é menor que 20%, dos sete aos oito anos é maior que 50%, e acima dos nove anos de idade, chega a quase 70%, considerando uma média de idade para o diagnóstico dessa enfermidade, entre cinco e oito anos.

Em cães jovens, a obesidade é mais comum em fêmeas do que em machos, mas com o avançar da idade, acima de 12 anos, a incidência chega a 40% em ambos os sexos (MCGREEVY et al., 2005). Os hormônios sexuais não são reguladores primários do metabolismo, no entanto afetam a ingestão alimentar e conseqüentemente o peso corporal por meio de sua ação direta no sistema nervoso central e indiretamente pela alteração do metabolismo celular (HOUPPT et al., 1979).

A determinação do peso ideal em cães é difícil, pois existem diferenças entre animais com relação à massa corporal, além de variações dentro das raças (WOLFSHEIMER, 1994). Não existe um método único e definitivo para classificar se um cão está em condição corporal magra, ótima ou obesa (BURKHOLDER; TOLL, 2000). Diante disto, percebe-se o quão subjetivo é o diagnóstico de obesidade na clínica de pequenos animais, especificamente no cão (MULLER et al., 2008).

Dentre os métodos existentes para estimação da gordura corporal, o escore de condição corporal (ECC), aliado à pesagem é considerado um bom método quanto aos custos e praticidade (MARTIN et al., 2006). As medidas morfométricas,



obtidas por meio da medida da circunferência pélvica e o comprimento da tuberosidade do calcâneo ao ligamento cruzado, a determinação do peso corporal relativo, o cálculo do índice de massa corporal (IMCC), a bioimpedância elétrica e absorciometria de raio-x de dupla energia (DEXA), são algumas das maneiras de avaliar a obesidade (BURKHOLDER; TOLL, 2000; ELLIOT, 2005).

O ECC é realizado através da palpação corporal dos animais avaliando-se as costelas, espinha dorsal, ossos pélvicos, quantidade de massa muscular e gordura na caixa torácica (MARTIN et al., 2006). De acordo com esses parâmetros, os animais são enquadrados em cinco categorias que variam de um a nove: muito magro (um); magro (três); ideal (cinco); sobrepeso (sete); obeso (nove) (Figura 6). Esse método é considerado uma forma simples e eficaz de diagnóstico da obesidade (LAFLAMME, 1997).

O índice de massa corporal (IMC) também é considerado um método fácil, estabelecido em humanos e atualmente utilizado na medicina veterinária. É um método reconhecido pela Organização Mundial de Saúde (OMS), no qual uma pessoa adulta pode obter uma indicação, com bom grau de acuidade se está abaixo do peso, no peso ideal, acima do peso ou obeso (MCARDLE et al., 2003). A fórmula para calcular o índice de massa corporal em humanos é:  $IMC = \text{peso} / \text{altura}^2$  (ANJOS, 1992).

Em cães, o método de calcular o IMC foi adaptado buscando-se obter um critério simples e objetivo de quantificação de massa corporal para essa espécie (MULLER et al., 2008). O IMCC (índice de massa corporal canina) é obtido a partir da divisão da massa corporal (peso) pelo quadrado da estatura (comprimento da coluna vertebral somado ao comprimento do membro pélvico) (MULLER et al., 2008). Valores de IMCC abaixo de 11,7 referem-se a cães abaixo do peso; entre 11,8 e 15, refletem o peso ideal em cães; 15,1 a 18,6 encontram-se acima do peso e valores maiores que 18,7, consideram-se obesos. Essas medidas foram definidas para cães com peso médio corporal de 10 kg, podendo variar em cães menores ou maiores (MULLER et al., 2008).

### **2.1.1 Estratégias Para Redução de Peso Corporal**

Nos programas de redução de peso, vários aspectos precisam ser considerados, como o nível de restrição calórica, a duração do tratamento, o grau do excesso de peso, sexo, status reprodutivo e exame clínico (DIEZ; NGUYEN, 2006).

A primeira fase do controle da obesidade consiste em determinar o peso ideal, segundo Biourges (1997). Para a realização dessa etapa, comparava-se o peso ideal com o peso padrão da raça ou com o peso de um outro animal da mesma raça, idade e sexo, sem excesso de peso, com a mesma constituição e tamanho (BIOURGES, 1997).

A segunda fase consiste em criar uma situação de balanço energético negativo, que pode ser conseguido por meio da diminuição da ingestão calórica, aumento do gasto energético ou combinação de ambos. Dessa forma, promove-se uma mobilização do tecido adiposo do animal e conseqüente perda de peso (MARKWELL; BUTTERWICK, 1996).

Para isso, os alimentos destinados a perda de peso necessitam apresentar características diferenciadas como, por exemplo, baixa densidade energética, emprego de fontes de amido de assimilação lenta ou concentrações mais elevadas de proteínas, fibras, microelementos, vitaminas e utilização de nutrientes como cromo, L-carnitina, ácidos linolêicos e ácidos alfa-hidroxi-cítricos, que auxiliam no metabolismo dos carboidratos, das gorduras e ações anti-adipogênica e anti-lipogênica hepática, respectivamente (AZAIN, 2000). Busca-se, com isto, redução na ingestão calórica e manutenção do consumo dos nutrientes não calóricos, de modo a permitir um adequado funcionamento das atividades orgânicas com depleção da gordura armazenada e preservação da massa magra (AZAIN, 2000).

## 2.2 OS CARBOIDRATOS

### 2.2.1 Classificação dos Carboidratos

Os carboidratos são compostos abundantes na natureza, sendo superados apenas pela água (SILVA; MURA, 2007) e são os principais integrantes das plantas, totalizando 60 a 90% do seu peso seco (CASE et al., 2000). São fontes de energia necessária ao trabalho metabólico, crescimento, reparo, secreção, absorção, excreção e trabalho mecânico (REECE, 2006). Portanto, são componentes essenciais na alimentação animal e constituem cerca de 30 a 60% dos alimentos secos (CARCIOFI et al., 2008).

Os carboidratos podem ser classificados em monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos ou polissacarídeos. Os polissacarídeos dividem-se em amiláceos e não amiláceos (PNA) (CASE et al., 2000). Os PNA são também chamados de fibras dietéticas ou carboidratos complexos de origem vegetal e os polissacarídeos amiláceos, denominados de amido (WORTINGER, 2009). Essa classificação leva em conta o tipo de ligação química entre os seus açúcares e a consequente susceptibilidade a digestão enzimática pelos mamíferos (BAZOLLI, 2007).

O amido é a molécula mais importante na armazenagem dos carboidratos nas plantas (FIGUEIREDO; GUERREIRO, 2003). Dois tipos de polímeros estão presentes no amido: amilose e amilopectina. A amilose é uma molécula de cadeia longa, possui cerca de 300 unidades de glicose, dispostas de forma linear  $\alpha$  1-4, glicopiranosídica, de cadeia não ramificada (LEHNINGER et al., 2006; FIGUEIREDO; GUERREIRO, 2003). A amilopectina é um homopolissacarídeo de glicose, altamente ramificada, composta por cadeias lineares de ligações  $\alpha$  1-4 com ramificações no carbono seis (ligações  $\alpha$  1-6) (VAN SOEST, 1987). Os pontos de ramificação, chamados pontos brancos, que ocorrem entre cada 24 a 30 moléculas de glicose, possuem ligações do tipo  $\alpha$  1-6 (LEHNINGER et al., 2006; FIGUEIREDO; GUERREIRO, 2003).

Como descrito, a proporção relativa de amilose e amilopectina varia consideravelmente de acordo com a origem da planta. O amido dos cereais contém de 20 a 25% de amilose, ao contrário dos legumes onde este percentual oscila entre 25 e 65% (VAN SOEST et al., 1991). O amido do milho apresenta 22% de amilose e 78% de amilopectina, enquanto que o amido da mandioca tem 17% e 83%, respectivamente (DUARTE et al., 2006). O amido do grão de sorgo apresenta 25% de amilose e 75% de amilopectina (VAN SOEST et al., 1991).

Na formação dos grânulos de amido, as moléculas de amilose e amilopectina são depositadas de forma radial e perpendicular ao grânulo, ligadas entre si por pontes de hidrogênio (ROONEY et al., 1986). A formação desses grânulos ocorre tanto com a amilose como com a amilopectina (ROONEY et al., 1986). No entanto, a ponte de hidrogênio é mais forte na cadeia de amilose em função do seu alto grau de polimerização (CARCIOFI, 2008; TAKAKAURA, 2003).

Essa disposição forma uma região cristalina e proporciona ao amido uma baixa absorção de água, apesar de ser composta por polímeros solúveis ou parcialmente solúveis em água. Dessa forma, o amido não pode ser degradado pelas enzimas antes da ruptura de seus grânulos (CAMIRE, 2007).

A utilização de calor úmido nos grânulos de amido, promove a quebra dessas pontes de hidrogênio, resultando em uma diminuição do estado de cristalização (CAMIRE, 2007). Sendo assim, uma condição de temperatura acima de 60 °C faz com que a dupla hélice da cadeia do amido se desenrole tornando esses compostos mais viscosos, variando conforme a fonte de amido (TAKAKURA, 2003). A temperatura em que este fenômeno ocorre é chamada de temperatura de gelatinização, definida como a condição que promove a perda irreversível da estrutura cristalina do grão de amido, o que torna a superfície da molécula mais susceptível a ação enzimática (CARCIOFI et al., 2009).

Quando o amido é aquecido em água à temperatura de 60 °C, a cadeia em dupla hélice tende a desenrolar, resultando numa solução de aparente viscosidade (CAMIRE, 2007). No caso de uma cadeia ser parcialmente desenrolada e em seguida resfriada, teremos uma reassociação, que pode ser chamada de retrogradação (LOBO; SILVA, 2003). Isto induz à formação de amidos resistentes à

ação das amilases, pois as cadeias ramificadas se hidrolizam mais facilmente que estas que foram parcialmente desenroladas e recristalizadas (VAN SOEST, 1987).

Comparando os grânulos de amilose e os de amilopectina, a amilose requer uma temperatura mais elevada para gelatinizar quando comparada aos grânulos da amilopectina (TAKAKURA, 2003). Além disso, os polímeros da amilopectina, limitados pela sua estrutura ramificada, são menos firmemente ligados que os da amilose, conferindo a esta última uma maior resistência à hidrólise enzimática (LOBO et al., 2001).

Entretanto, os cereais como o milho e o sorgo apresentam em suas paredes celulares carboidratos estruturais e complexos classificados como polissacarídeos não amiláceos (PNA) (RODRIGUES et al, 2008). Esses compostos são constituídos por celulose, pentosanas, pectinas,  $\beta$ -glucanos dentre outros, os quais não são aproveitados pelos monogástricos que não produzem as enzimas necessárias para a degradação dessas estruturas (TORRES et al., 2001).

MALATHI; DEVEGOWDA (2001) pesquisaram o percentual de PNA nos principais cereais utilizados nas rações. Esses autores encontraram um total de 9,32% e 9,40% na forma de pentosanas, celulose e pectinas, como PNA no milho e sorgo, respectivamente.

Esses PNA provocam aumento da viscosidade da digesta o que prejudica a digestibilidade dos nutrientes, aumenta o tempo de passagem do alimento pelo sistema digestório, o que resulta em menor consumo de ração (REIS et al., 2001).

## **2.2.2 Fontes de Carboidratos**

Os grãos de cereais (milho, trigo, arroz, sorgo) são as principais fontes de amido que compõem as rações para animais de estimação, com teores acima de 60% de sua composição (CASE et al., 2000). Entre os cereais mais comumente utilizados em alimentos processados para cães encontram-se o milho e seus derivados, o arroz e seus derivados e, em menor proporção, o sorgo (BIOURGES et al., 1997). O sorgo apresenta cerca de 72% de amido, podendo variar em função do

cultivar, do ano de cultura e das condições climáticas (LOPEZ, 2000). O sorgo é indicado como um bom substituto do milho na produção agrícola e na alimentação animal (DUARTE et al., 2009).

O Brasil é considerado o décimo maior produtor mundial de sorgo, onde este vegetal foi recentemente introduzido (RIBAS, 2003). O sorgo granífero é o que tem maior expressão econômica e está entre os cinco cereais mais cultivados em todo o mundo, ficando atrás do arroz, trigo, milho e cevada. Em termos globais, o sorgo é a base alimentar de mais de 500 milhões de pessoas em mais de 30 países (RIBAS, 2003). Somente o arroz, o trigo, o milho e a batata o superam em termos de quantidade de alimento consumido. Entretanto, a cultura de sorgo produz muito menos do que seu potencial oferece (RIBAS, 2003).

Nos últimos cinco anos, a cultura de sorgo granífero parece ter encontrado seu nicho de mercado e, com o esforço da pesquisa e das empresas sementeiras, consolidou sua posição de cultura alternativa ao milho no sistema de sucessão de culturas (DUARTE, 2000).

### **2.2.3 Processo de Extrusão**

A tecnologia de extrusão e também os custos fizeram com que os carboidratos se tornassem um importante componente das rações comerciais (DUARTE et al., 2006). Além de serem necessários ao processo de extrusão para moldar o alimento, os cereais são fontes mais econômicas de nutrientes (TARDIN, 2002). O amido, representado pelos cereais, compõe a maior parte da formulação de alimentos complexos para cães (LEWIS et al., 1994). Os cães possuem capacidade limitada de digerir adequadamente o amido, a menos que este seja processado, por meio da cocção ou extrusão (DUARTE et al., 2006). Dessa forma, o processo de extrusão nas rações de cães pode melhorar a digestibilidade dos nutrientes (FAPOJUWO et al., 1987; TAKAKURA, 2003).

A extrusão é o processo de cozimento realizado pela combinação de umidade, pressão, calor e atrito mecânico no interior de um tubo (WORTINGER,

2009). A gelatinização é uma etapa da extrusão que pode variar de acordo com a fonte de amido e a proporção de amilose presente (RODRIGUES et al., 2008). Dietas compostas com diferentes tipos de amido podem revelar diferenças na digestibilidade e palatabilidade mesmo após serem extrusadas (CARCIOFI et al., 2008; CASE et al., 2000).

O resultado da gelatinização é a formação de uma pasta visco-elástica em concentrações altas, de um gel elástico opaco. Com a diminuição da temperatura, na refrigeração ou congelamento, principalmente, as cadeias de amido tendem a interagir mais fortemente entre si, obrigando a água a sair (LOBO; SILVA, 2003). Dessa forma, inicia-se o processo de recristalização ou retrogradação, que após a solubilização durante o processo de gelatinização, as cadeias de amilose, mais rapidamente que as de amilopectina, agregam-se formando duplas hélices cristalinas estabilizadas por pontes de hidrogênio. Durante o resfriamento, estas hélices formam estruturas cristalinas tridimensionais altamente estáveis (LOBO; SILVA, 2003).

#### **2.2.4 Digestão dos Carboidratos**

Ao se abordar o processo digestivo dos carboidratos, costuma-se enfatizar a hidrólise do amido, uma vez que esse é o carboidrato mais abundante nos alimentos (REECE, 2006).

A digestão dos carboidratos envolve ações mecânicas, enzimáticas e microbiológicas (CASE et al., 2000). São enzimas específicas que reconhecem e fazem a hidrólise das ligações glicosídicas, liberando assim os monossacarídeos para serem absorvidos (SILVA; MURA, 2007). Portanto, os produtos da digestão intraluminal dos carboidratos não podem ser absorvidos pela mucosa, devendo ser degradados primeiramente a monossacarídeos, antes de serem transportados para dentro da célula epitelial (BACILA, 2003).

A degradação enzimática do amido origina dextrinas, maltose e glicose. Entre as enzimas que catalizam esta hidrólise estão as amilases e as fosforilases

(ROONEY; PFLUGFELDER, 1986). As amilases são enzimas hidrolíticas que rompem as ligações glicosídicas do tipo  $\alpha$  1-4, sendo encontradas na saliva e pâncreas dos animais (SMITS; ANISSON, 1996). Dessa forma, as amilases hidrolizam as moléculas de amilose, produzindo como produto final, maltose e glicose, enquanto a hidrólise das moléculas de amilopectina resultam em uma mistura de glicose, maltose, maltotriose e uma dextrina limite, sendo esta última, resistente à ação da enzima (ROONEY; PFLUGFELDER, 1986).

A enzima  $\alpha$  - amilase tem baixa especificidade para as ligações mais externas da molécula e não faz clivagem das ramificações, sendo assim, os produtos finais da digestão da amilase são trissacarídeos, dissacarídeos e um grupo de oligossacarídeos, que são as dextrinas (LEHNINGER et al., 2006). Como estes produtos não são absorvidos devido ao grande tamanho, as enzimas da mucosa irão atuar sobre eles, transformando em monossacarídeos para então serem absorvidos pela mucosa intestinal (SILVERSIDES, 1999).

A fase mucosa da degradação de carboidratos é realizada por sacaridases específicas na borda em escova da célula epitelial. Essas enzimas são incorporadas na membrana luminal da célula e migram para a ponta das microvilosidades (SMITS; ANISSON, 1996). A dextrinase hidroliza as ligações  $\alpha$ - 1,6 da dextrina, sendo que seus resíduos produzidos (com ligação  $\alpha$ - 1,4), dependendo do tamanho, podem ser atacados pela  $\alpha$ - amilase ou pelas maltases, produzindo glicose (SMITS; ANISSON, 1996).

Existe uma complementação das enzimas na digestão do amido, sendo que a  $\alpha$ - amilase atua preferencialmente nas cadeias longas ou médias e a dextrinase e a maltase atuam nas cadeias médias e pequenas, com liberação de glicose, que será rapidamente absorvida pela mucosa(SILVERSIDES,1999).

De acordo com ENGLYST et al. (1992), a hidrólise enzimática é dependente da relação amilose/amilopectina, da sua quantidade, do processamento, do grau de interação com outros componentes do alimento e do tempo de transito desde a boca até a porção terminal do íleo. Duas enzimas são capazes de agir nas ligações da cadeia da amilopectina. A  $\alpha$ -amilase quebra a cadeia linear, chegando bem próximo da ramificação, produzindo maltose e um oligossacarídeo pequeno e ramificado.



