

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Veterinária



Dissertação

**Estudo de parâmetros bioquímicos de cães relacionando com
condição corporal, jejum e alimentação**

Patricia Almeida Ferreira

Pelotas, 2012

PATRICIA ALMEIDA FERREIRA

Estudo de parâmetros bioquímicos de cães relacionando com condição corporal, jejum e alimentação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Veterinária da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Sanidade Animal - Clínica Médica de Pequenos Animais.

Orientador: Márcia de Oliveira Nobre

Co-Orientador: William Peres

Pelotas, 2012.

Dados de catalogação na fonte:
Ubirajara Buddin Cruz – CRB-10/901
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

F383e Ferreira, Patricia Almeida
 Estudo de parâmetros bioquímicos de cães relacionando
 com condição corporal, jejum e alimentação / Patricia Almeida
 Ferreira. – Pelotas, 2012. – 82f. : gráf. – Dissertação (Mestra-
 do). Programa de Pós-Graduação em Veterinária. Área de
 concentração: Sanidade animal. Universidade Federal de Pe-
 lotas. Faculdade de Veterinária. Pelotas, 2012. - Orientador
 Márcia de Oliveira Nobre ; co-orientador William Peres.

 1.Veterinária. 2.Metabolismo lipídico. 3.Glicemia. 4.Escore
 corporal. 5.Parâmetros bioquímicos. 6.Cães. I.Nobre, Márcia
 de Oliveira. II.Peres, William. III.Título.

CDD: 636.7

Banca examinadora:

profª Dr. Ana Cristina Pacheco de Araújo

profª Dr. Ana Raquel Mano Meinerz

colab. Dr. Eduardo Negri Mueller

profª Dr. Márcia de Oliveira Nobre (orientadora)

Agradecimentos

Agradeço à minha “pequena família” (Marcelo, Kiti, Mia, Batata, Pirata, Bilbo e Pucca) por estarem sempre comigo, apoiando, ouvindo e entendendo as minhas faltas.

À minha família, por apoiarem meus estudos.

À minha orientadora Márcia, por acreditar no trabalho e confiar na minha ideia.

Ao professor William, pela disposição e ensino.

Aos meus colegas da pós pelo chimarrão da manhã, pela ajuda sempre que solicitada, e por formarem um grupo de apoio.

Aos meus “braços direitos”, Sabrina e Stephanie, por estarem sempre dispostas as saídas de campo, elaboração de resumos e, principalmente, estarem dispostas a aprender.

À professora Eliane e a minha amiga Sandra, pela ajuda e por realizarem um trabalho tão especial, embora nem sempre reconhecido.

Ao pessoal do Laboratório MicVet, pelo Bico de Bunsen e demais colaborações.

Ao Laboratório Dr. Rouget Perez pela realização dos exames.

Aos cães que participaram do trabalho e aos que apenas conhecemos no caminho, obrigada pelas demonstrações de afeto.

Aos meus “filhos e filhas” é por amor a vocês que realizei este estudo, para que vocês fiquem comigo por muitos e muitos anos ainda.

À todos que de uma forma ou outra me auxiliaram, ouviram e colaboraram, muito obrigada.

Resumo

FERREIRA, Patricia Almeida. **Estudo de parâmetros bioquímicos de cães relacionando com condição corporal, jejum e alimentação.** 2012. 87f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O objetivo deste trabalho foi estudar os parâmetros bioquímicos metabólicos de cães relacionando com condição corporal, jejum e alimentação. Para avaliação da glicemia, com glicosímetro digital, foi utilizado 6µL de sangue capilar e venoso, e para dosagem pelo método enzimático foi utilizado sangue venoso. Para estudar a curva metabólica foram realizadas coletas sanguíneas em jejum e 0:30, 1:00, 1:30, 3:00, 6:00, 9:00 e 12:00 horas após o fornecimento de ração industrial *premium*. As análises laboratoriais foram feitas por determinação enzimática através da colorimetria. Para relacionar os escores corporais com a morfometria canina, definimos o escore corporal, o índice de massa corporal (IMC), as médias das dobras cutâneas e a razão entre as circunferências torácica e abdominal. Para comparar os escores corporais com o metabolismo de carboidratos e lipídios os cães foram classificados em peso ideal, sobrepeso e obeso. Mensurou-se a glicemia, o colesterol total, frações colesterêmicas e os triglicerídeos. Os valores médios da glicemia obtida por glicosímetro portátil, amostra capilar e venosa e pelo método enzimático laboratorial foram similares. Em relação à curva metabólica, os níveis glicêmicos, da fração VLDL e dos triglicérides, são alterados após a alimentação, enquanto os demais parâmetros analisados (colesterol total e frações HDL e LDL) não. Os cães obesos apresentaram maiores valores do IMC e das dobras cutâneas e menores valores da razão entre circunferências. Os valores da fração VLDL e os triglicerídeos foram maiores nos cães obesos. Conclui-se que as médias dos valores da glicemia capilar e venosa aferidas por glicosímetro digital são similares. Nas condições estudadas observamos que é possível fazer a análise bioquímica dos valores da glicemia, colesterol total, frações colesterêmica e triglicerídeos após 3 h de jejum. O índice de massa corporal juntamente com os valores das dobras cutâneas e da razão entre as circunferências dos cães são uma forma rápida e eficaz para classificar os cães nos escores corporais de peso ideal, sobrepeso e obeso. Nas condições estudadas, cães obesos apresentam níveis de triglicerídeos e fração colesterêmica VLDL mais elevados que em cães com sobrepeso.

Palavras-chave: Metabolismo lipídico. Glicemia. Escore corporal.

Abstract

FERREIRA, Patricia Almeida. **Estudo de parâmetros bioquímicos de cães relacionando com condição corporal, jejum e alimentação.** 2012. 87f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

In this work we have studied the relationship between biochemical metabolic parameters (of dogs) and body score, fasting and feeding. In order to evaluate the glycemia values, using a digital (portable) glucometer, it was used 6µL of venous and capillary blood. On the other hand, when we evaluated the glycemia, through enzymatic method (laboratory), only venous blood was used. To analyze the metabolic curve we have collected blood samples of fasting dogs and 0:30, 1:30, 3:00, 6:00, 9:00, and 12:00 hours after feeding with premium industrial food. The laboratorial analysis were realized by enzymatic determination through colorimetry. In order to correlate the body scores and dogs morphometry, we have defined the body score, the body mass index (BMI), and the average values of cutaneous fat at the right rib cage, thoracic, and tail base regions. Also, we have measured the thoracic and inguinal circumference ratio. To compare the body scores with the metabolism of carbohydrates and lipids the dogs were classified, according to their weight, as ideal weighted, overweighted and obese. We have measured the glycemia, cholesterol (total and fractions), and triglycerides. The glycemia average values, obtained with the portable glucometer, of capillary and venous blood were similar. The glycemic, VLDL fraction, and triglyceride levels are changed after feeding, while the other analyzed parameters (total cholesterol, HDL and LDL fractions) are not. The obese dogs presented higher BMI and subcutaneous fat values and lower circumference ratio values, when compared with the ideal weighted and overweighted ones. The VLDL fraction and triglyceride values were higher when measured at the obese dogs. It is concluded that the portable glucometer is reliable, since the average values of venous and capillary glycemia are similar. At the experiment conditions, it is possible to perform the biochemical analysis of glycemia, total and fraction cholesterol, and triglycerides values after 3h fasting. The analysis of body mass index, together with the subcutaneous fat values and the circumference ratio has proven to be a fast and effective method to classify dogs as ideal weighted, overweighted and obese. At the studied conditions, obese dogs presented higher triglycerides and VLDL cholesterol fraction levels, when compared with overweighted dogs.

Keywords: Lipidic metabolism. Glucose. Body score.