Este é hidrolizado pela enzima intestinal oligo-1-6-glucosidase, também denominada isomaltase, e subseqüentemente, os pequenos resíduos lineares são atacados pela  $\alpha$ -amilase e maltase gerando moléculas de glicose (NUNES, 1998).

A digestibilidade do amido determina o conteúdo energético disponível do grão e depende de uma série de fatores, incluindo a estrutura física do amido, interações entre proteína e amido, integridade celular e forma física do alimento (SILVA, 2004). Além disso, acredita-se que a fonte de amido, seu processamento nos alimentos e sua concentração na dieta sejam fatores determinantes sobre as respostas glicêmicas (CARCIOFI et al., 2008; MURRAY et al., 1999; ENGLYST et al., 1992). Assim, a forma estrutural do amido e sua proporção no alimento determinam a velocidade de digestão e absorção dos carboidratos simples (ENGLYST et al., 1996).

Em cães adultos, a digestibilidade aparente do amido é de aproximadamente 95% (MURRAY et al., 1999). Todavia, alguns estudos demonstram que essa digestibilidade pode variar de acordo com o tipo de amido presente na dieta, como demonstrado no experimento realizado por Carciofi e colaboradores (2008) que utilizaram seis diferentes tipos de amidos e verificaram uma digestibilidade de 98%, sendo o arroz e a farinha de mandioca os mais digeríveis.

Segundo ITAVO et al (2009), a facilidade de digestão dos grânulos de amido do milho deve-se à sua constituição que é rica em amilopectina. Elevadas proporções de amilose, em relação à amilopectina, nos grãos de cereais, podem influenciar negativamente a taxa de degradação e a digestibilidade do amido (JOBIM et al., 2001a).

A amilopectina é mais fácil de digerir do que a amilose devido a sua forma amorfa que propicia uma maior penetração de água e uma degradação enzimática mais eficiente (BEDFORD et al., 1998). Portanto, a utilização de fontes de amido que apresentam diferentes percentuais de amilopectina podem resultar em uma maior ou menor variação do valor mínimo e máximo de glicose sanguínea como observado por CARCIOFI et al. (2008). Estes autores avaliaram seis fontes de amido (mandioca, milho, sorgo, arroz e lentilha) utilizados em rações extrusadas para cães

e verificaram uma menor variação glicêmica nas dietas com ervilha e sorgo enquanto que nas dietas com milho, arroz e mandioca tiveram maiores oscilações.

Entretanto, para outros autores, essa digestibilidade pode sofrer grande variação dependendo de vários fatores: além do teor de amilopectina e amilose, o tipo de grão de cereal, o método de processamento utilizado e a presença de uma matriz protéica revestindo o grânulo de amido, camada externa do grânulo (RODRIGUES et al., 2008).

A proteína e o amido presentes no endosperma do grão do sorgo estão ligados às prolaminas (kafirinas), o que explica a menor digestibilidade relativa dos nutrientes nesse cereal, que possui 9,4% de polissacarídeos não amiláceos (PNA), enquanto o milho possui 9,32% (MAGALHÃES et al., 1997). Contudo, existe uma menor degradação da proteína do sorgo em relação à do milho (RODRIGUES et al., 2002).

Além disso, devido ao fato de não apresentar uma proteção para as sementes, a planta de sorgo produz vários compostos fenólicos, os quais servem como defesa contra pássaros, patógenos e outros competidores (FIALHO et al., 2000). Entre esses compostos, destaca-se o tanino condensado, que tem ação antinutricional, principalmente para animais monogástricos, o que vai afetar a digestibilidade e modificar a palatabilidade (MAGALHÃES et al., 1997). O tanino é responsável metabolicamente pela inibição de algumas enzimas presentes no sistema digestivo, diminuindo, assim, a absorção dos nutrientes através da parede intestinal (FIALHO et al., 2000).

Dessa forma, para alguns autores a degradabilidade do amido no trato digestivo é menor para dietas contendo sorgo, em relação àquelas com milho e cevada (HIBBERD et al., 1982).

Em resumo, sabe-se que as características nutricionais dos carboidratos dependem da composição dos seus açúcares, das suas ligações químicas, da sua conformação espacial, de fatores físico-químicos de digestão e do processamento. A forma como o amido reage a todos esses fatores determina sua eficiência de utilização como alimento (TAKAKURA, 2003).

## 2.3 AVALIAÇÃO METABÓLICA

A composição bioquímica do sangue reflete a situação metabólica dos tecidos animais, de forma a poder avaliar lesões teciduais, transtornos no funcionamento de órgão, adaptação do animal diante de desafios nutricionais e fisiológicos e desequilíbrios metabólicos específicos (GONZÁLES et al., 2001). Esses parâmetros bioquímicos fornecem informações a respeito do estado clínico e nutricional (GONZALES et al., 2001). Os valores de referência para os parâmetros de bioquímica sanguínea utilizados para avaliação metabólica, estão apresentados no Quadro 2.

<b>VARIÁVEL</b>	<b>INTERVALO</b>
Glicose	70 - 120 mg/dL
Frutosamina	160 - 230 $\mu$ mol/L
Colesterol total	100 - 300 mg/dL
Triglicerídeos	50 - 150 mg/dL

QUADRO 2 - PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E SEUS RESPECTIVOS VALORES DE REFERÊNCIA.

Fonte: Adaptado de KANEKO (1997)

### 2.3.1 Glicemia

O transporte de glicose para as células é essencial para a sobrevivência. Grande parte da glicose circulante no estado pós-absortivo é captada por órgãos independentes da insulina, como o cérebro (50%) e órgãos esplênicos (25%), sendo que apenas o restante (25%) é utilizado em tecidos dependentes de insulina, principalmente a musculatura esquelética e, em segundo lugar, o tecido adiposo (DEFRONZO, 1991). No entanto, qualquer desequilíbrio nesta captação de glicose periférica pode levar à intolerância à glicose ou mesmo ao diabetes mellitus (BENNET, 2002).

Na literatura a euglicemia, valor glicêmico fisiológico de cães e gatos adultos está entre 80 e 120 mg/dl (NRC, 2006). A glicose plasmática é um dos nutrientes envolvidos na regulação do consumo voluntário pelo animal (LEHNINGER et al.,

2006). Existem duas teorias para o controle fisiológico do consumo voluntário: a teoria dos nutrientes circulantes no sangue e a teoria da distensão estomacal. Dentre a teoria de nutrientes circulantes no sangue, existe a teoria glicostática, que relaciona a glicemia ao consumo voluntário (BORGES et al., 2003). Alimentos que possuem uma liberação rápida de glicose não são indicados para cães obesos, pois provocam um alto pico insulinêmico. A insulina, por sua vez, promove uma rápida entrada da glicose na célula, o que leva a uma queda abrupta de glicose sangüínea. Como conseqüência, cessa muito rapidamente a sensação de saciedade e o animal sentirá fome novamente. Assim, alimentos que possuem liberação gradativa da glicose são mais indicados para a saúde do animal evitando a obesidade e a hiperinsulinemia fisiológica (BORGES et al., 2003).

Aspectos inerentes ao animal, estado fisiológico e patológico contribuem para flutuação das respostas glicêmicas para níveis abaixo (hipoglicemias) ou acima do normal (hiperglicemias) (CARCIOFI et al., 2008). Desta forma, o controle glicêmico está diretamente ligado a condição de saúde e as fases da vida dos animais (BOUCHARD; SUNVOLD, 1999), como a idade, gestação, estresse, obesidade, diabetes mellitus, infecções e câncer (KAHN et al., 2001).

CARCIOFI e colaboradores (2008), em estudo da resposta glicêmica de cães verificaram que os picos glicêmicos e insulínicos ocorreram mais cedo para a dieta com quirera de arroz, farinha de mandioca e milho em relação às dietas com lentilha, ervilha e sorgo. Além disso, as dietas com sorgo, lentilha e ervilha proporcionaram a manutenção das concentrações glicêmicas por mais tempo, assim como apresentaram uma menor flutuação da glicemia em cães. Por outro lado, BAZOLLI (2007) não verificou diferença entre milho, arroz e sorgo na resposta pós-prandial de glicose em cães não obesos.

### 2.3.2 Frutosamina

Frutosamina é um termo geral que se refere a qualquer proteína glicosilada (proteína ligada à glicose) (MARCA, 2000). A frutosamina é composta por uma estrutura formada pela interação de glicose com grupo amina do aminoácido lisina

presente na albumina e teoricamente representa a maioria das proteínas glicosiladas circulantes. Sua formação constitui-se pela reação não-enzimática e irreversível da glicose com resíduos de aminoácidos de proteínas sistêmicas (BENNET, 2002). Esta proteína glicosilada, por não sofrer alteração com a hiperglicemia momentânea, apresenta vantagens sobre a mensuração de glicose transitória (MARCA, 2000), ou seja, a frutossamina fornece informação mais confiável a respeito do metabolismo da glicose, por período mais longo, sendo confiável no controle glicêmico (THRALL, 2007).

Em animais sadios, há formação normal de frutossamina, no entanto, em altas concentrações de glicose sanguínea por períodos prolongados a quantidade de frutossamina também aumenta (THRALL, 2007). Os níveis séricos de frutossamina variam mais lentamente, dependendo da meia vida das hemácias, sendo assim, não retornam ao normal após a normalização da glicose no sangue.

### 2.3.3 Perfil Lipídico

As desordens lipídicas são relativamente comuns na veterinária, principalmente nos cães (JOHNSON, 2005) e estas condições podem ocorrer como resultado de um defeito primário no metabolismo de lipoproteínas ou como consequência de uma doença sistêmica adjacente (PEIXOTO et al., 2006).

#### 2.3.3.1 Colesterol e Triglicerídeos

O colesterol é uma forma específica de lipídeo presente apenas em tecidos animais, sendo sintetizado, catabolizado e excretado no fígado após ser convertido em ácidos biliares ou excretado de modo inalterado na bile (THRALL, 2007).

A fração endógena do colesterol, formada em diversas células corporais, se liga a proteínas, constituindo as lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e em maior

quantidade as lipoproteínas de alta densidade (HDL), por meio do qual é transportado dos tecidos periféricos ao fígado (HALL; GYUTON, 2006). O colesterol circula no plasma ligado a partículas de lipoproteínas ricas em triglicerídeos como os quilomícrons e VLDL (HALL; GYUTON, 2006). Possui papel central em muitos processos bioquímicos, porém é mais conhecido pela associação em doenças cardiovasculares em decorrência ao aumento da sua concentração no sangue denominado hipercolesterolemia (HENRY, 1988).

No metabolismo dos lipídeos, o colesterol e triglicerídeos são os lipídeos plasmáticos mais relevantes clinicamente. Assim como o colesterol, o triglicerídeo é uma molécula hidrofóbica que não pode circular em meio aquoso da circulação sanguínea sem incorporar-se às macromoléculas esféricas complexas denominadas lipoproteínas (THRALL, 2007). A capa externa hidrossolúvel das lipoproteínas está composta por fosfolipídios, colesterol não esterificado (livre) e diferentes proteínas específicas denominadas apolipoproteínas (ZICKER et al., 2000). O colesterol e os triglicerídeos são transportados dentro do núcleo não polar das macromoléculas esféricas de lipoproteínas (ZICKER et al., 2000).

Embora seja bastante documentado que a obesidade possa alterar as concentrações de colesterol e triglicérides, existem poucas informações referentes à freqüência e magnitude desses achados (PEIXOTO et al., 2006) pois sabe-se que o colesterol é um metabólito que apresenta bastante variabilidade (AMARAL, 1994; GONZALEZ et al., 2001).

## **CAPÍTULO 1**

### **UTILIZAÇÃO DE SORGO NA DIETA PARA REDUÇÃO DE PESO CORPORAL EM CÃES OBESOS**

### 3 CAPÍTULO 1 - UTILIZAÇÃO DE SORGO NA DIETA PARA REDUÇÃO DE PESO CORPORAL EM CÃES OBESOS

#### 3.1 RESUMO

A obesidade tornou-se a disfunção nutricional mais freqüente na clínica de pequenos animais, afetando entre 20 a 45% da população canina nos últimos anos. Sabe-se que a digestão do sorgo ocorre de forma mais lenta que o milho. Objetivou-se avaliar o desempenho de dietas formuladas a base de milho (60%) (DM), sorgo (60%) (DS) e milho:sorgo (30:30%) (DMS) na redução de peso corporal de cães obesos. Foram utilizados 35 cães obesos, de ambos os sexos, entre três e cinco anos de idade, hígidos. Para verificar a redução de peso corporal, utilizou-se a metodologia do cálculo do índice de massa corporal canina, peso corporal e avaliação do escore de condição corporal. A análise estatística utilizada foi ANOVA com teste T de Student ( $P < 0,05$ ). Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos DM, DS e DMS. Houve efeito ( $P < 0,05$ ) de sexo sobre as dietas. Em média, os machos ( $10,46 \pm 4,46$  Kg) foram mais pesados que as fêmeas ( $9,24 \pm 3,76$  Kg). Houve efeito ( $P < 0,05$ ) da raça e da dieta sobre o índice de massa corporal (IMCC). Os cães tratados com DS apresentaram maior IMCC comparado com os cães alimentados com DMS. Não houve diferença entre os tratamentos com milho e sorgo na redução de peso corporal nos cães.

**Palavras-chave:** milho, sorgo, nutrição, obesidade, cães



### 3.2 ABSTRACT

Obesity has become the most common nutritional disorder in the clinic for small animals, affecting between 20 to 45% of the canine population in recent years. It is known that digestion of sorghum occurs more slowly than corn. The objective was to evaluate the performance of diets based on corn (60%) (DM), sorghum (60%) (DS) and corn, sorghum (30:30%) (DMS) in reducing body weight of obese dogs . The study included 35 obese dogs of both sexes aged between three and five years old, healthy. To verify the reduction of body weight, we used the methodology of calculation of body mass index canine body weight and evaluation of body condition score. The statistical analysis used was ANOVA with Student t test ( $P < 0.05$ ). No significant differences ( $P > 0.05$ ) among treatments DM, DS and DMS. A significant effect ( $P < 0.05$ ) of sex on the diets. On average, males ( $10.46 \pm 4.46$  kg) were heavier than females ( $9.24 \pm 3.76$  kg). A significant effect ( $P < 0.05$ ) of breed and diet on body mass index (IMCC). Dogs treated with DS showed greater IMCC compared with dogs fed with DMS. There was no difference between treatments with maize and sorghum in reducing body weight in dogs.

**Keywords:** corn, sorghum, nutrition, obesity, dogs

### 3.3 INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença nutricional de gênese multifatorial caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura nas zonas de depósito de tecido adiposo (Laflamme, 1997) e afeta 20 a 40% da população canina (Gossellin et al., 2007). O excesso de peso corporal pode aumentar o risco e o desenvolvimento de diversas condições patológicas graves (Laflamme, 2005). Os cães são considerados obesos, quando seu peso corporal encontra-se superior a 10% do peso ideal. No entanto os problemas de saúde relacionados ao excesso de peso só começam a se manifestar quando o peso ideal excede em 15% (Lewis et al., 1994; Gossellin et al., 2007).

Atualmente, existe um interesse contínuo na busca de alimentos alternativos que possam reduzir o custo das rações para cães obesos, porém sem comprometer a saúde dos animais (Rodrigues et al., 2008). Na formulação de rações para cães, o milho é o principal alimento energético utilizado. Tecnicamente, o sorgo pode substituir o milho em até 100% nas rações, sem prejudicar o desempenho dos animais (Rodrigues et al., 2008).

O milho e o sorgo são considerados cereais importantes para a alimentação dos animais domésticos, em função, principalmente, dos fatores produtivos e das excelentes qualidades nutricionais, com ênfase no alto conteúdo de carboidratos, cuja maior parte está na forma de amido altamente digestível (Rodrigues et al., 2002).

Os amidos são polissacarídeos formados por dois polímeros: amilose e amilopectina (Silva; Mura, 2007; Figueiredo; Guerreiro, 2003; Nunes, 1998). A proporção relativa de amilose e amilopectina varia de acordo com a origem da planta (Rooney, 1986). O amido do milho apresenta 22% de amilose e 78% de amilopectina, enquanto o amido do sorgo possui 25% de amilose e 75% de amilopectina (Van Soest, 1994; Duarte et al., 2006). Estudos indicam que a digestibilidade do milho é maior do que a do sorgo (Healy et al., 1994), pois a digestão do amido do sorgo ocorre de forma mais lenta que do amido do milho (Borges, 2002).

Além disso, vários componentes não amiláceos estão associados com o grânulo de amido e podem dificultar a digestibilidade (Malathi; Devegowda, 2001). O complexo amido - lipídeo pode influenciar a digestão por diminuir o contato entre enzima e substrato além de aumentar a porção hidrofóbica (Smits et al., 1996). A proteína e o amido presentes no endosperma do grão do sorgo estão ligados às prolaminas (kafirinas), o que explica a menor digestibilidade relativa dos nutrientes nesse cereal, que possui 9,4% de polissacarídeos não amiláceos (PNA), enquanto o milho possui 9,32% (Magalhães et al., 1997). Contudo, existe uma menor degradação da proteína do sorgo em relação à do milho (Rodrigues et al, 2002). Isso pode influenciar no consumo e alimentação dos cães, induzindo ou não ao balanço energético positivo que favorece o surgimento de obesidade (Case et al., 2000).

Em cães a determinação do peso ideal é difícil, pois existem diferenças entre animais com relação à massa corporal, além de variações dentro das raças (Wolfsheimer, 1994). Atualmente existem distintos métodos de determinação da obesidade em cães (Burkholder; Toll, 2000; Elliot, 2005), entre eles, a avaliação do escore de condição corporal (ECC), aliado à pesagem é considerado um bom método devido ao baixo custo e praticidade (Muller; Schossler, 2008). O índice de massa corporal canino (IMCC) também é considerado um método fácil e prático para avaliação de peso corporal (Muller; Schossler, 2008). O estudo do índice da massa corporal (IMC), que avalia a condição corporal ideal para o indivíduo, foi adaptado do estudo realizado em humanos (Anjos, 1992). É obtido pela divisão da massa corporal pelo quadrado da estatura (Mcardle et al, 2003). Cães com IMCC elevado e obesidade podem apresentar doenças cardiovasculares, cânceres, diabetes, cálculos vesiculares e osteoartrite (Monteiro et al, 2000; Mcardle et al, 2003).