Lista de Figuras

ARTIGO 1

Figura 1	Valores glicêmicos em cães após 12 horas de jejum aferidos por via capilar, venosa e laboratorial.....	31
----------	--	----

ARTIGO 2

Figura 1	Glicemia de cães em jejum (1) e 0:30 (2); 1:00 (3); 1:30 (4); 3:00 (5); 6:00 (6); 9:00 (7); e 12:00 (8) após o fornecimento da alimentação.....	47
Figura 2	Colesterolemia total de cães em jejum (1) e 0:30 (2); 1:00 (3); 1:30 (4); 3:00 (5); 6:00 (6); 9:00 (7); e 12:00 (8) após o fornecimento da alimentação.....	48
Figura 3	Níveis sanguíneos das frações HDL, LDL e VLDL de cães em jejum (tempo 1) e 0:30 (2); 1:00 (3); 1:30 (4); 3:00 (5); 6:00 (6); 9:00 (7) e 12:00 (8) após o fornecimento da alimentação.....	49
Figura 4	Níveis sanguíneos dos triglicerídeos, de cães em jejum (1) e 0:30 (2); 1:00 (3); 1:30 (4); 3:00 (5); 6:00 (6); 9:00 (7) e 12:00 (8) após o fornecimento da alimentação comercial <i>premium</i>	50

ARTIGO 3

Figura 1	Valores mínimo, média e máximo do índice de massa corporal de cães com peso ideal, sobrepeso e obeso.....	60
Figura 2	Valores mínimo, média e máximo das dobras cutâneas de cães com peso ideal, sobrepeso e obeso.....	61
Figura 3	Valores mínimo, média e máximo da razão entre as circunferências torácicas e abdominais de cães com peso ideal, sobrepeso e obeso.....	62

ARTIGO 4

Figura 1	Valores mínimo, média e máximo da glicemia de cães com peso ideal, sobrepeso e obesos.....	74
Figura 2	Níveis sanguíneos mínimo, média e máximo do colesterol total de cães com peso ideal, sobrepeso e obesos.....	75
Figura 3	Níveis sanguíneos mínimo, média e máximo dos triglicerídeos de cães com peso ideal, sobrepeso e obesos.....	76

Lista de Tabelas

ARTIGO 2

Tabela 1	Valores médios da glicose, colesterol total, frações HDL, LDL e VLDL, e triglicerídeos, em cães, referentes às coletas realizadas em jejum e após o fornecimento da ração industrial.....	46
----------	---	----

ARTIGO 3

Tabela 1	Valores médios do IMC, das dobras cutâneas e a razão entre as circunferências torácicas e abdominais de cães com peso ideal, com sobrepeso e obeso.....	59
----------	---	----

ARTIGO 4

Tabela 1	Valores médios da glicemia, colesterol total, frações HDL, LDL e VLD e triglicerídeos de cães pertencentes com peso ideal (escore 3), com sobrepeso (escore 4) e obesos (escore 5).....	73
----------	---	----

Lista de Abreviaturas e Siglas

BIA: bioelectrical impedance
CEEa: Comitê de Ética e Experimentação Animal
DC: dobra cutânea
DEXA: dual-energy x ray
HDL: high density lipoprotein
IMC: índice de massa corporal
LDL: low density lipoprotein
RC: razão entre circunferências
VLDL: very low density lipoprotein

Sumário

1 Introdução.....	13
2 Objetivos.....	16
3 Revisão Bibliográfica.....	17
3.1 Condição e composição corporal.....	17
3.2 Mensurações corporais.....	18
3.3 Metabolismo de carboidratos.....	20
3.4 Metabolismo lipídico.....	21
4 Artigos	
4.1 Artigo 1 - Glicemia do sangue capilar e venoso de cães saudáveis mensurada com glicosímetro.....	26
4.2 Artigo 2 - Curva metabólica em cães: efeitos do jejum e da alimentação.....	35
4.3 Artigo 3 - Escore corporal canino relacionado à medidas morfométricas.....	51
4.4 Artigo 4 - Avaliação da glicemia e do metabolismo lipídico em relação ao escore corporal canino.....	63
5 Conclusão.....	78
Referências.....	79
Apêndice.....	83
Anexo.....	86

1 Introdução

Investigar a obesidade em cães e gatos tem sido difícil pela falta de técnicas objetivas para quantificar o conteúdo de gordura corporal. Cães com aproximadamente mesmo tamanho e idade que podem ser classificados como estando com peso normal, podem mostrar diferenças na quantidade de massa corporal gorda (Wilkinson; McEwan, 1991). Dentre os métodos de mensuração corporal que são objetivos devido à utilização de aparelhagem estão o DEXA (Dual x-ray) e BIA (bioelectrical impedance), porém requerem equipamentos caros tornando a utilização na prática veterinária limitada (Jeusette et al., 2010).

A condição corporal ideal está relacionada com o equilíbrio energético em que se encontra o cão. Em condições de balanço energético negativo, o organismo é capaz de degradar seus próprios tecidos para cobrir as necessidades energéticas e, à medida que estes depósitos vão se esgotando, o animal emagrece e seu peso diminui; quando o consumo de energia é maior que o gasto, essa energia se acumula como tecido adiposo provocando aumento de peso e, por conseguinte, obesidade (Burger; Blaza, 1988).

A composição corporal representa a porcentagem de massa magra e gorda para um determinado peso corporal, sendo que cães com o mesmo peso corporal podem apresentar diferenças nesta porcentagem (Jeusette et al., 2010). Em humanos pode-se utilizar o índice de massa corporal (IMC), o qual é obtido a partir da divisão da massa corporal pelo quadrado da estatura (Anjos, 1992; Mcardle; Katch; Katch, 2003). A importância deste índice está na sua relação com o desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas e por conseguinte a mortalidade (Edney; Smith, 1986; Fettman et al., 1997; Monteiro et al., 2000; Burkholder, 2001; Kuruvilla; Frankel, 2003).

Em cães, além da utilização do IMC (Muller; Schossler; Pinheiro, 2008), é bastante comum a classificação pelo porte, e por meio de escores corporais, o qual leva em consideração a deposição de tecido adiposo em determinadas regiões corpóreas (Edney; Smith, 1986; Laflamme; Kealy; Schimdt, 1994; Laflamme, 1997; German, 2006), também relacionando o IMC e os escores com riscos à saúde do cão.

A principal fonte de energia aproveitada constantemente pelas células do corpo é a glicose, e por isso é necessário manter sua concentração no sangue em equilíbrio (Bush, 2004). Níveis glicêmicos alterados, elevados ou reduzidos, trazem consequências negativas para o corpo, como intolerância à glicose e resistência à insulina (Ferguson; Caffail; Hoenig, 2007) – por isso se faz necessário realizar medições da glicemia (Pica et al., 2003). Em relação às dislipidemias, o termo hiperlipidemia se refere ao aumento de lipídeos (triglicerídeos, colesterol ou ambos) no sangue (Watson; Barrie, 1993; Ford, 1996; Johnson, 2005), alteração que pode levar ao desenvolvimento de doenças pelo aumento da massa gorda (Edney; Smith, 1986; German, 2006; Montoya et al., 2006).

A obesidade em cães ainda é pouco estudada e provoca várias disfunções fisiológicas, aumentando o risco de problemas articulares, diabetes melitos, doenças pulmonares, doenças hepáticas, hiperlipidose e complicações em relação a cicatrização. Cães com sobrepeso são dificilmente reconhecidos e sendo fortes candidatos a se tornarem obesos, considerando que atualmente 40% da população canina é obesa, sendo necessário definir formas de avaliar a condição corporal dos cães para prevenir o desenvolvimento da obesidade. Juntamente com a obesidade há uma alteração no metabolismo orgânico o que poderá determinar a médio e longo prazo alterações bioquímicas importantes principalmente no metabolismo dos carboidratos e dos lipídios.

Para avaliação metabólica são utilizados testes laboratoriais, o quais são protocolados com 12 horas de jejum na sua grande maioria, sendo muitas vezes difícil e de risco manter alguns animais com este período sem alimentação. Portanto, torna-se importante a avaliação em animais saudáveis da variação diurna destes parâmetros em jejum e após a ingestão de alimento, para viabilizar menor período de jejum.

O uso de glicosímetro é importante pela rapidez e custo sendo um instrumento alternativo para o controle de alterações da glicemia, sendo que em humanos foi determinada a confiabilidade do glicosímetro digital e em cães existem poucos estudos.