Entre as diversas abordagens utilizadas no tratamento da obesidade e pelo presente exposto, objetivou-se avaliar a utilização do sorgo na formulação de dietas para cães obesos das raças Beagle e Daschund, como estratégia para redução de peso corporal, com base em parâmetros clínicos, a partir de medidas de IMCC, avaliação de ECC e peso corporal.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados cães adultos, clinicamente saudáveis, machos e fêmeas, igualmente distribuídos, com idade variando entre três e cinco anos, sendo 18 cães da raça Beagle e 17 da raça Daschund. Para a seleção dos cães realizou-se o exame clínico e laboratorial (hemograma, provas de função renal e hepática, perfil lipídico, glicemia), além de ultrasonografia abdominal total e tomografia computadorizada abdominal, que atestaram o bom estado de saúde dos animais. Posteriormente foram adotadas medidas profiláticas de vacinação e vermifugação. Os cães foram alojados em baias coletivas com fornecimento de água *ad libitum* e alimentação conforme o protocolo experimental.

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética e bem estar animal do Centro de Ciências da Saúde na Universidade Federal do Espírito Santo (protocolo n. 23068.741463/2009-92).

O trabalho foi constituído por duas fases. A fase pré-experimental foi caracterizada pela indução da obesidade por meio do fornecimento de ração comercial hipercalórica Super Premium acrescida do alimento úmido Dudogs Tradicional<sup>®1</sup> (200g/cão/dia), como ferramenta experimental para estimular o ganho de peso. Esta fase teve a duração de 60 dias, que foi o tempo necessário para todos os animais atingirem um ECC entre sete e nove.

O método de avaliação do ECC foi realizado com exame clínico e palpação corporal dos animais, a partir da avaliação das costelas, espinha dorsal, ossos pélvicos, quantidade de massa muscular e gordura na caixa torácica. Os cães foram enquadrados em categorias, de acordo com o empregado por Laflamme (1997), que variam de um a nove. Os cães foram considerados acima do peso e obeso quando apresentaram abdome

---

<sup>1</sup>Dudogs Tradicional<sup>®</sup> - composição básica do produto: carne fresca, fígado de aves, creme de milho, óleo vegetal, sal, aditivos, suplementos. - BASA (Brasília Alimentos S/A), Brasil.

aumentado a partir da última costela, depósitos de gordura evidentes bilateralmente à inserção da cauda, bacia, região inguinal e gradil costal de difícil palpação.

Os cães foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x2x2 (duas fontes de amido em concentrações distintas – milho (60%), sorgo (60%) e milho:sorgo (30:30%), duas raças – Beagle (RBE) e Daschund (RDA) e dois sexos, com seis repetições sendo três machos e três fêmeas de cada raça. As dietas foram identificadas como: DM (dieta com 60% milho e cor amarela), DS (dieta com 60% sorgo e cor verde) e DMS (dieta com 30% milho e 30% sorgo e cor vermelha). A adição de corantes diferentes a cada dieta foi uma forma de se reduzir as chances de erros no manejo alimentar, tendo em vista que o formato do produto extrusado era o mesmo.

A composição percentual e os valores nutricionais calculados das dietas experimentais encontram-se na Tabela 1. Os níveis nutricionais das dietas atenderam e foram superiores às recomendações nutricionais preconizadas pela American Association of Feed Control Official (AAFCO, 2007).

O manejo alimentar abrangeu o fornecimento da dieta em duas refeições diárias, durante 30 minutos. A quantidade diária de alimento a ser fornecida a cada animal foi calculada usando como estimativa a necessidade diária de energia metabolizável para manutenção o valor de 95Kcal/Kg<sup>0,75</sup>. Esta quantidade foi ajustada quinzenalmente, após a pesagem dos animais. Para cada refeição as rações foram pesadas e colocadas em sacolas plásticas, identificadas com o nome do animal antes de serem fornecidas.

O período experimental foi de 112 dias divididos em oito ciclos de 14 dias, quando os cães eram pesados em jejum e posteriormente avaliados quanto ao IMCC, ECC e peso corporal. O término da fase experimental ocorreu quando a maioria dos cães apresentou ECC cinco e/ou seis ou quando apresentou costelas facilmente palpáveis além de silueta em forma de ampulheta, caracterizando redução de peso corporal.

**Tabela 1-** Composição percentual e valores nutricionais calculados (%) das rações oferecidas aos cães (n = 35) durante a fase experimental.

Ingredientes	Dietas experimentais		
	DM	DS	DMS
Milho integral	60,00	-	30,00
Sorgo integral	-	60,00	30,00
Far. Víscera de ave 55%	10,00	10,00	10,00
Farinha de carne 45%	9,40	9,40	9,40
Gluten de milho 60%	8,00	8,00	8,00
Farelo de soja 4,5%	3,85	5,50	4,85
Gordura de aves	6,00	4,35	5,00
Palatabilizante líquido	1,80	1,80	1,80
Sal	0,60	0,60	0,60
Propionato cálcio	0,20	0,20	0,20
Cloreto de colina 70%	0,07	0,07	0,07
Sup. Mineral <sup>1</sup>	0,05	0,05	0,05
Sup. Vitamínico <sup>2</sup>	0,02	0,02	0,02
Antioxidante, BHT	0,01	0,01	0,01
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabela de Composição Nutricional Calculada			
EM cães (Kcal/Kg)	3300,00	3300,00	3300,00
Proteína Bruta (%)	22,00	22,00	22,00
Extrato Etéreo (%)	8,80	9,80	9,20
Fibra Bruta (%)	2,30	2,50	2,50
Matéria Mineral (%)	7,40	7,65	7,50
Cálcio (%)	1,50	1,50	1,50
Fósforo total (%)	0,70	0,70	0,70
Umidade (%)	8,80	8,80	8,80

DM: dieta 60% milho; DS: dieta 60% sorgo; DMS: dieta 30% milho 30 % sorgo

<sup>1; 2</sup> Suplemento vitamínico e mineral – fornece por Kg de produto: ácido fólico 1,00 mg; Ácido pantotênico 20,00 mg; Biotina 0,15 mg; Cobalto 1,00 mg; Cobre 16,00 mg; Colina 900,00 mg; Ferro 80,00 mg; Iodo 2,00 mg; Manganês 25,00 mg; Niacina 30,00 mg; Piridoxina 4,00 mg; Riboflavina 6,00 mg; Selênio 0,25 mg; Tiamina 3,00 mg; Vitamina A 11.000,00 UI; Vitamina B12 20,00 mcg; Vitamina D3 1.600,00 UI; Vitamina E 60,00 UI; Vitamina K 2,00 mg; Zinco 120,00 mg.

Para avaliar a redução de peso, foi utilizada a fórmula do cálculo de IMCC (peso/altura<sup>2</sup>), adaptado do IMC de humanos. A medida da coluna vertebral foi uma variável que substituiu a altura em cães. Em cada animal, foi realizada a mensuração do comprimento da coluna com trena flexível. Foi considerada como

referência a extensão entre a base da nuca ou início da coluna vertebral (articulação atlânto-occipital) até o limite plantar do membro pélvico. Posteriormente, fez-se uma equação aritmética a partir do índice de massa corporal humano (IMC) para calcular o IMC canino:  $IMCC = \text{peso corporal (Kg)} / \text{comprimento da coluna (m)}^2$ , segundo Muller et al. (2008).

Os resultados dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância para dados balanceados, realizada através do programa SAS (1993), utilizando-se o PROC GLM. Foi adotado o nível de significância de 5% com o teste “t” de Student para comparação de médias. Para a análise de correlação entre os parâmetros avaliados foi utilizado o coeficiente de Correlação de Pearson, considerado o nível de significância de 5% ( $P < 0,05$ ).

### 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da redução de peso corporal e seus respectivos desvios padrão dos cães avaliados, encontram-se nas Tabelas 2 e 3 e nas Figuras 1 e 2.

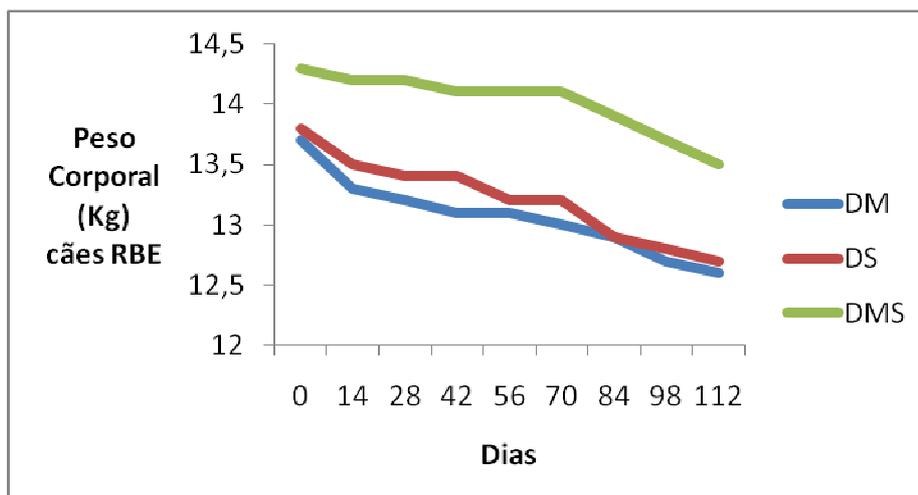
**Tabela 2** – Valores de peso corporal médio (Kg) e desvio padrão dos cães da raça Beagle (RBE) alimentados com dietas de milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) durante a fase experimental (0 a 112 dias).

		PESO DOS CÃES DA RAÇA BEAGLE								
		0	14	28	42	56	70	84	98	112
<b>DM</b>	Macho	13,8 ±2,1	13,3 ±2,1	13,2 ±2,0	13,2 ±2,0	13,0 ±2,2	12,9 ±2,1	12,8 ±2,1	12,6 ±2,0	12,5 ±2,0
	Fêmea	13,7 ±1,0	13,4 ±0,7	13,2 ±0,8	13,1 ±0,7	13,1 ±0,9	13,0 ±0,9	12,9 ±0,9	12,8 ±0,9	12,6 ±0,9
<b>DS</b>	Macho	14,3 ±1,3	14,3 ±1,4	14,1 ±1,4	14,1 ±1,4	13,8 ±1,3	13,8 ±1,3	13,5 ±1,5	13,5 ±1,4	13,2 ±1,4
	Fêmea	13,4 ±1,6	12,8 ±1,7	12,7 ±2,1	12,7 ±2,2	12,6 ±2,3	12,4 ±2,2	12,3 ±2,4	12,2 ±2,5	12,1 ±2,4
<b>DMS</b>	Macho	16,6 ±1,9	16,5 ±2,1	16,5 ±2,0	16,3 ±2,3	16,3 ±2,3	16,2 ±2,2	16,2 ±2,1	16,1 ±2,2	15,8 ±2,2
	Fêmea	11,9 ±1,4	11,9 ±1,1	11,8 ±1,2	11,7 ±1,1	11,6 ±1,1	11,6 ±1,1	11,5 ±1,2	11,3 ±1,0	11,2 ±1,1

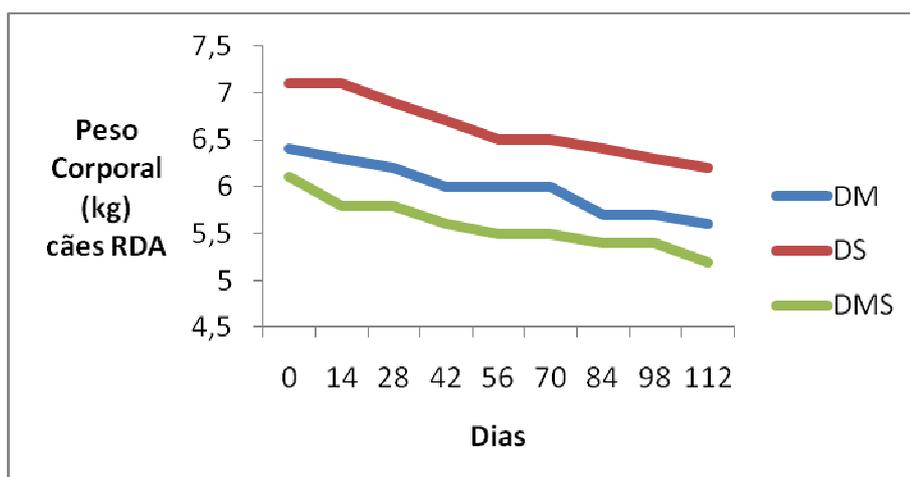
**Tabela 3** – Valores de peso corporal médio (Kg) e desvio padrão dos cães da raça Daschund (RDA) alimentados com dietas com milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) durante a fase experimental (0 a 112 dias).

		PESO DOS CÃES DA RAÇA DASCHUND								
		0	14	28	42	56	70	84	98	112
<b>DM</b>	Macho	6,5 ±0,6	6,5 ±0,6	6,3 ±0,5	6,1 ±0,6	5,9 ±0,7	5,8 ±0,7	5,6 ±0,7	5,4 ±0,7	5,3 ±0,6
	Fêmea	6,2 ±0,7	6,1 ±0,7	6,1 ±0,8	6,0 ±0,7	6,0 ±0,7	6,0 ±0,7	5,9 ±0,4	5,9 ±0,4	5,8 ±0,4
<b>DS</b>	Macho	7,4 ±0,7	7,3 ±0,7	7,2 ±0,8	7,0 ±0,8	7,0 ±0,9	6,9 ±0,9	6,9 ±1,0	6,9 ±1,0	6,8 ±1,0
	Fêmea	6,9 ±0,8	6,9 ±0,6	6,6 ±0,6	6,4 ±0,7	6,0 ±0,7	5,9 ±0,6	5,8 ±0,6	5,7 ±0,5	5,6 ±0,4
<b>DMS</b>	Macho	7,1 ±1,0	6,8 ±0,8	6,7 ±0,7	6,5 ±0,4	6,5 ±0,3	6,3 ±0,3	6,2 ±0,1	6,2 ±0,2	6,1 ±0,1
	Fêmea	4,7 ±0,5	4,4 ±0,7	4,4 ±0,6	4,3 ±0,7	4,2 ±0,6	4,1 ±0,6	4,1 ±0,6	4,0 ±0,3	4,0 ±0,3





**Figura 1** – Curva de redução de peso corporal (Kg) dos cães da raça Beagle (RBE) alimentados com dietas contendo milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) durante fase experimental.



**Figura 2** – Curva de redução de peso corporal (Kg) dos cães da raça Daschund (RDA) alimentados com dietas contendo milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) durante fase experimental.

No início da fase experimental, os machos ( $10,45 \pm 4,45$  Kg) foram mais pesados que as fêmeas ( $9,23 \pm 3,76$  Kg) assim como os cães RBE ( $14,47 \pm 2,18$  Kg) foram mais pesados que os cães RDA ( $6,97 \pm 1,05$  Kg) ( $P < 0,05$ ). O mesmo foi verificado no término da fase experimental, no qual os cães RBE apresentaram peso corporal de  $12,95$  Kg ( $\pm 2,10$ ) que foi maior do que os cães RDA ( $5,73 \pm 0,96$  Kg). Os cães RBE e os cães RDA tiveram em média uma redução de peso de

aproximadamente  $1,52 \pm 0,76$  Kg e  $0,97 \pm 0,62$  Kg que representou 11 e 18%, respectivamente.

Ao término da fase experimental, não foi observado diferença entre as dietas experimentais DM, DS e DMS sobre o peso corporal ( $P > 0,05$ ). A taxa de redução de peso corporal nas dietas DM, DS e DMS, foram de 0,86, 0,85 e 0,89 Kg que representou cerca de 14, 15 e 11%, respectivamente. Acredita-se que a ausência de diferença significativa entre as dietas na redução de peso corporal esteja relacionado com a estimativa da necessidade diária de energia metabolizável para manutenção que foi de  $95 \text{ kcal/kg}^{0,75}$ . Nos tratamentos para perda de peso a restrição energética foi calculada individualmente, o que resultou também em restrição da quantidade oferecida, rapidamente consumida por completo. O NRC recomenda a utilização de  $90-140 \text{ kcal kcal/kg}^{0,75}$  para cães adultos em manutenção. Embora tenha sido utilizado o valor de necessidade diária de energia metabolizável preconizado pelo NRC, a mesmo não atendeu o requerimento pois não houve sobra de ração das dietas DM, DS, DMS, caracterizando restrição calórica.

Para Vale e colaboradores (2005), existe diferença na eficiência energética relacionada ao sexo, o que possivelmente ocorre devido às diferenças na produção de calor entre machos e fêmeas. Com relação a raça, sabe-se que existe variação de porte entre os cães que os diferencia quanto ao peso corporal.

No início e final da fase experimental houve efeito de raça sobre o IMCC ( $P < 0,05$ ). Em ambas as fases, os cães RBE tiveram em média IMCC maior que os cães RDA (Tabela 3). Essas diferenças de IMCC entre as raças estudadas podem ser justificadas pela variação no porte dos cães entre diferentes raças. Ao término do experimento, os cães RBE e RDA tiveram redução de 11 e 18% no IMCC ( $P < 0,05$ ).

Segundo estudo realizado por Muller e colaboradores (2008), valores de IMCC abaixo de 11,7 referem-se a cães abaixo do peso; entre 11,8 e 15, refletem o peso ideal em cães; 15,1 a 18,6 encontram-se acima do peso e valores maiores que 18,7, consideram-se obesos. No entanto, esses dados de IMCC referem-se exclusivamente àqueles cães cujas raças pertencem ao porte médio, ou seja, tipos físicos cuja média de peso varia entre 10 e 25 Kg. Para cães com até 10 Kg, ocorre uma diminuição em 10% no IMCC daqueles de médio porte, visualizado na tabela 4.