2 Objetivos

2.1 Geral

Estudar os parâmetros bioquímicos metabólicos de cães relacionando com condição corporal, jejum e alimentação.

2.2 Específicos

Medir e comparar a glicemia de cães hígidos com glicosímetro digital avaliando sangue capilar e venoso;

Estudar a curva metabólica dos cães realizando dosagens da glicemia, colesterol e frações (HDL, LDL e VLDL), e triglicerídeos antes e após o fornecimento de alimentação;

Relacionar os escores corporais caninos com o índice de massa corporal, medições das dobras cutâneas e das medidas das circunferências torácica e inguinal;

Comparar os valores glicêmicos, colesterêmicos total e frações (HDL, LDL e VLDL), triglicerídeos, com o escore corporal de cães.

3 Revisão Bibliográfica

3.1 Condição e composição corporal

Todas as mensurações de adiposidade envolvem a definição da composição corporal, ou seja, a relação entre os vários componentes biológicos do corpo. O conceito mais importante é a divisão entre a massa gorda (triglicerídeos componentes do tecido adiposo) e massa magra do corpo. A morfometria é a medida da forma, e refere-se a uma variedade de parâmetros que são usados para estimar a composição corporal. As três principais técnicas utilizadas são: escores de condição corporal, medições das dobras cutâneas, e avaliações dimensionais, que é combinação de várias medidas com o peso. Potenciais técnicas de pesquisa incluem análises químicas, densitometria, mensuração da água corporal total, absorvometria, ultrassonografia, condutor elétrico e avançadas técnicas de imagem (Burkholder, 2001).

Em estudo da variação corpórea em cadáveres de cães com o auxílio do DEXA (Dual energy x-ray), foi constatado que a posição de escaneamento recomendado é a posição dorsal no qual se obteve como valores médio 3,8% de massa gorda (3,6g), 1,0g de massa magra, 6,1g de material mineral ósseo e 0,5g de tecido no total (Raffan et al., 2006). Este aparelho avalia a composição corporal (Munday et al., 1994), sendo estas medidas valiosas em estudos nutricionais que avaliam o crescimento em animais jovens, perda de tecido gordo em adultos com sobrepeso, e preservação do tecido ósseo e mole em animais idosos (Toll et al., 1994). A bioimpedância elétrica (BIA) é utilizado para analisar a composição corporal, medindo a resistência de um sinal elétrico através da água que é encontrada nos músculos e gordura (Kyle et al., 2004).

Já o escaneamento A-mode é a forma mais simples de ultrassom, e com isso podemos medir a camada de gordura entre a derme e o músculo cutâneo (Wilkinson; McEwan, 1991).

Sabe-se que essas medidas variam em função da genética, fatores ambientais (Edney; Smith, 1986; Kronfeld; Donoghue; Glickman, 1991; Parker et al., 2004) e idade (Harper, 1998). A causa da mudança na gordura corporal devido a idade é geralmente presumida como resultado da queda do balanço energético, pois os níveis de atividade ou metabolismo basal diminuem progressivamente modificando o gasto total, ou porque há aumento progressivo na quantidade de energia ingerida. Entretanto, dos fatores biológicos relacionados com a regulação da massa corporal, e efeito da sensação de saciedade, há fatores sociais, como isolamento e depressão, que podem contribuir para o decréscimo de peso com o aumento da idade (Speakman; Booles; Butterwick, 2003).

3.2 Mensurações corporais

O escore de condição corporal é um método subjetivo e semiquantitativo de avaliar a composição corporal, embora seja a metodologia mais utilizada na prática veterinária (Edney; Smith, 1986), nos sistemas de três, cinco ou nove pontos (Edney; Smith, 1986; Laflamme; Kealy; Schimdt, 1994; Laflamme, 1997).

A validação do escore de nove pontos mostra que cães com escore de condição corporal ideal igual a cinco possuem $19 \pm 8\%$ de massa gorda, com o acréscimo de 5% de massa gorda em cada ponto (Laflamme; Kealy; Schimdt, 1994; Laflamme, 1997).