**Tabela 4** – Valores médios de IMCC e seus respectivos desvios padrão em cães das raças Beagle (RBE) e Daschund (RDA).

<b>IMCC</b>		
	<b>0 dias</b>	<b>112 dias</b>
<b>RBE</b>	17,47 ± 1,83 Aa	15,62 ± 1,74 Ba
<b>RDA</b>	14,27 ± 2,87 Ab	11,73 ± 2,67 Bb

A,B Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste t (P<0,05)  
a,b Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem teste t (P<0,05)

No início do experimento, houve efeito da dieta sobre o IMCC (Tabela 5; (P<0,05). Os cães alimentados com DS apresentaram maior IMCC comparado com os alimentados com DMS (P<0,05), considerado o menor IMCC, que não diferiu dos alimentados com DM (Tabela 5). Embora tenha sido feito uma distribuição homogênea dos cães entre os tratamentos utilizando o peso corporal como principal referência para distribuição dos cães no experimento, verificou-se que ao realizar um estudo sobre obesidade em cães deve-se levar em consideração o peso corporal e o IMCC para a homogeneização de amostras.

Ao término do experimento, não houve diferença entre as dietas experimentais sobre o IMCC (Tabela 4; P>0.05). O índice de redução de IMCC variou de 0,86, 0,85 e 0,88 entre as dietas DM, DS e DMS, que representou cerca de 14, 15 e 12%, respectivamente, caracterizando restrição calórica. Sabe-se que numa situação de restrição alimentar os animais mobilizam preferencialmente massa magra para a gliconeogênese.

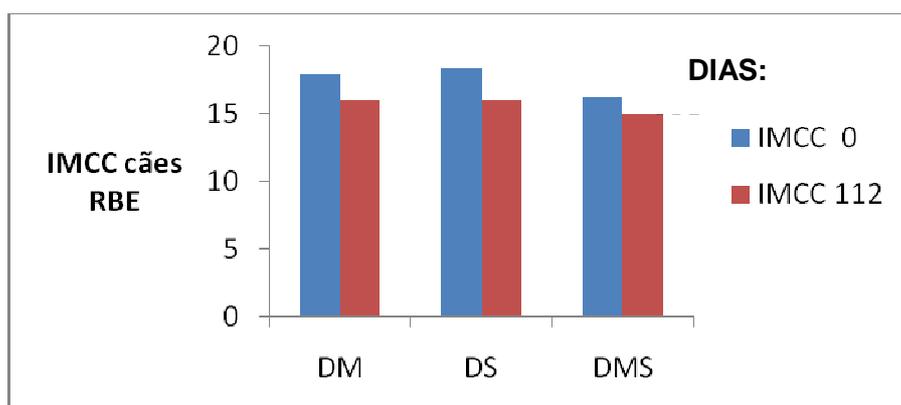
Lazzarotto (1999) relata que a restrição do número de calorias, pelo fornecimento de dietas com total de energia menor do que o requerido para manter o peso corporal, proporciona um balanço energético negativo que induzir a mobilização de calorias dos depósitos orgânicos, pelo catabolismo das gorduras endógenas.

**Tabela 5** - Valores médios de IMCC e seus respectivos desvio padrão em cães alimentados com dietas constituídas de milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS).

Dietas	IMCC	
	0 dias*	112 dias <sup>NS</sup>
<b>DM</b>	15,99 ± 2,54 ab	13,79 ± 2,81
<b>DS</b>	17,08 ± 3,16 a	14,52 ± 3,23
<b>DMS</b>	14,57 ± 2,56 b	12,81 ± 2,81

\* a,b Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem pelo teste SNK (P<0,05); <sup>NS</sup> Não diferem pelo teste SNK (P>0,05).

No término do experimento, avaliando isoladamente cada raça, verificou-se que entre os cães RBE não houve diferença de IMCC entre as dietas avaliadas. Mas no período estudado houve redução significativa de IMCC nesses cães em todas as dietas avaliadas (Figura 3).

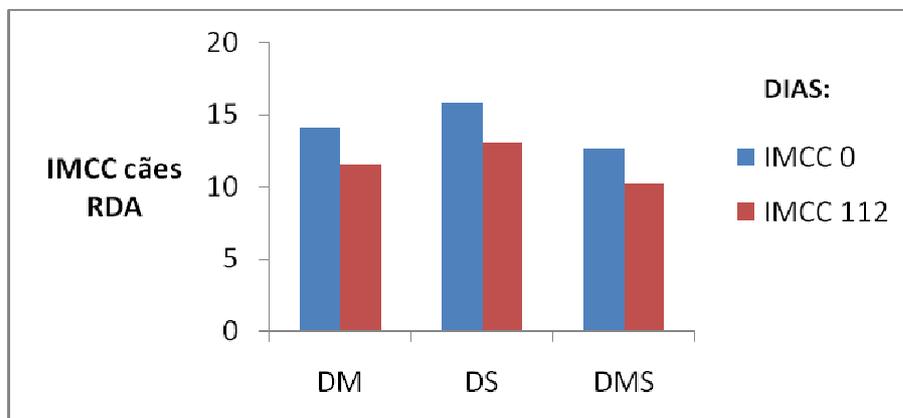


**Figura 3** – IMCC de cães da raça Beagle (RBE) alimentados com dietas contendo milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) durante fase experimental.

Entre os cães RDA, verificou-se ao final do experimento que os alimentados com DS apresentaram maior IMCC comparado com os alimentados com DMS (P<0,05), que foi o menor IMCC, que não diferiu dos alimentados com DM (Figura 4).

Considerando a fase inicial e o término do experimento, os cães RDA alimentados com DM e DMS tiveram redução no IMCC (P<0,05) de 18 e de 19%, respectivamente. Os tratados com DS não tiveram redução no IMCC (P>0,05) sugerindo que embora possa ter ocorrido restrição calórica, os alimentados com

sorgo tiveram manutenção na concentração de glicose na corrente sanguínea e conseqüentemente menor mobilização de massa magra.



**Figura 4** – IMCC de cães da raça Daschund (RDA) alimentados com dietas contendo milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) durante a fase experimental.

O fato de que valores elevados de IMCC não façam distinção entre acúmulo de tecido adiposo (obesidade) e aumentos na massa magra (Mondin; Monteiro, 1998), torna dificultosa a interpretação dos resultados quanto à redução de peso corporal.

### 3.6 CONCLUSÕES

Conclui-se, diante dos resultados, que houve redução de peso corporal e de IMCC nos cães, mas as dietas DM, DS e DMS não diferiram entre si;

A taxa de redução de peso corporal nas dietas DM, DS e DMS, foram de 0,86, 0,85 e 0,89 que representou cerca de 14, 15 e 11%, respectivamente;.

Entre as dietas DM, DS e DMS, o índice de redução de IMCC variou de 0,86, 0,85 e 0,88 que representou cerca de 14, 15 e 12%, respectivamente;

A raça influenciou significativamente nos valores do peso corporal e no IMCC, sendo que os cães da raça Daschund tiveram redução de peso corporal e de IMCC de 18% enquanto que os da raça Beagle apresentaram menor redução (11%);

Os cães RDA alimentados com DM e DMS tiveram redução significativa no IMCC de 18 e de 19%, respectivamente. Os tratados com DS não tiveram redução no IMCC. Entre os cães RBE, não houve diferença entre as dietas quanto à redução de IMCC.

### 3.7 REFERÊNCIAS

BLAS, E.; GIDENNE, T. Digestion of starch and sugars. In: De BLAS, C.; WISEMAN, J. (Eds.) The nutrition of the rabbit. Cambridge: CAB, p.17-38, 1998.

CASE, L. P.; CAREY, D. P.; HIRAKAWA, D. A. Nutrição canina e felina: manual para profissionais. São Paulo: Brace, 2ª ed, p. 212-218, 592p. 2000.

DIEZ, M.; NGUYEN, P. Obesity: epidemiology, pathophysiology and management of the obese dog. In: PIBOT, P; BIOURGE, V.; ELLIOT, D. Encyclopedia of Canine Clinical Nutrition. Royal Canin: Aniwa, cap[ítulo 1, p.2-44, 2006.

DUARTE, A. et al. Avaliação nutricional de cereais extrusados para cães. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 30, n. 6, nov./dez. 2006.

DUARTE, J. O. Cultivo do sorgo: mercado e comercialização. Brasília, DF: Embrapa Milho e Sorgo, Sistemas de produção, Ed.5, set.2009.

FIGUEIREDO, J.; GUERREIRO, M. O arroz. Ciência Viva: Agencia nacional para a cultura científica e tecnológica, 2003.

GOSSELLIN, J.; WREN, J. A; SUNDERLANDS, S. J. Canine obesity – an overview. Journal Veterinary Pharmacology Therapy, v.30, p. 1-10, 2007.

HEALY, B.J. et al. Optimum particle size of corn and hard soft sorghum for nursery pigs. Journal of Animal Science, v.72, p.2227-2236, 1994.

KOTARSKI, S.F. et al. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. J. Nutr., Bethesda, v.22, n.1, p.178-190, 1992.

LAFLAMME, D. P. Development and validation of a body condition score system for dogs. Canine Practice, v. 22, p.10-15, 1997.

LAFLAME, D. P. Nutrition for aging cats and dogs and the importance of body condition. Veterinary Clinics Small Animal Practice, v. 35, 713–742, 2005.

LEHNINGER; NELSON, D. L.; COX, M. M. Lehniger - princípios de bioquímica. 4. ed. São Paulo: Sarvier, 2006.

LEWIS, L. D.; MORRIS, M. L.; HAND, M. S. Obesity. In: LEWIS, L.D.; MORRIS, M.L.; HAND, M.S. Small animal clinical nutrition III. Topeka, Kansas: Mark Morris Institute, 1994. p.1-39.

McALLISTER, T.M. *et al.* Effect of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. Can. J. Anim., Ottawa, v.70, p.571-579, 1990.

MONDINI, L.; MONTEIRO, C.A. Relevância epidemiológica da desnutrição e da obesidade em distintas classes sociais: métodos de estudo e aplicação à população brasileira. Revista Brasileira de Epidemiologia, v.1, n.1, p.28-39, 1998.

MÜLLER, D. C. M. M.; SHOSSLER, J.E.W.; PINHEIRO, M. Adaptação do índice de massa corporal humano para cães. Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, n. 4, jul. 2008.

NUNES, I. J. Nutrição animal básica. 2. ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ (Fundação de estudo e pesquisa em medicina veterinária e zootecnia), 1998.

RODRIGUES, E.; BIANCHINI, W.; ARRIGONI, M.B.; JORGE, A.M. Processamento de grãos de milho e de sorgo na otimização da produção animal. Revista Pubvet, v.2, n.1, Ed.12, art.313, ISSN 1982-1263, 2008.

RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T.; SILVA, H.O.; GONÇALVES, T.M. Digestibilidade Dos Nutrientes E Desempenho De Suínos Em Crescimento E Terminação Alimentados Com Rações À Base De Milho E Sorgo Suplementadas Com Enzimas. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, V.1, N.2, P.91-100, 2002.

ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. Journal of Animal Science, v.63, p. 1607-1623, 1986.

SILVA, J. J. W. Digestibilidade de dietas com diferentes fontes de carboidratos e sua influencia na glicemia e insulinemia em cães. 2004. 50 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Lavras, Lavras, 2004.



SILVA, S. M. C.; MURA, J. D. P. Tratado de alimentação nutrição e dietoterapia. São Paulo: Roca, cap. 28, 2007.

SMITS, C. H. M. and ANNISON, G. Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition- towards a physiologically to their determination. World's Poultry Science Journal, v.52, p.203-221, 1996.

SPICER, L.A. et al. Ruminal and post-ruminal utilization of nitrogen and starch from sorghum grain-, corn- and barley-based diets by beef steers. J. Anim. Sci., Savoy, v.62, p.521, 1986.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. User's guide: statistics. Version 8.0, Cary: SAS Institute, 1999. v.1. 1243p.

VALE, M.I.C.A.; FONSECA, A.M.H.; TAKADA, J.; LIMA, F.B. O tecido adiposo como centro regulador do metabolismo. Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia. São Paulo, v.50, n.2, abril, 2005.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON J. P; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

## **CAPÍTULO 2**

**PERFIL GLICÊMICO E LIPÍDICO DE CÃES OBESOS SUBMETIDOS À REDUÇÃO  
DE PESO, UTILIZANDO DIETAS COM SORGO**

## 4 CAPÍTULO 2 - PERFIL GLICÊMICO E LIPÍDICO DE CÃES OBESOS SUBMETIDOS À REDUÇÃO DE PESO, UTILIZANDO DIETAS COM SORGO

### 4.1 RESUMO

A alta prevalência de obesidade, aliada aos seus efeitos indesejáveis na saúde e qualidade de vida dos cães torna o tratamento da obesidade um importante desafio na medicina veterinária. A alimentação está diretamente relacionada à incidência de obesidade e o carboidrato faz parte da dieta canina auxiliando no ganho de peso. A natureza química do carboidrato é um fator que influencia diretamente na glicemia. Dessa forma, objetivou-se comparar três dietas com diferentes fontes de carboidrato na redução de peso corporal em cães obesos, além de comparar os índices glicêmicos, de frutossamina e o perfil lipídico desses animais. Foram utilizados 18 cães da raça Beagle e 17 cães da raça Daschund, machos e fêmeas, clinicamente saudáveis, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em grupos de três tratamentos e seis repetições. As dietas foram formuladas com 60% milho; 60% sorgo; 30% milho e 30% sorgo. Foi observado efeito de interação nas dosagens de glicose entre dieta e sexo ( $P < 0,05$ ). Os resultados da frutossamina sérica não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre as dietas aos 56 dias de experimento ( $P > 0,05$ ), todavia, aos 28, 84 e 112 dias de experimento houve efeito ( $P < 0,05$ ) da dieta sobre as concentrações de frutossamina. No início do experimento, verificou-se efeito de raça sobre os níveis de colesterol total ( $P < 0,05$ ), que apresentou correlação positiva com a taxa de glicose. As concentrações médias de triglicerídeos não diferiram entre os grupos experimentais. Apesar dos efeitos significativos encontrados, todas as análises estiveram dentro dos valores de referência. O tipo de dieta pode interferir nos índices metabólicos de animais com sobrepeso ou obesos submetidos a dietas com sorgo.

**Palavras-chave:** glicemia, lipidograma, obesidade, canino

## 4.2 ABSTRACT

The high prevalence of obesity along with its adverse effects on health and quality of life of dogs makes the treatment of obesity the major challenge in veterinary medicine. Diet is directly related to the incidence of obesity. Carbohydrate used in canine diets may play an important role in weight gain and its chemical nature is a factor that directly influences in blood glucose values. Therefore, the objective of this study was to compare three diets with different carbohydrate sources in the treatment of body weight reduction in obese dogs and to compare the glycemic index, fructosamine and lipid profile in these animals. It was used 35 dogs (18 Beagle and 17 Daschund), male and female, clinically healthy, distributed in a completely randomized into groups of three treatments and six replications. Diets have been formulated with 60% corn, 60% sorghum, 30% corn and 30% sorghum. It was observed an effect of interaction in glucose measurements between diet and sex ( $P < 0.05$ ). The results of serum fructosamine measurement did not differ significantly between the diets after 56 days of treatment ( $P > 0.05$ ), however, there was a significant effect of diets on concentrations of fructosamine at 28, 84 and 112 days of the experiment ( $P < 0.05$ ). At the beginning of the experiment, there was a breed effect on levels of total cholesterol ( $P < 0.05$ ), which correlated positively with glucose levels. Triglycerides measurements did not differ between groups. Despite the significant effects showed in this study, all blood tests were within reference values. However, the type of diet may influence the metabolic rates in overweight or obese animals fed with diets with sorghum.

**Keywords:** glucose, lipid profile, obesity, canine

### 4.3 INTRODUÇÃO

A obesidade é definida como um excesso de gordura corporal suficiente para alterar as funções fisiológicas do organismo (LAFLAMME, 1997). Os fatores genéticos, sociais, culturais, metabólicos e endócrinos envolvidos no desenvolvimento da obesidade conferem um caráter multifatorial à afecção (LEWIS et al., 1994).

Dentre os transtornos de saúde e qualidade de vida causados pela obesidade em cães, destacam-se a hiperglicemia, hiperlipidemia, intolerância à lactose, diabetes mellitus, hipertensão arterial, pancreatite, além de alterações cardiovasculares, pulmonares, respiratórias, ortopédicas, articulares, dermatológicas, reprodutivas, imunológicas, entre outros (BURKHOLDER et al., 2000).

A hiperglicemia está relacionada a aspectos inerentes ao animal, ao estado fisiológico ou patológico, que podem contribuir para flutuações das respostas glicêmicas (CARCIOFI et al., 2008). Dessa forma, o controle glicêmico está diretamente ligado as fases da vida e condições de saúde dos animais (BOUCHARD; SUNVOLD, 1999), como a obesidade, diabetes mellitus, idade avançada, gestação, estresse e infecções (KAHN et al., 2001). As respostas glicêmicas e insulinêmicas estão diretamente relacionadas com a quantidade e o tipo de amido consumido (CARCIOFI et al., 2008).

A hidrólise enzimática do amido começa no intestino delgado, e depende de vários fatores como a relação amilose:amilopectina, sua quantidade e processamento no alimento, grau de interação com outros componentes do alimento e o tempo de trânsito desde a boca até a porção terminal do íleo (ENGLYST et al., 1992).

Dessa forma, acredita-se que tanto a fonte de amido, como seu processamento nos alimentos e também sua concentração na dieta sejam fatores determinantes sobre as respostas glicêmicas (ENGLYST et al., 1992).

A glicose plasmática é um dos nutrientes envolvidos na regulação do consumo voluntário pelo animal. Alimentos como os cereais de menor digestibilidade, possuem liberação gradativa da glicose e são mais indicados para a

saúde do animal evitando a obesidade e a hiperinsulinemia fisiológica (BORGES et al., 2003).

Estudando a resposta glicêmica de cães, CARCIOFI e colaboradores (2008) verificaram que os picos glicêmicos e insulínicos ocorreram mais cedo para a dieta com quirera de arroz, farinha de mandioca e milho em relação às dietas com lentilha, ervilha e sorgo. Além disso, as dietas com sorgo, lentilha e ervilha proporcionaram uma maior manutenção das concentrações glicêmicas, assim como apresentaram uma menor flutuação da glicemia em cães (CARCIOFI et al., 2008).

A glicose também pode combinar com grupos aminos da albumina e de outras proteínas do sangue e pode originar compostos estáveis denominados frutosaminas (BENNET, 2002). A frutosamina é um termo geral que se refere a qualquer proteína glicosilada. O aumento da concentração de frutosamina sugere elevação do teor sanguíneo de glicose (THRALL, 2007).

Além de hiperglicemia, os cães obesos podem apresentar hiperlipidemia, caracterizada pelo aumento na concentração de lipídeos (colesterol, triglicerídeos ou ambos) (JEUSETTE et al., 2005). As desordens lipídicas podem ocorrer como resultado de um defeito primário no metabolismo de lipoproteínas ou como consequência de uma doença sistêmica adjacente (PEIXOTO et al., 2006).

Sendo assim, objetivou-se avaliar as alterações nas concentrações de glicose, frutosamina, colesterol e triglicerídeos de cães Beagle e Daschund com sobrepeso e obesos, alimentados com distintas fontes de carboidrato em dietas para redução de peso corporal.

## **4.4 MATERIAL E MÉTODOS**

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética e bem estar animal do Centro de Ciências da Saúde na Universidade Federal do Espírito Santo, protocolado com número 23068.741463/2009-92 e todos os princípios éticos recomendados quanto à utilização de animais em experimentos foram observados. O experimento foi realizado em canil particular localizado na cidade de Vila Velha-ES.

### **4.4.1 Animais**

A seleção dos cães iniciou-se com o exame clínico e exames laboratoriais abrangendo hemograma, provas de perfil renal e hepático, perfil lipídico, glicêmico, além de ultrasonografia abdominal total e tomografia computadorizada abdominal, que atestaram o bom estado de saúde dos animais. Posteriormente, foram adotadas medidas profiláticas de vacinação e vermifugação. Para a realização do experimento, 35 cães sendo 18 da raça Beagle (RBE) e 17 da raça Daschund (RDA).

### **4.4.2 Dietas**

#### **4.4.2.1 Etapa de Indução ao Sobrepeso**

Nessa fase, os cães foram induzidos ao sobrepeso e obesidade com dieta comercial hipercalórica Super Premium administrada três vezes ao dia, sem restrição. O alimento completo úmido Dudog's Tradicional<sup>®1</sup> (200 gramas/ animal/ dia) foi utilizado por ser um alimento de alta palatabilidade e portanto, potencial indutor do aumento de consumo de alimento, acelerando o ganho de peso. Para a seleção dos animais, foi utilizada a escala de classificação de ECC de nove pontos, segundo metodologia descrita por LAFLAMME (1997). A partir do momento que todos os cães obtiveram um ECC entre sete e nove, aproximadamente 60 dias após o início da administração da dieta, iniciou-se a fase experimental.

#### 4.4.2.2 Etapa de Redução de Peso Corporal

A fase experimental de redução de peso constituiu de 112 dias divididos em quatro ciclos de 28 dias. As dietas experimentais foram identificadas como: DM (dieta com 60% milho, cor amarela), DS (dieta com 60% sorgo, cor verde) e DMS (dieta com 30% milho e 30% sorgo, cor vermelha). A adição de corantes diferentes a cada dieta foi uma forma de se reduzir as chances de erros no manejo alimentar, tendo em vista que o formato do produto extrusado era o mesmo.

A composição percentual e os valores nutricionais calculados das dietas experimentais encontram-se na Tabela 1. Os níveis nutricionais das dietas atenderam e foram superiores às recomendações nutricionais preconizadas pela American Association of Feed Control Official (AAFCO, 2007).

O manejo alimentar abrangeu o fornecimento da dieta em duas refeições diárias, durante 30 minutos. A quantidade diária de alimento a ser fornecida a cada animal foi calculada usando como estimativa a necessidade diária de energia metabolizável para manutenção o valor de 95 Kcal/Kg<sup>0,75</sup>. Esta quantidade foi ajustada quinzenalmente, após a pesagem dos animais. Para cada refeição as rações foram pesadas e colocadas em sacolas plásticas, identificadas com o nome do animal antes de serem fornecidas.

#### 4.4.3 Análises Laboratoriais

Foram coletadas, a cada ciclo de 28 dias, amostras individualizadas de 7,0 ml de sangue através de punção da veia jugular para a obtenção do soro utilizado nas provas bioquímicas. O sangue foi depositado em tubos a vácuo (Vacutainer®) sem anticoagulante. Em seguida, as amostras foram centrifugadas durante 10 minutos a 2.000 xg para a obtenção do soro. Após este processo, o soro foi separado em microtubos de polipropileno de 1,0 ml (Eppendorf®) estéril, devidamente identificados e armazenados sob refrigeração (4 a 8°C) durante 24 horas, para posterior análise.



**Tabela 1-** Composição percentual e valores nutricionais calculados (%) das rações oferecidas aos cães (n = 35) durante a fase experimental.

Ingredientes	Dietas experimentais		
	DM	DS	DMS
Milho integral	60,00	-	30,00
Sorgo integral	-	60,00	30,00
Far. Viscera de ave 55%	10,00	10,00	10,00
Farinha de carne 45%	9,40	9,40	9,40
Gluten de milho 60%	8,00	8,00	8,00
Farelo de soja 4,5%	3,85	5,50	4,85
Gordura de aves	6,00	4,35	5,00
Palatabilizante líquido	1,80	1,80	1,80
Sal	0,60	0,60	0,60
Propionato cálcio	0,20	0,20	0,20
Cloreto de colina 70%	0,07	0,07	0,07
Sup. Mineral <sup>1</sup>	0,05	0,05	0,05
Sup. Vitamínico <sup>2</sup>	0,02	0,02	0,02
Antioxidante, BHT	0,01	0,01	0,01
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabela de Composição Nutricional Calculada			
EM cães (Kcal/Kg)	3300,00	3300,00	3300,00
Proteína Bruta (%)	22,00	22,00	22,00
Extrato Etéreo (%)	8,80	9,80	9,20
Fibra Bruta (%)	2,30	2,50	2,50
Matéria Mineral (%)	7,40	7,65	7,50
Cálcio (%)	1,50	1,50	1,50
Fósforo total (%)	0,70	0,70	0,70
Umidade (%)	8,80	8,80	8,80

DM: dieta 60% milho; DS: dieta 60% sorgo; DMS: dieta 30% milho 30 % sorgo  
<sup>1; 2</sup> Suplemento vitamínico e mineral – fornece por Kg de produto: ácido fólico 1,00 mg; Ácido pantotênico 20,00 mg; Biotina 0,15 mg; Cobalto 1,00 mg; Cobre 16,00 mg; Colina 900,00 mg; Ferro 80,00 mg; Iodo 2,00 mg; Manganês 25,00 mg; Niacina 30,00 mg; Piridoxina 4,00 mg; Riboflavina 6,00 mg; Selênio 0,25 mg; Tiamina 3,00 mg; Vitamina A 11.000,00 UI; Vitamina B12 20,00 mcg; Vitamina D3 1.600,00 UI; Vitamina E 60,00 UI; Vitamina K 2,00 mg; Zinco 120,00 mg.

A leitura e obtenção dos resultados foram realizadas em analisador automático (Biosistens A5) através de reagentes comerciais padronizados (Labtest® e Biosistens®). As rações foram processadas seguindo-se as metodologias recomendadas pelos fabricantes. As concentrações séricas de glicose, frutossamina,

colesterol e triglicérides foram analisadas em duplicata. O sangue total foi utilizado na realização do hemograma, como acompanhamento clínico.

#### **4.4.4 Avaliação da Obesidade**

Para a avaliação da obesidade, foi utilizado o índice de massa corporal canino (IMCC) associado ao ECC e ao peso corporal. Por uma adaptação do IMC humano, a medida da coluna vertebral foi uma variável que substituiu a altura em cães, sendo mensurada por meio de uma trena flexível. Foi considerada como referência a extensão entre a base da nuca ou início da coluna vertebral (articulação atlânto-occipital) até o limite plantar do membro pélvico. A fórmula para calcular o IMCC utilizada foi:  $IMCC = \text{peso} / \text{comprimento da coluna (m)}^2$ .

O resultado obtido de cada animal foi registrado, juntamente com o ECC proposto por LAFLAMME (1997): um= emaciado, três= magro, cinco= ideal, sete= sobrepeso, nove= obeso, utilizando sempre os mesmos critérios.

#### **4.4.5 Análise Estatística**

Os cães avaliados foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x2x2 (três dietas, duas raças – Beagle e Daschund e dois sexos) com idades variando entre três e cinco anos.

Os resultados dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância para dados balanceados, realizada através do programa computacional SAEG da UFV (1997). Foi utilizado o Teste de Student Newman Keuls (SNK) para comparação de médias entre os tratamentos com nível de significância de 5%. Para a análise de correlação entre as variáveis foi utilizado o coeficiente de Correlação de Pearson. Foi considerado um nível de significância de 5% ( $P < 0,05$ ).

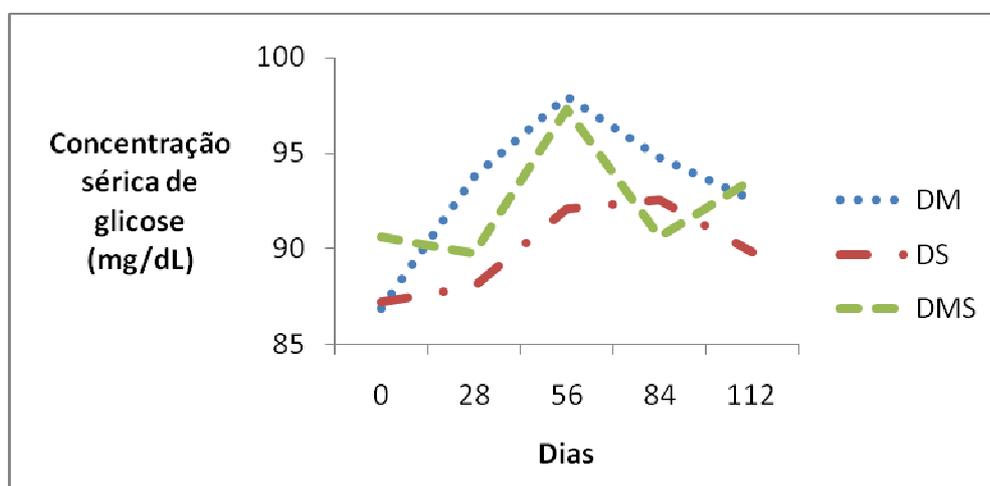
## 4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.5.1 Glicose

Considera-se o amido como o principal nutriente que determina a onda pós-prandial de glicose (BORGES et al., 2003). Estudos em humanos estabeleceram que tanto a quantidade como a fonte de amido determinam a curva pós-prandial de glicose e insulina (WOLEVER; BOLOGNESI, 1996).

O valor glicêmico fisiológico em cães adultos é de 70 a 120 mg/dL (NRC, 2006). Aspectos inerentes ao animal como o estado fisiológico e patológico contribuem para flutuação das respostas glicêmicas para níveis abaixo (hipoglicemias) ou acima do normal (hiperglicemias) (CARCIOFI et al., 2008).

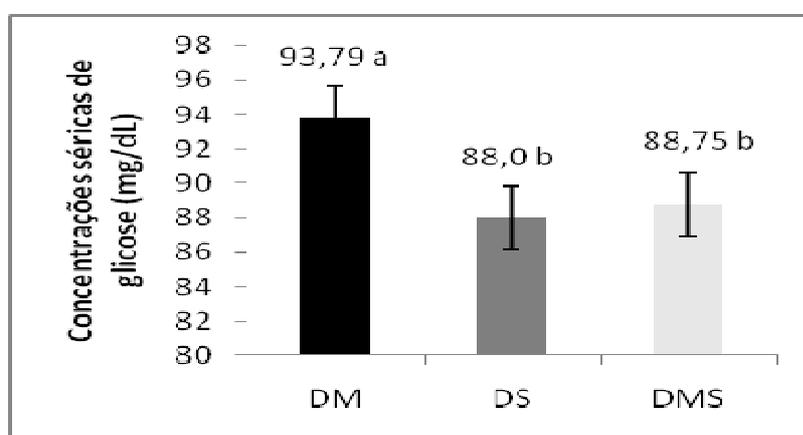
As concentrações séricas de glicose dos cães alimentados com DM, DS e DMS durante o período experimental encontram-se na Figura 1.



**Figura 1** – Representação gráfica das curvas glicêmicas (mg/dL) dos cães mediante o consumo de dietas experimentais DM, DS e DMS, em função do tempo (dias).

Aos 28 dias de experimento verificou-se efeito ( $P < 0,05$ ) da dieta e do sexo sobre os níveis glicêmicos dos cães. Os machos apresentaram maiores níveis glicêmicos ( $93,25 \pm 5,14$  mg/dL) do que as fêmeas ( $87,67 \pm 7,65$  mg/dL) ( $P < 0,05$ ). Os cães alimentados com DM apresentaram maiores valores de glicose comparados

com as dietas contendo sorgo ( $P < 0,05$ ), que não diferiram significativamente entre si (Figura 2). Esses resultados concordam com os observados por BOUCHARD; SUNVOLD (1999), que verificaram maiores concentrações glicêmicas em cães alimentados com rações extrusadas contendo arroz, trigo, milho e menores para o sorgo e a cevada. Para EUKANUBA (2003), a digestão lenta dos carboidratos, tanto do sorgo quanto da cevada, resultariam em níveis moderados de glicose pós-prandial. TAKAKURA (2003) também verificou que os picos glicêmicos foram alcançados com maior rapidez nas dietas com milho, quíler de arroz e farinha de mandioca e menores com sorgo.



**Figura 2** – Representação gráfica dos valores médios das concentrações séricas de glicose de cães alimentados com dietas experimentais contendo milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) aos 28 dias de experimento.

Segundo WOLEVER; BOLOGNESI (1996) e NGYEN e colaboradores (1998), a interpretação das respostas glicêmicas deve ser avaliada levando em consideração a velocidade de digestão, relação amilose:amilopectina, entre outros fatores. Para BAZOLI (2007), as respostas glicêmicas e insulínicas refletem a velocidade com que o amido dietético é digerido e absorvido na forma de glicose no intestino delgado dos cães. ENGLYST e colaboradores (1992) também acreditam que a estrutura dos grânulos de amido e sua composição química, principalmente as proporções de amilose e amilopectina, exercem grande influência em seu comportamento digestivo. Estas diferenças permitem a classificação dos amidos em amido de digestão rápida, amido de digestão lenta e amido resistente, que influenciam diretamente nas concentrações de glicose plasmática (BORGES et al., 2003).

Reafirmando os valores encontrados, estudos anteriores mostraram que tanto os tipos de ingredientes e seu processamento industrial, como a qualidade e a quantidade dos nutrientes, influenciam diretamente o comportamento das respostas glicêmicas tanto em animais sadios, obesos e diabéticos (CARCIOFI et al., 2008; BAZOLLI, 2007; BOUCHARD; SULVOND, 1999).

Aos 56 e 112 dias de experimento, houve diferença ( $P < 0,05$ ) nos valores glicêmicos entre machos e fêmeas. Aos 112 dias, os machos apresentaram maiores níveis glicêmicos ( $95,80 \pm 8,93$  mg/dL) do que as fêmeas ( $87,88 \pm 8,18$  mg/dL) ( $P < 0,05$ ). Aos 0, 28 e 84 dias de experimento, não houve efeito de interação ( $P > 0,05$ ) entre raça e dieta, no entanto, aos 56 e 112 dias houve interação entre raça e dieta ( $P < 0,05$ ; Tabela 2) e correlação positiva entre os níveis glicêmicos e o peso corporal ( $P < 0,05$ ) ( $r = 0,82$  e  $0,57$  respectivamente). Portanto, os animais com menores índices glicêmicos apresentaram os menores pesos corporais. Sendo assim, a glicemia pode ter desencadeado um maior estímulo de liberação de insulina ocasionando uma redução glicêmica que favoreceu um maior consumo de alimento e maior peso corporal.

**Tabela 2** - Valores médios das concentrações séricas de glicose (mg/dL) e desvio padrão nos cães da raça Beagle e Dashound alimentados com dietas contendo milho, sorgo e milho:sorgo, aos 56 e 112 dias de experimento.

TRAT	Níveis glicêmicos (mg/dL)			
	56 dias		112 dias	
	Beagle	Dashound	Beagle	Dashound
Milho	97,08 $\pm$ 7,6 Aa	98,83 $\pm$ 8,1 Aa	89,50 $\pm$ 4,0 Aa	95,58 $\pm$ 9,2 Aa
Sorgo	102,17 $\pm$ 7,3 Aa	82,08 $\pm$ 6,4 Bb	97,00 $\pm$ 10,6 Aa	82,67 $\pm$ 6,7 Bb
milho:sorgo	98,33 $\pm$ 4,2 Aa	95,58 $\pm$ 7,5 Aa	90,25 $\pm$ 8,9 Aa	96,46 $\pm$ 8,7 Aa

<sup>A,B</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ).

<sup>a,b</sup> Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ).

Entre os cães alimentados com DS, os cães RDA tiveram menor nível glicêmico do que os RBE aos 56 e 112 dias ( $P < 0,05$ ). Além disso, entre os cães RDA, os tratados com DS apresentaram estatisticamente menor glicemia que os alimentados com DM ou com DMS, neste mesmo período. Portanto os animais que ingeriram DM apresentaram um maior pico glicêmico em um menor tempo quando comparado com os cães que ingeriram sorgo, como visualizado anteriormente na

Figura 2. Resultados encontrados por WOLEVER; BOLOGNESI (1996) demonstraram que dietas contendo arroz provocaram maior glicemia e insulinemia do que dietas contendo sorgo, milho, trigo e cevada. Entretanto, no mesmo experimento, verificou que dietas contendo sorgo em sua composição ocasionaram uma menor onda pós-prandial de glicose dentre todas as fontes estudadas. De acordo com BELL e colaboradores (1987), a relação glicose x insulina pode desencadear um estímulo de apetite, pois quanto maior a concentração de glicose plasmática, maior a insulina circulante, o que acarreta um *feed-back* negativo secundariamente, reduzindo os níveis de glicose sanguínea.

Alimentos que possuem uma liberação rápida de glicose não são indicados para cães obesos, pois provocam um alto pico insulinêmico. A insulina, por sua vez, promove uma rápida entrada da glicose na célula, o que leva a uma queda abrupta de glicose sanguínea. Como consequência, cessa muito rapidamente a sensação de saciedade e o animal sentirá fome novamente. Assim, alimentos que possuem liberação gradativa da glicose são mais indicados para a saúde do animal evitando a obesidade e a hiperinsulinemia fisiológica.

Esses achados são semelhantes aos encontrados por CARCIOFI e colaboradores (2008), em um estudo da resposta glicêmica de cães. Os autores verificaram que os picos glicêmicos e insulínicos ocorreram mais cedo para a dieta com quirera de arroz, farinha de mandioca e milho em relação às dietas com lentilha, ervilha e sorgo. Além disso, as dietas com sorgo, lentilha e ervilha proporcionaram a manutenção das concentrações glicêmicas por mais tempo, assim como apresentaram uma menor flutuação da glicemia em cães. Resultados semelhantes foram encontrados por JENKINS e colaboradores (1981) que verificaram que as respostas glicêmicas e insulinêmicas estão diretamente relacionadas com a quantidade e o tipo de amido consumido em humanos.

Conforme BORGES (2002), este efeito pode ser explicado pela melhoria na digestibilidade da fração de amilopectina, proporcionada pelo processo de extrusão que resulta em uma maior gelatinização desta fração de amido que está presente em maior quantidade nas dietas contendo sorgo (DS ou DMS). Por ser mais facilmente degradada, a amilopectina proporciona maior fluxo de glicose para o fígado, que a converte em ácidos graxos para serem armazenados no tecido adiposo.

Aos 84 dias de experimento, os cães RDA apresentaram maiores níveis glicêmicos ( $97,79 \pm 8,12$  mg/dL) do que os RBE ( $87,94 \pm 9,71$ mg/dL) ( $P < 0,05$ ) decorrente provavelmente de uma maior mobilização de massa corporal, conforme demonstrado pela redução do IMCC e peso corporal.

#### 4.5.2 Frutosamina

A frutosamina corresponde à forma estável das proteínas glicosiladas que sofreram modificação pós-translacional com a incorporação de glicose à estrutura protéica. Sua determinação é importante uma vez que níveis elevados e contínuos de glicemia levam a um aumento de glicação das proteínas, como ocorre em animais diabéticos (BENNET, 2002). Contudo, acredita-se que a determinação dos níveis de frutosamina é utilizada para a avaliação da glicemia, já que desconsidera a variação momentânea da glicose no sangue, pois reflete as variações da glicemia nas últimas duas a três semanas.

Os valores médios de frutosamina apresentaram-se dentro dos padrões de normalidade para cães (160 a 230  $\mu$ mol/L). Todavia, até o momento, é escasso ou mesmo inexistente, dados na literatura a respeito de concentrações sanguíneas de frutosamina em cães obesos alimentados com diferentes tipos de dietas.

As concentrações séricas de frutosamina dos cães alimentados com DM, DS e DMS durante o período experimental encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3:** Valores médios das concentrações séricas de frutosamina ( $\mu$ mol/L) e seus respectivos desvio padrão em cães alimentados com dietas constituídas de milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) durante o período experimental (0 à 112 dias).

TRAT	Níveis de frutosamina ( $\mu$ mol/L)				
	0	28	56	84	112
DM	195,8 $\pm$ 31,8	167,8 $\pm$ 24,1	179,0 $\pm$ 16,2	166,4 $\pm$ 14,5	172,7 $\pm$ 18,2
DS	197,2 $\pm$ 32,5	189,9 $\pm$ 23,9	186,6 $\pm$ 13,4	183,7 $\pm$ 19,4	176,4 $\pm$ 15,9
DMS	199,9 $\pm$ 32,6	190,6 $\pm$ 23,9	189,3 $\pm$ 17,8	193,6 $\pm$ 23,8	194,3 $\pm$ 23,9

No início do experimento, assim como aos 56 dias, os valores de frutossamina sérica não diferiram entre as dietas experimentais ( $P>0,05$ ), todavia, aos 28, 84 e 112 dias houve efeito da dieta sobre as concentrações de frutossamina ( $P<0,05$ ) (Tabela 4). Os animais que ingeriram as dietas DS e DMS apresentaram maiores níveis de frutossamina do que os cães que ingeriram apenas dieta DM (Tabela 4). Acredita-se que como o sorgo possui maior percentual de amilose, esta fração pode ter disponibilizado glicose durante um maior período de tempo levando a um aumento de glicação das proteínas que resultou em aumento da frutossamina. CARCIOFI e colaboradores (2008) relataram que a dieta com sorgo proporciona manutenção da glicemia por um período de tempo maior reduzindo as flutuações de glicose nos cães.

**Tabela 4:** Valores médios nas concentrações séricas de frutossamina ( $\mu\text{mol/L}$ ) nos cães alimentados com dietas contendo milho (DM), sorgo (DS e milho:sorgo (DMS) aos 28, 84 e 112 dias de experimento ( $P<0,05$ ).

Níveis de frutossamina ( $\mu\text{mol/L}$ )			
TRAT	28 dias	84 dias	112 dias
DM	167,81 B	166,48 B	172,72 B
DS	189,90 A	183,69 A	176,48 B
DMS	192,62 A	194,76 A	194,35 A

<sup>A,B</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem pelo teste SNK ( $p<0,05$ ).

As fêmeas tiveram maior glicemia ( $190,59 \pm 26,02 \mu\text{mol/L}$ ) que os machos ( $174,95 \pm 23,57 \mu\text{mol/L}$ ) somente aos 28 dias de experimento ( $P<0,05$ ). Nos demais períodos este efeito não foi observado. Os cães RDA apresentaram maior nível de frutossamina que os RBE nos dias 0, 28, 84 e 112 do experimento ( $P<0,05$ ) (Tabela 5), decorrente provavelmente da gliconeogênese.

**Tabela 5:** Valores médios das concentrações séricas de frutossamina ( $\mu\text{mol/L}$ ) e seus respectivos desvio padrão nos cães da raça Beagle (RBE) e Dashound (RDA) durante o período experimental (0 aos 112 dias).

Concentrações séricas de frutossamina ( $\mu\text{mol/L}$ )					
RAÇA	0	28	56	84	112
RBE	176,5 $\pm$ 25,7	168,2 $\pm$ 22,4	181,2 $\pm$ 17,5	172,4 $\pm$ 21	173,7 $\pm$ 21,4
RDA	219,9 $\pm$ 19,1	197,6 $\pm$ 19,8	188,7 $\pm$ 13,7	189,0 $\pm$ 19,8	188,2 $\pm$ 16,6



Verificou-se correlação positiva entre os níveis de frutossamina aos 28, 84 e 112 dias e as concentrações de glicose aos 84 dias de experimento ( $P < 0,05$ ).

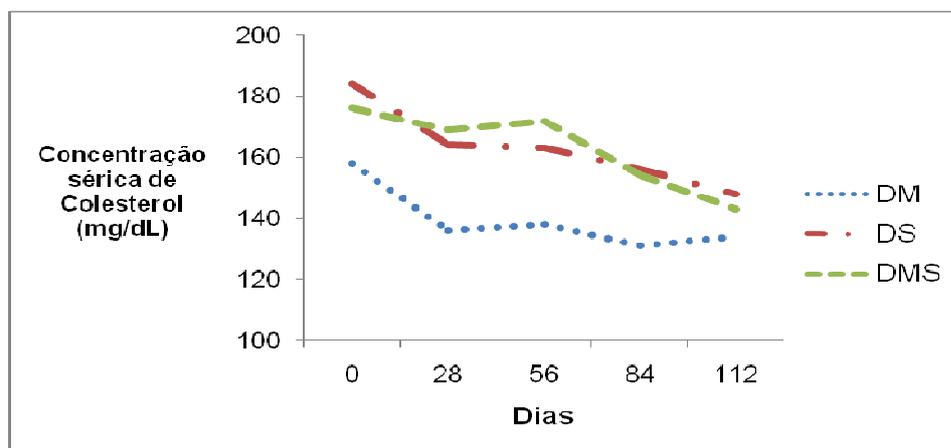
Foi observada correlação negativa entre frutossamina e peso corporal aos 28 e 84 dias de experimento ( $r = -0,54$ ;  $r = -0,66$ ;  $P < 0,05$ ) e correlação positiva entre frutossamina e glicose aos 84 dias ( $r = 0,67$ ;  $P < 0,05$ ) demonstrando que com a elevação da concentração de glicose houve aumento na frutossamina que proporcionou redução de peso corporal. VEIGA (2007) realizou um experimento onde encontrou correlação entre glicemia e frutossamina.

#### **4.5.3 Colesterol e Triglicerídeos**

Embora seja bastante documentado que a obesidade pode alterar as concentrações de colesterol e triglicerídeos, existem poucas informações referentes à frequência destes achados (PEIXOTO et al., 2006). Esses autores relataram que a frequência de hipercolesterolemia em cães esteja relacionada com o grau de obesidade.

Não foram observadas alterações com significado clínico, nas concentrações séricas de colesterol e triglicerídeos durante o experimento. Acredita-se que os cães não permaneceram com sobrepeso ou obesos por tempo suficiente para elevar os valores de colesterol e triglicerídeos antes de iniciar o período experimental de redução de peso. Dessa forma, não foram encontradas alterações nos parâmetros séricos que permaneceram dentro dos limites de normalidade durante toda a fase de redução de peso.

Os resultados das concentrações séricas de colesterol total dos cães alimentados com as dietas DM, DS e DMS durante o período experimental podem ser visualizados na Figura 3 e encontram-se dentro dos valores de normalidade para cães.



**Figura 3** – Representação gráfica das concentrações séricas de colesterol total aos 0, 28, 56, 84 e 112 dias de experimento em cães alimentados com dietas experimentais milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS).

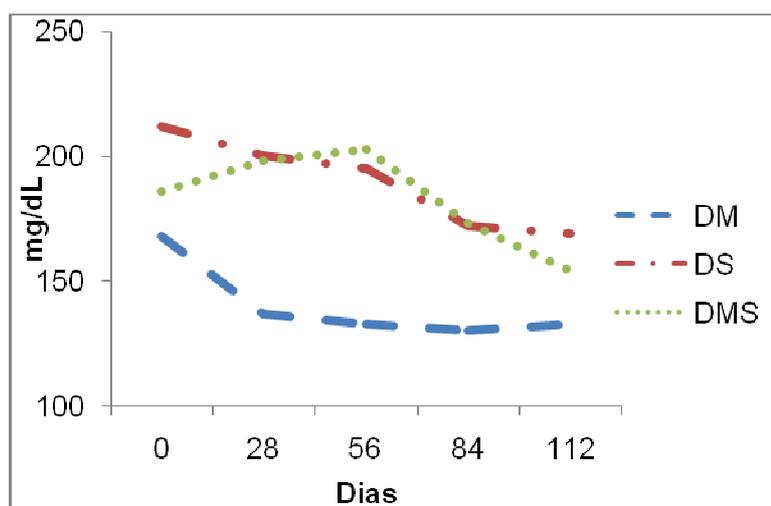
Aos 28, 56, 84 e 112 dias de experimento, verificou-se efeito de sexo e de raça sobre os níveis de colesterol total ( $P < 0,05$ ). As fêmeas tiveram maior concentração de colesterol que os machos ( $P < 0,05$ ). Os cães RBE apresentaram maior concentração sérica de colesterol total que cães RDA ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6), que pode ser justificado pelas maiores taxas glicêmicas encontradas nos cães RBE nesse período ( $P < 0,05$ ). Valores próximos aos encontrados também foram relatados por GONZALES e colaboradores (2001) no qual o valor médio de colesterol total foi de 155,2 mg/dL em cães submetidos à dietas para redução de peso corporal.

**Tabela 6:** Valores médios das concentrações séricas de colesterol (mg/dL) e seus respectivos desvio padrão nos cães da raça Beagle (RBE) e Dashound (RDA) durante o período experimental (0 aos 112 dias).

RAÇA	Concentração sérica de colesterol (mg/dL)				
	0	28	56	84	112
RBE	189,1 ±40,7	178,9 ±44,4	177,3 ±50,7	158,7 ±38,1	152,5 ±28,0
RDA	155,2 ±15,3	132,7 ±11,4	137,2 ±17,7	135,1 ±15,7	131,2 ±11,5

Aos 28, 56 e 112 dias de experimentação verificou-se efeito da dieta e da interação entre raça e dieta sobre as concentrações de colesterol total ( $P < 0,05$ ). Entre os cães tratados com DS ou DMS, os cães RDA tiveram menor concentração

sérica de colesterol total comparado com os cães RBE (Tabela 6). Todavia, entre os cães RDA não houve diferença ( $P>0,05$ ) no nível de colesterol total entre os tratados com DM, DS ou DMS. Considerando os cães RBE, os tratados com DS ou DMS tiveram as maiores concentrações de colesterol total se comparados com os tratados com DM, que apresentaram o menor valor ( $P<0,05$ ) (Figura 4) (Tabela 7).



**Figura 4** - Representação gráfica das concentrações séricas de colesterol total aos 0, 28, 56, 84 e 112 dias de experimento nos cães da raça Beagle (RBE) alimentados com dietas experimentais milho (DM), sorgo (DS) e milho:sorgo (DMS) ( $P<0,05$ ).

**Tabela 7:** Valores médios das concentrações séricas de colesterol total (mg/dL) em cães das raças Beagle e Daschund aos 28, 56 e 112 dias de experimento ( $P<0,05$ ).

TRAT	Colesterol Total Sérico (mg/dL)					
	28 dias		56 dias		112 dias	
	Beagle	Daschund	Beagle	Daschund	Beagle	Daschund
<b>DM</b>	137,83 Ba	136,08 Aa	133,50 Ba	144,17 Aa	133,75 Ba	134,92 Aa
<b>DS</b>	200,83 Aa	128,25 Ab	195,42 Aa	130,58 Ab	169,92 Aa	127,75 Ab
<b>DMS</b>	198,17 Aa	135,75 Ab	203,08 Aa	140,54 Ab	154,17 ABa	133,21 Ab

<sup>A,B</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem pelo teste SNK ( $p<0,05$ ).

<sup>a,b</sup> Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste SNK ( $p<0,05$ ).

Aos 84 dias de experimento foi observado efeito da dieta sobre a taxa de colesterol total ( $P<0,05$ ). Os cães tratados com DS ( $156,29 \pm 27,89$  mg/dL) e com DMS ( $154,57 \pm 40,75$  mg/dL) tiveram as maiores concentrações séricas de colesterol total comparados com os tratados com DM, que apresentaram o menor valor

(131,62 ± 18,80 mg/dL) (P<0,05). Este efeito pode ser justificado pela concentração de frutamina uma vez que as dietas DS e DMS proporcionaram maiores valores ocasionando disponibilidade de glicose para uma maior síntese de colesterol total.

Neste mesmo período, aos 84 dias, os cães RBE apresentaram maior concentração de colesterol total sérico (158,72 ± 38,15 mg/dL) que os RDA (135,19 ± 15,76 mg/dL) (P<0,05) (Tabela 6), devido provavelmente essa raça apresentar maior reserva lipídica que em situação de restrição alimentar, resultou em uma maior lipólise. As fêmeas apresentaram maior nível de colesterol total sérico (158,09 mg/dL) que os machos (136,86 mg/dL) (P<0,05), provavelmente, devido a uma maior presença de tecido adiposo que proporcionou elevada mobilização de gordura.

A variação no nível de colesterol total observada neste experimento foi decorrente da oscilação na glicemia, baseado na correlação positiva entre colesterol total e a taxa de glicose aos 56 e 112 dias de experimento. Pois sabe-se que entre as prováveis fontes utilizadas para a síntese de colesterol total está o Acetil-CoA que é gerado pela oxidação da glicose (LENINGHER et al., 2006). No estado de hígidez, a síntese de colesterol começa com a acetil-CoA e é um processo regulado que depende da concentração de colesterol celular (SCOTT et al, 2011). Os ésteres de colesterol entram nas células por endocitose de fragmentos de lipoproteínas mediada por receptores. Eles são liberados para os lisossomos, onde a lipase ácida promove sua hidrólise, liberando o colesterol para uso pela célula (SCOTT et al, 2011).

No presente experimento, não houve correlação entre peso corporal e colesterol total, já que com a redução do peso o colesterol total manteve-se com os mesmos índices.

As concentrações séricas médias de triglicerídeos diferiram entre os grupos experimentais, no entanto, permaneceram dentro dos valores de referência para cães (P<0,05) (Tabela 8) durante todo o período experimental, concordando com os achados de GONZÁLES e colaboradores (2001). Acredita-se que houve uma maior mobilização do tecido adiposo nesses cães.

DIEZ e colaboradores (2002) também encontraram baixos valores de triglicerídeos (75 mg/dL) em cães obesos submetidos à dietas para redução de peso, com concentrações diferente de amido.

**Tabela 8** - Valores das concentrações séricas de triglicerídeos dos cães da raça Beagle e Dashound alimentados com dietas contendo milho, sorgo e milho:sorgo, durante o período experimental (P<0,05).

TRAT	Concentrações de triglicerídeos (mg/dL)					
	56 dias		84 dias		112 dias	
	Beagle	Daschund	Beagle	Daschund	Beagle	Daschund
Milho	49,67 Bb	62,58 Aa	62,17 Aa	54,67 Aa	66,42 Aa	59,25 Bb
Sorgo	60,42 Aa	60,17 Aa	64,25 Aa	66,00 Aa	56,00 Aa	58,50 Aa
milho:sorgo	52,42 Aa	51,72 Aa	76,42 Aa	58,42 Bb	70,00 Aa	57,38 Bb

<sup>A,B</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste SNK (P<0,05).

<sup>a,b</sup> Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem pelo teste SNK (P<0,05).

## 4.6 CONCLUSÕES

Os dados do presente estudo sugerem que existem diferenças entre as concentrações de glicose, frutossamina, colesterol e triglicerídeos em cães com sobrepeso submetidos a dietas com diferentes fontes de carboidrato (milho, sorgo e milho/sorgo) para a redução de peso corporal.

Entretanto, apesar dessas diferenças existirem, os índices glicêmicos e lipídicos permaneceram dentro dos padrões fisiológicos e valores de normalidade durante todo o período experimental. Acredita-se que o tempo de indução e permanência da obesidade até o início do período experimental não foi suficiente para induzir alterações nos valores do perfil lipídico. Além disso, os cães não estavam todos com ECC nove por tempo suficiente no início do experimento.

#### 4.7 REFERÊNCIAS

BAZOLLI, R. S. Influência do grau de moagem de ingredientes amiláceos utilizados em rações extrusadas sobre os aspectos digestivos e respostas metabólicas em cães. 2007. 71 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2007.

BELL, A. W.; BAUMAN, D. E; CURRIE, W. B. Regulation of nutrient partitioning and metabolism during pré-and postnal growth. *Journal Animal Science*, v. 65, n. 1, p. 186, 1987.

BENNET, N. Monitoring techniques for diabetes mellitus in dogs and cats. *Clinical Techniques in Small Animal Practive*, v. 17, n. 2, p. 65-69, 2002.

BORGES, F. M. O. Utilização do sorgo em alimentos para animais de estimação. In: Simpósio sobre ingredientes na Alimentação Animal, 2002, Uberlândia. Anais. Campinas: CBNA, p. 39-48, 2002.

BORGES, F.M.O.; SALGARELLO, R. M.; GURIAN, T. M. Recentes avanços na nutrição de cães e gatos. In: Simpósio sobre nutrição de animais de estimação, 2003, Campinas. Anais. Campinas: CBNA, p. 21-60, 2003.

BOUCHARD, G. F.; SUNVOLD, G. D. Improving canine glycemic response to a meal with dietary starch. In: THE NORTH AMERICAN VETERINARY CONFERENCE, 1999, ORLANDO. Proceedings recent advances in clinical management of diabetes mellitus. Orlando: The Lams, p. 16-19, 1999.

BURKHOLDER, W. J.; TOLL, P.W. Obesity. In: HAND, M. S. et al. *Small animal clinical nutrition*. 4. ed. Topeka: Mark Morris Institute, p. 401-430, 2000.

CARCIOFI, A. C. et al. Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and post-prandial glucose and insulin response. *Journal of American Physiology and Animal Nutrition*, v. 92, p. 326-336, 2008.

CARCIOFI, A. C. Métodos para estudo das respostas metabólicas de cães e gatos a diferentes alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, p. 235-249, 2007.

DIEZ, M. et al. Evolution of Blood parameters during weight loss in experimental obese Beagle dogs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Berlin, v. 88, p.166-171, 2004.

ENGLYST H. N.; KINGMAN S. M.; CUMMINGS J. H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 46, p. 33-50, 1992.

EUKANUBA Information. 2003. Disponível em: <[http://www.golden-retrievers.co.nz/eukanuba\\_info.htm](http://www.golden-retrievers.co.nz/eukanuba_info.htm)>. Acesso em: 23 nov. 2009.

GONZÁLEZ, F. H. D. et al. Perfil bioquímico de cães e gatos na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Arquivos da Faculdade de Veterinária*, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2001.

JENKINS, D. J. et al. Glicemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Animal Journal Clinica Nutrition*, v. 34, p. 362-366, 1981.

JEUSETTE, I. et al. Ad libitum feeding following ovariectomy in female Beagle dogs: effect on maintenance energy requirement and on blood metabolites. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Berlin, v. 88, n. 3-4, p. 117-121, 2004.

KAHN, S.E. et al. Obesity, body fat distribution, insulin sensitivity, and islet beta cells: explanation for metabolic diversity. *The Journal of Nutrition*, v. 131, p. 354S-360S, 2001.

KANEKO, J. J. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5. ed, New York: Academic Press, 1997.

LAFLAMME, D. P. Development and validation of a body condition score system for dogs. *Canine Practice*, v. 22, p.10-15, 1997.

LEHNINGER; NELSON, D. L.; COX, M. M. *Lehninger - Princípios de Bioquímica*. 4. ed. São Paulo: Sarvier, 2006.



LEWIS, L. D.; MORRIS, M. L.; HAND, M. S. Obesity. In: LEWIS, L.D.; MORRIS, M.L.; HAND, M.S. Small animal clinical nutrition III. Topeka, Kansas: Mark Morris Institute, p.1-39, 1994.

NGUYEN, P. et. al. Glycemic and insulinic responses after ingestion of commercial foods in healthy dogs: Influence of food composition. Journal of Nutrition, v. 128, p. 2654S-2658S, 1998.

PEIXOTO, M. C.; BRUNETTO, M.A.; NOGUEIRA, S.P.; SÁ, F.S.; JEREMIAS, F.C.; JEREMIAS, J.T.; CARCIOFI, A.C. Avaliação do perfil lipídico de cães obesos. p. 424-427, 2006. Disponível em: <[http://prope.unesp.br/xxi\\_cic/27\\_07701002600.pdf](http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_07701002600.pdf)>. Acesso em: outubro 2010.

STOCKHAM, S.L.; SCOTT, M.A.. Fundamentos de Patologia Clínica Veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 729 p., 2011.

TAKAKURA, F. S. Avaliação de fontes de amido para alimentos extrusados para cães. 2003. 106 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2003.

THRALL, M.A. Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária. São Paulo: Roca, 592 p., 2007.

VEIGA, A.P.M. Suscetibilidade a diabetes mellitus em cães obesos. 2007. 90f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Veterinária – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

WOLOVER, T. M. S., BOLOGNESI, C. Source and amount of carbohydrate affect postprandial glucose and insulin in normal subjects. Journal of Nutrition, v. 26, p. 2798-2806, 1996.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, diante dos resultados, que apesar das dietas com milho (60%), sorgo (60%) e milho: sorgo (30% e 30%) proporcionarem uma redução de peso corporal nos cães, não houve diferença significativa entre as dietas quando utilizada para o tratamento da obesidade. Além disso, o estabelecimento de um programa de perda de peso utilizando dietas com sorgo e milho como fontes de carboidrato necessita ser realizado por tempo prolongado e com menor restrição energética, para comparação das diferentes dietas propostas nesse experimento.

Foram verificadas diferenças no tempo de ganho e redução de peso entre as raças. Os cães da raça Daschund apresentaram maior facilidade em ganhar e perder peso do que os cães da raça Beagle. Acredita-se que os cães da raça Daschund apresentem metabolismo mais acelerado que os cães da raça Beagle, favorecendo esse achado.

Contudo, o conhecimento de fatores intrínsecos ligados ao amido e de fatores extrínsecos ligados a dieta são determinantes e fundamentais para a saúde digestiva dos cães, contribuindo com o aporte nutricional, um menor índice de obesidade e promovendo uma melhor qualidade de vida aos cães.

Por fim, sabe-se que o conceito de nutrição está se expandindo para além da fronteira da sobrevivência e satisfação da fome para enfatizar a utilização de alimentos que promovam bem estar, melhora de saúde e redução do risco de doenças. Nota-se a importância de padronizar a ingestão de amido pelos animais obesos e verificar a composição da dieta quanto às diferentes fontes de carboidratos para cães, na avaliação de tratamentos para obesidade.

## 6 REFERÊNCIAS ADICIONAIS

AMARAL, A. S. Determinação de valores de referência para alanina aminotransferase, fosfatase alcalina, amilase, lipase, proteínas totais, albumina, globulinas e colesterol, para cães da região de Santa Maria, RS. In: Seminário de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, 1994, Santa Maria. Anais. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1994.

ANDRIGUETTO, J. M. et al. Nutrição animal: alimentação animal. Nutrição animal aplicada. São Paulo: Nobel, v. 2, 1983.

ANFAL PET, 2010. Disponível em: <[www.anfalpet.org.br](http://www.anfalpet.org.br)>. Acesso em: março 2011.

ANJOS, L.A. Índice de massa corporal (massa corporal, estatura<sup>2</sup>) como indicador do estado nutricional de adultos. Revista Saúde Pública. V.26, n.6, p.431-436, 1992.

ARMSTRONG, P. J.; LUND, E. M. Changes in body composition and energy balance with Aging. Veterinary Clinical Nutrition, v. 3, p. 83-87, 1996.

AZAIN MJ, HAUSMAN DB, SISK MB, FLATT WP, JEWELL DE. Dietary conjugated linoleic acid reduces rat adipose tissue cell size rather than cell number. J Nutr, v.130, n.6, p.1548-54, 2000.

BAZOLLI, R. S. Influência do grau de moagem de ingredientes amiláceos utilizados em rações extrusadas sobre os aspectos digestivos e respostas metabólicas em cães. 2007. 71 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2007.

BEDFORD, M.R.; SCHUKZE, H. Exogenous enzymes in poultry diets. Nutrition Research Reviews, v.11, n.1, p.91-114, 1998.

BELL, A. W.; BAUMAN, D. E; CURRIE, W. B. Regulation of nutrient partitioning and metabolism during pré-and postnal growth. Journal Animal Science, v. 65, n. 1, p. 186, 1987.

BENNET, N. Monitoring techniques for diabetes mellitus in dogs and cats. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, v. 17, n. 2, p. 65-69, 2002.

BIOURGES, V. Obesidade. *Informativo Técnico e Científico*, Centro de pesquisa e desenvolvimento da Royal Canin, 1997. Disponível em: <<http://linkway.com.br>>. Acesso em: 28 jun. 2009.

BIOURGES, V.; ELLIOT, D. *Encyclopedia of Canine Clinical Nutrition*. France: Aniwa SAS, p. 2-57, 2006.

BORGES, F. M. O. Utilização do sorgo em alimentos para animais de estimação. In: *Simpósio sobre ingredientes na Alimentação Animal*, 2002, Uberlândia. Anais. Campinas: CBNA, p. 39-48, 2002.

BORGES, F.M.O.; SALGARELLO, R. M.; GURIAN, T. M. Recentes avanços na nutrição de cães e gatos. In: *Simpósio sobre nutrição de animais de estimação*, 2003, Campinas. Anais. Campinas: CBNA, p. 21-60, 2003.

BOUCHARD, G. F.; SUNVOLD, G. D. Improving canine glycemic response to a meal with dietary starch. In: *THE NORTH AMERICAN VETERINARY CONFERENCE*, 1999, ORLANDO. *Proceedings recent advances in clinical management of diabetes mellitus*. Orlando: The Lams, p. 16-19, 1999.

BROUSSOLLE, C. et al. Evaluation of the fructosamine test in obesity: consequences for the assessment of past glycemic control in diabetes. *Clinical Biochemistry*, v. 24, n.2, p. 203-209, 1991.

BURKHOLDER, W. J.; TOLL, P.W. Obesity. In: *HAND, M. S. et al. Small animal clinical nutrition*. 4. ed. Topeka: Mark Morris Institute, p. 401-430, 2000.

CAMIRE, M. L. Nutritional aspects of food extrusion: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 42, n. 8, p. 916-929, May, 2007.

CARCIOFI, A. C. et al. Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and post-prandial glucose and insulin response. *Journal of American Physiology and Animal Nutrition*, v. 92, p. 326-336, 2008.

CARCIOFI, A. C. et al. Qualidade e digestibilidade de alimentos comerciais de diferentes segmentos de mercado para cães adultos. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal*, v. 10, n. 2, p. 489-500, maio/jul. 2009.

CARCIOFI, A. C. Fontes de proteína e carboidratos para cães e gatos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, p. 28-41, 2008.

CARCIOFI, A. C. Métodos para estudo das respostas metabólicas de cães e gatos a diferentes alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, p. 235-249, 2007.

CARCIOFI, A. C.; JEREMIAS, J. T. Progresso científico sobre nutrição de animais de companhia na primeira década do século XXI. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 35-41, 2010.

CASE, L. P.; CAREY, D. P.; HIRAKAWA, D. A. Nutrição canina e felina: manual para profissionais. São Paulo: Brace, 2 ed., p. 212-218, 592p. 2000.

CRANE, S. W. Occurrence and management of obesity in companion animals. *Journal of Small Animal Practice*, v. 32, p. 275-282, 1991.

DIEZ, M. et al. Evolution of blood parameters during weight loss in experimental obese Beagle dogs. In: I Simpósio de Nutrição. Noint Nutrition Symposium. Belgium, ed: Antwerpen, august 21-25, 2002.

DIEZ, M. et al. Evolution of Blood parameters during weight loss in experimental obese Beagle dogs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Berlin, v. 88, p.166-171, 2004.

DIEZ, M.; NGUYEN, P. Obesity: epidemiology, pathophysiology and management of the obese dog. In: PIBOT, P; BIOURGE, V.; ELLIOT, D. *Encyclopedia of Canine Clinical Nutrition*. Royal Canin: Aniwa SAS, p. 2-44, 2006.

DUARTE, A. et al. Avaliação nutricional de cereais extrusados para cães. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 6, nov./dez. 2006.

DUARTE, J. O. Cultivo do sorgo: mercado e comercialização. Brasília, DF: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

EDNEY, A. T. B.; SMITH, P. M. Study of obesity in dogs visiting veterinary practices in the United Kingdom. *Veterinary Record*, v. 118, p. 391-396, 1986.

ELLIOT D.A.; BOURGE V.C. Nutrição do intestino delgado. *Revista Waltham Focus*. p.38-40, 2005.

ENGLYST H. N.; KINGMAN S. M.; CUMMINGS J. H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 46, p. 33-50, 1992.

ENGLYST, et al. Measurement of resistant starch *in vitro* and *in vivo*. *British Journal of Nutrition*, v. 75, p. 749-755, 1996.

ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C. Tratado de medicina interna veterinária: doenças do cão e do gato. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, v. 1, 2004.

EUKANUBA Information.2003. Disponível em:<[http://www.golden-retrievers.co.nz/eukanuba\\_info.htm](http://www.golden-retrievers.co.nz/eukanuba_info.htm)>. Acesso em: 23 nov. 2009.

FIALHO E. T.; ROSTAGNO H.S., FONSECA, J. B., SILVA, M.A. Efeito do peso vivo sobre o balanço energético e protéico de rações à base de milho e sorgo com diferentes conteúdos de tanino para suínos. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.8, n.3, p.386-397, 2000.

FIGUEIREDO, J.; GUERREIRO, M. O arroz. *Ciência Viva: Agência Nacional para a cultura científica e tecnológica*. 2003. Disponível em:<<http://www.ucv.mct.pt/docs/arrozdoce.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2010.

GAJDA, M. et al. Corn hybrid affects *in vitro* and *in vivo* measures of nutrient digestibility in dogs. *Journal of Animal Science*, v. 83, p. 160-171, 2005.

GERMAN, A. J. The growing problem of obesity in dogs and cats. *J. Nutr.*, v. 136, p.1940S–1946S, 2006.

GONZÁLEZ, F. H. D. et al. Perfil bioquímico de cães e gatos na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Arquivos da Faculdade de Veterinária*, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2001.

GOSSELLIN, J., PEACHEY, S., SHERINGTON, J. Evaluation of dirlotapide for sustained weight loss in overweight Labrador Retrievers. *Journal Veterinary Pharmacology Therapy*, v. 30, p. 55-65, 2007b.

GOSSELLIN, J.; WREN, J. A.; SUNDERLANDS, S. J. Canine obesity – an overview. *Journal Veterinary Pharmacology Therapy*, v.30, p. 1-10, 2007a.

HALL, J. E.; GUYTON, A. C. *Tratado de fisiologia médica*. 11. ed. São Paulo: Elsevier, 2006.

HAND, M. S.; AMSTRONGS, P. J.; ALLEN, T. A. Obesity: occurrence, treatment and prevention. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 19, n.3, p. 447-473, 1989.

HEALY, B.J. et al. Optimum particle size of corn and hard soft sorghum for nursery pigs. *Journal of Animal Science*, v.72, p.2227-2236, 1994.

HENRY, J. B. *Diagnósticos clínicos e tratamento por métodos laboratoriais*. 18. ed. São Paulo: Manole, 1998.

HIBBERD, C. A. et al. Digestibility characteristics of isolated starch from sorghum and corn grain. *Journal Animal Science*, v. 55, p. 1-5, 1982.

HOUPPT, K. A.; COREN, B.; HINTZ, H. F.; HILDERBRANT, J. E. Effect of sex and reproductive status on sucrose preference, food intake, and body weight of dogs. *Journal American Veterinary Medicine Association*. v.174, n.10, p.1083-1085, 1979.

ÍTAVO, C. C. B. F. et al. Consumo e digestibilidade de nutrientes de dietas com silagens de grãos úmidos de milho ou sorgo, em ovinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 61, n. 2, abr. 2009.

JENKINS, D. J. et al. Glicemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Animal Journal Clinica Nutrition*, v. 34, p. 362-366, 1981.

JERICO, M. M.; SCHEFFER, K. C. Aspectos epidemiológicos dos cães obesos na cidade de São Paulo. *Revista Clínica Veterinária*, v. 7, n. 37, p. 25-29, 2002.

JEUSETTE, I. et al. Ad libitum feeding following ovariectomy in female Beagle dogs: effect on maintenance energy requirement and on blood metabolites. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Berlin, v. 88, n. 3-4, p. 117-121, 2004.

JOBIM, C. C.; CECATO, U.; CANTO, M. W. Utilização de silagem de grãos de cereais na alimentação animal. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2001, Maringá. Anais. Maringá: CCA/UEM/DZO, p.146-176, 2001.

JOHNSON, M. C. Hyperlipidemia disorders in dogs. *Compend Contin Educ Pract Vet.*, v. 27, n. 5, p. 361-370, 2005.

KAHN, S.E. et al. Obesity, body fat distribution, insulin sensitivity, and islet beta cells: explanation for metabolic diversity. *The Journal of Nutrition*, v. 131, p. 354S-360S, 2001.

KANEKO, J. J. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5. ed, New York: Academic Press, 1997.

KRONFELD, D.S.; DONOGHUE, S.; GLICKMAN, L.T. Diet and Disease: Body Condition and Energy Intakes of Dogs in a Referral Teaching Hospital. *American Institute of Nutrition. Journal of Nutrition*. v.21, p.157-158, 1991.

LAFLAME, D. P. Nutrition for aging cats and dogs and the importance of body condition. *Veterinary Clinics Small Animal Practice*, v. 35, 713-742, 2005a.

LAFLAMME, D. P. Development and validation of a body condition score system for dogs. *Canine Practice*, v. 22, p.10-15, 1997.

LAFLAMME, D. Sistemas naturais de proteção canina - o trato gastrointestinal: sua dupla função como um sistema protetor e digestivo para cães. [S.l.]: Nestle Purina PetCare, 2005b.

LAZZAROTTO, J.J.. Revisão De Literatura: Relação Entre Aspectos Nutricionais E Obesidade Em Pequenos Animais. *Revista Universidade de Alfenas*, Alfenas, v.5, p.33-35, 1999.



LEHNINGER; NELSON, D. L.; COX, M. M. Lehniger - Princípios de Bioquímica. 4. ed. São Paulo: Sarvier, 2006.

LEIBETSEDER, J. Alimentando animais que estão doentes. In: EDNEY, A.T.B. Nutrição do cão e do gato: um manual para estudantes, veterinários, criadores e proprietários. São Paulo: Manole, p. 97-110, 1987.

LEWIS, L. D.; MORRIS, M. L.; HAND, M. S. Obesity. In: LEWIS, L.D.; MORRIS, M.L.; HAND, M.S. Small animal clinical nutrition III. Topeka, Kansas: Mark Morris Institute, p.1-39, 1994.

LOBO JUNIOR, M. F. et al. Coeficientes de digestibilidade aparente pelos métodos de indicadores e coleta total de fezes em cães. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 53, n. 6, p. 691-694, 2001.

LOBO, A. R.; SILVA, G. M. L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. Revista de Nutrição de Campinas, v. 16, n. 2, p. 219-226, abr./jun. 2003.

LOPEZ, J.; STUMPF, W. J. Influência do grão de sorgo como fonte de amido em ovinos alimentados com feno - parâmetros plasmáticos. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 4, 1183-1190, 2000.

MAGALHÃES, P. C.; RODRIGUES, W. A.; DURÃES, F. O. M. Tanino no grão de sorgo: bases fisiológicas e métodos de determinação. Sete Lagoas: EMBRAPA - CNPMS, 1997. 26p. (EMBRAPA - CNPMS. Circular Técnica, 27), 1997.

MALATHI, V.; DEVEGOWDA, G. In vitro evaluation of nonstarch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes. Poultry Science, Champaign, v.80, p.302-305, 2001.

MARCA, M. C. Effect of hyperglucaemia on serum fructosamine and glood glyeated haemoglobin concentrations in canine samples. Veterinary Research Communications, v. 24, n. 1, p. 11-16, 2000.

MARKWELL, P. J.; BUTTERWICK, R. F. Investigaciones recientes sobre el manejo de la obesidad em gatos y perros. Walthan Focus, v. 6, n. 1, 1996.

MARTIN, L.J., SILIART, B., DUMON, H.J. & NGUYEN, P.G. Hormonal disturbances associated with obesity in dogs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v.90, p.355–360, 2006.

MCARDLE, W.D. et al. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desenvolvimento humano*. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1113p. 2003.

MCGREEVY, P. D. et al. Prevalence of obesity in dogs examined by Australian veterinary practices and the risk factors involved. *Veterinary Record*, n.156, p. 695-702, 2005.

MONDINI, L.; MONTEIRO, C.A. Relevância epidemiológica da desnutrição e da obesidade em distintas classes sociais: métodos de estudo e aplicação à população brasileira. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v.1, n.1, p.28-39, 1998.

MÜLLER, D. C. M. M.; SHOSSLER, J.E.W.; PINHEIRO, M. Adaptação do índice de massa corporal humano para cães. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 4, jul. 2008.

MURRAY, et al. Evaluation of selected high-starch flours as ingredients in canine diets. *Journal of Animal Science*, v. 77, n. 8, p. 2180-2186, 1999.

NELSON, R.; COUTO, C. G. *Medicina interna de pequenos animais*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 638-643.

NGUYEN, P. et. al. Glycemic and insulinic responses after ingestion of commercial foods in healthy dogs: Influence of food composition. *Journal of Nutrition*, v. 128, p. 2654S-2658S, 1998.

NUNES, I. J. *Nutrição animal básica*. 2. ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ - Fundação de estudo e pesquisa em medicina veterinária e zootecnia. 1998.

PEIXOTO, M. C.; BRUNETTO, M.A.; NOGUEIRA, S.P.; SÁ, F.S.; JEREMIAS, F.C.; JEREMIAS, J.T.; CARCIOFI, A.C. Avaliação do perfil lipídico de cães obesos. p. 424-427, 2006. Disponível em: <[http://prope.unesp.br/xxi\\_cic/27\\_07701002600.pdf](http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_07701002600.pdf)>. Acesso em: outubro 2010.

PINHÃO, R. L. et al. Valores séricos de glicose, triglicerídeos e colesterol em cães (*canis familiaris*) com sobrepeso, suplementados na dieta com fibra de maracujá (*Passiflora edulis*). *Revista Eletrônica Novo Enfoque*, v. 9, n. 9, p. 56-63, 2010.

REECE, W. O. Endocrinologia, reprodução e lactação. In: DUKES, H.H. *Fisiologia dos Animais Domésticos*. 12 ed. Guanabara Koogan, p.577-622, 2006.

RIBAS, P. M. Sorgo: introdução e importância econômica Sete Lagoas, MG. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, EMBRAPA: Milho e Sorgo, Sete Lagoas: MG, 1 ed., p. 65, dez., 2003.

ROBERTSON, I. D. The influence of diet and factors on owner perceived obesity in privately owned cats from metropolitan Perth, Wertern Australia. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 40, p. 75-85, 1999.

RODRIGUES, E.; BIANCHINI, W.; ARRIGONI, M.B.; JORGE, A.M. Processamento de grãos de milho e de sorgo na otimização da produção animal. *Revista Pubvet*, V. 2, N. 1, Ed. 12, Art. 313, ISSN 1982-1263, 2008.

RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T.; SILVA, H.O.; GONÇALVES, T.M. Digestibilidade Dos Nutrientes E Desempenho De Suínos Em Crescimento E Terminação Alimentados Com Rações À Base De Milho E Sorgo Suplementadas Com Enzimas. *Revista Brasileira De Milho E Sorgo*, v.1, n.2, p.91-100, 2002.

ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *Journal of Animal Science*, v.63, n.5, p. 1607-1623, 1986.

SANTOS, B. M. Função renal e hepática de cadelas adultas submetidas a programas de ganho e perda de peso. 2008. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

SEIXAS, J. R. C.; ARAÚJO, W. A.; FELTRIN, C. A.; et al. Fontes protéicas para alimentos pet. In: III Simpósio sobre nutrição de animais de estimação, 2003, Campinas. Colégio brasileiro de nutrição animal. Campinas, 2003.

SILVA, J. J. W. Digestibilidade de dietas com diferentes fontes de carboidratos e sua influencia na glicemia e insulinemia em cães. 2004. 50 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Lavras, Lavras, 2004.

SILVA, S. M. C.; MURA, J. D. P. Tratado de alimentação nutrição e dietoterapia. São Paulo: Roca, cap. 28, 2007.

SILVERSIDES, F.G. Soluble non-starch polysaccharides, enzymes, and gut viscosity is there a connection. World poultry, v.15, n.5, p.17-18, 1999.

SLOTH, C. Practical management of obesity in dogs and cats with owner-perceived obesity in privately owned dogs from metropolitan Perth, WA. Journal Small Animal Practice, v. 58, p. 75-83, 1992.

SMITS, C. H. M. and ANNISON, G. Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition- towards a physiologically to their determination. World's Poultry Science Journal, v.52, p.203-221, 1996.

STOCKHAM, S.L.; SCOTT, M.A.. Fundamentos de Patologia Clínica Veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 729 p., 2011.

TAKAKURA, F. S. Avaliação de fontes de amido para alimentos extrusados para cães. 2003. 106 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2003.

THRALL, M.A. Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária. São Paulo: Roca, 592 p., 2007.

TORRES, D.M.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G.; FREITAS, R.T.F.; SANTOS, E.C. Eficiência das enzimas amilase, pentose e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. Ciências Rural, Santa Maria, v.37, n.2, p518-523, 2001.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON J. P; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VEIGA, A.P.M. Suscetibilidade a diabetes mellitus em cães obesos. 2007. 90f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Veterinária – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

WAKSHLAG, J. J. et al. Effect of dietary protein on lean body wasting in dogs: correlation between loss of lean mass and markers of proteasome-dependent proteolysis. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Berlin, v. 87, n. 11, p. 408-420, 2003.

WOLFSHEIMER, K. J. Obesity in dogs. *The Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, Trenton, v. 16, n. 8, p.981 - 997, August, 1994.

WOLOVER, T. M. S., BOLOGNESI, C. Source and amount of carbohydrate affect postprandial glucose and insulin in normal subjects. *Journal of Nutrition*, v. 26, p. 2798-2806, 1996.

WORTINGER, A. *Nutrição para cães e gatos*. São Paulo: Roca, 2009.

YAMKA, R. M.; FRANTZ, N. Z.; FRIESEN, K. G. Effects of 3 canine weight loss foods on body composition and obesity markers. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*. v. 5, n. 3, p.125-132, 2007.

ZICKER, S. C.; FORD, R.B.; NELSON, R.W.; KIRK, C.A. Transtornos endócrinos y de los lípidos. In: HAND, M.S.; et al. *Nutrición clínica em pequeños animales*. 4. ed. Buenos Aires: Inter Médica, c. 24, p. 994 – 1028, 2000.

## 7 ANEXOS

### 7.1 CAPÍTULO 2



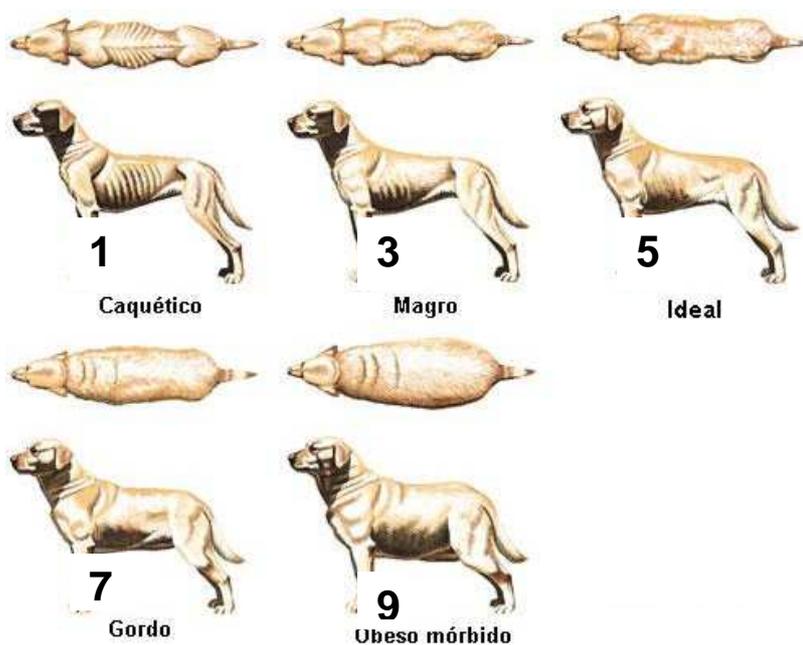
**Figura 1 e 2** - Fachada do canil dos cães da raça Daschund (RDA) (1) e Fachada do canil dos cães da raça Beagle (RBE) (2).



**Figura 3** – Fontes de amido estudadas: DM (60% milho= amarela), DS (60% sorgo= verde), DMS (30% milho/ 30% sorgo= vermelha).



**Figura 4** – Pesagem, separação e identificação individual das dietas de acordo com o peso metabólico animal, realizadas quinzenalmente.



**Figura 5** – Escore de Condição corporal em cães, segundo LAFLAMME (1997), adaptado de <<http://media.wiley.com>>.

**Tabela 1** - Consumo individual diário de ração (gramas) de acordo com a raça (RBE e RDA), sexo (M e F) e dietas experimental (DM, DS e DMS) durante o experimento.

	DIAS								
	0	14	28	42	56	70	84	98	112
1-M/RBE	180,9	179,8	177,4	177,4	176,2	172,1	171,5	171,5	171,5
2-M/RBE	205,0	203,9	196,0	196,0	196,0	194,8	191,7	187,3	184,7
3-M/RBE	236,8	231,4	224,9	222,7	221,6	221,6	221,6	217,8	217,2
4-M/RBE	229,2	213,9	213,9	211,7	207,2	203,9	199,4	199,4	193,7
5-M/RBE	209,5	195,4	193,7	192,5	191,4	191,4	190,2	189,1	187,3
6-M/RBE	233,5	226,0	226,0	224,9	222,4	221,7	221,6	220,5	218,3
7-M/RBE	232,5	231,4	231,5	231,5	229,2	228,1	221,6	219,4	219,4
8-M/RBE	221,0	218,3	215,0	212,8	211,7	211,7	209,5	207,2	203,3
9-M/RBE	273,1	259,9	259,9	258,9	258,9	258,9	255,8	254,5	251,6
1-F/RBE	215,2	213,9	209,5	207,2	206,1	205,6	205,2	204,2	204,1
2-F/RBE	200,5	195,3	193,7	189,1	189,1	189,1	186,8	185,6	185,6
3-F/RBE	217,2	202,7	201,6	200,5	197,1	197,1	195,2	190,8	187,9
4-F/RBE	223,4	220,5	217,2	216,1	215,0	210,6	210,6	210,3	210,1
5-F/RBE	206,1	198,3	194,8	190,2	189,1	189,1	188,4	184,4	184,4
6-F/RBE	186,7	184,4	176,6	170,3	167,9	165,5	163,1	158,6	158,2
7-F/RBE	168,9	165,5	169,1	166,7	166,7	164,9	163,7	163,0	161,9
8-F/RBE	200,5	196,0	193,7	191,4	191,4	189,7	189,4	185,6	185,1
9-F/RBE	196,0	193,7	191,4	191,4	189,1	187,9	186,4	183,8	183,3
1-M/RDA	140,8	135,8	126,5	122,6	119,9	119,9	115,8	113,8	111,9
2-M/RDA	121,2	115,2	110,5	107,6	103,4	99,1	94,8	93,4	92,9
3-M/RDA	119,2	116,8	114,7	112,4	109,3	106,2	102,0	100,6	97,7
4-M/RDA	125,2	124,6	122,6	119,9	118,5	117,2	116,1	115,8	115,8
5-M/RDA	139,8	139,5	139,5	139,5	136,7	135,9	135,7	135,4	136,9
6-M/RDA	127,9	126,5	122,8	120,2	116,1	115,8	110,4	110,4	110,4
7-M/RDA	117,2	115,8	113,1	111,7	111,6	111,5	111,1	110,4	110,4
8-M/RDA	120,6	120,3	115,8	115,8	115,0	114,5	113,1	113,1	112,4
9-M/RDA	144,6	141,0	134,6	129,8	122,6	121,2	115,6	114,5	111,1
1-F/RDA	118,5	116,4	117,2	115,8	115,8	114,8	113,6	113,4	109,4
2-F/RDA	121,9	121,2	121,2	119,9	119,9	119,9	111,7	111,7	111,7
3-F/RDA	103,8	102,0	100,1	98,4	98,1	97,7	97,7	96,5	102,0
4-F/RDA	121,9	114,5	113,9	111,7	106,8	99,6	98,4	93,6	88,9
5-F/RDA	134,9	134,4	131,1	127,9	125,9	117,2	113,1	109,0	107,6
6-F/RDA	116,5	115,8	115,8	115,8	115,8	112,4	112,8	108,8	106,2
7-F/RDA	102,7	102,0	97,7	94,8	94,8	90,1	90,4	86,0	84,5
8-F/RDA	81,4	81,4	79,9	78,4	77,6	77,3	76,8	76,5	76,8

M/RBE: macho Beagle; F/RBE: fêmea Beagle; M/RDA: macho Daschund; F/RDA: fêmea Daschund; 1,2,3: cães alimentados com dietas DM (60% milho); 4,5,6: cães alimentados com dietas DS (60% sorgo); 7,8,9: cães alimentados com dietas DMS (30% milho e 30% sorgo), de 0 aos 112 dias.



**Tabela 2** - Consumo médio de ração (gramas) por tratamento (DM- milho, DS- sorgo, DMS- milho:sorgo), nos cães da raça Beagle (RBE), durante a fase experimental (0 aos 112 dias).

<b>BEAGLE</b>									
	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>42</b>	<b>56</b>	<b>70</b>	<b>84</b>	<b>98</b>	<b>112</b>
<b>DM</b>	209,3	204,5	200,5	198,8	197,7	196,7	195,3	192,9	191,8
<b>DS</b>	214,7	206,4	203,7	201,0	198,8	197,0	195,5	193,7	192,0
<b>DMS</b>	215,3	210,8	210,1	208,8	207,8	206,9	204,4	202,3	200,8

**Tabela 3** - Consumo médio de ração (gramas) por tratamento (DM- milho, DS- sorgo, DMS- milho:sorgo), nos cães da raça Daschund (RDA), durante a fase experimental (0 aos 112 dias).

<b>DASCHUND</b>									
	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>42</b>	<b>56</b>	<b>70</b>	<b>84</b>	<b>98</b>	<b>112</b>
<b>DM</b>	120,9	117,9	115,1	112,8	111,1	109,6	105,9	104,9	104,3
<b>DS</b>	127,7	125,9	124,3	122,5	120,0	116,3	114,4	112,2	111,0
<b>DMS</b>	113,3	112,1	108,2	106,1	104,3	102,9	101,4	100,1	99,0