Um sistema de pontuação bastante utilizado para classificar os cães é o sistema de cinco pontos, o qual avalia os cães em pontos específicos e induz a menos erros. Os cães classificados no escore “1” (caquéticos) são aqueles que apresentam costelas, vértebras lombares e ossos pélvicos facilmente visíveis, sem gordura palpável, e cintura óbvia; escore “2” (magros) costelas facilmente visualizadas, mínima cobertura de tecido adiposo, cintura facilmente notada quando vista de cima, e cintura evidente; escore “3” (peso ideal) onde as costelas, processos espinosos e ossos pélvicos, não são visíveis, mas facilmente palpáveis; escore “4” (sobrepeso) com costelas, processos espinosos e ossos pélvicos difíceis de serem palpados, cintura não visível, grande quantidade de gordura abdominal; e escore “5”

(obeso) onde há massiva deposição de gordura no peito, processos espinosos e abdome, distensão abdominal óbvia (Edney; Smith, 1986).

Todos os sistemas de avaliação visual e a palpação tem como característica correlacionar a gordura subcutânea, abdominal e musculatura superficial (German, 2006). Entretanto, existem outros métodos sendo estudados, como o novo sistema de sete pontos baseado em algoritmos, desenvolvido para ser utilizado por proprietários (German et al., 2009). Ainda podemos utilizar os padrões de porte por raça, como referência nos cães puros, porém, este método não é satisfatório porque a estatura e o peso do animal variam significativamente, não sendo possível utilizar tal método para os cães em geral (Diez; Nguyen, 2001).

O Índice de Massa Corporal (IMC), ou índice de Quetelet, é uma técnica bastante utilizada em humanos para estimar a condição corporal com maior facilidade e menor custo. O IMC tem sido largamente utilizado como um preditor de sobrepeso e obesidade em indivíduos (Anjos, 1992) e em cães (Muller e tal., 2008), embora neste último mais direcionado à cães de médio porte. Esse índice está relacionado com as medidas das dobras cutâneas (McLaren, 1987; Conterato e Vieira, 2001) e com a circunferência abdominal (Higgins et al., 1988).

A medição das dobras cutâneas é uma forma de avaliar a composição corporal, a qual utiliza as medições das pregas cutâneas em locais como a região subescapular, podendo ser utilizada como preditor da adiposidade central; e a prega cutânea tricipital, que pode indicar acúmulo de gordura periférica (Duquia et al., 2008). Estas medidas são bastante utilizadas para predizer alterações decorrentes da obesidade em humanos e são realizadas com o plicômetro ou adipômetro (Farias; Salvador, 2005).

As medidas do comprimento, cabeça, tórax, membro, são correlacionadas com os componentes da massa corporal magra e são feitas utilizando fita métrica; as circunferências mostram correlação entre massa corporal magra (Stanton et al., 1992) e massa gorda (Hawthorne; Butterwick, 2000). A combinação de mais de uma medida, usualmente uma que se tenha relação com a massa gorda, e uma correlacionada com a massa magra corporal, podem gerar equações que predizem os diferentes componentes corporais (Hawthorne; Butterwick, 2000), sendo que em cães ainda não há um método desenvolvido com a mesma finalidade.

3.3 Metabolismo de carboidratos

O carboidrato na forma de glicose é a principal fonte de energia para os processos vitais nas células dos mamíferos e sua função como energia armazenada é menor que dos lipídios (Rios; Ward, 2008). Os cães tem contato com os carboidratos na alimentação e seu processo de digestão inicia com as enzimas do suco salivar. Os amidos do glicogênio da carne são divididos em seus constituintes monossacarídeos pela ação da maltase e amilase (Kaneko et al., 1992). Esta atividade enzimática cessa quando o alimento chega ao estômago, pois a ação das enzimas cessa devido ao ácido clorídrico. Ainda no estômago, a hidrólise ácida pode ocorrer, porém o esvaziamento estomacal ocorre rapidamente para que ocorra a hidrólise completa (Davison; Herrtage; Catchpole, 2005). Apenas uma pequena porção do carboidrato ingerido é hidrolisado antes de passar para o intestino delgado. No intestino delgado, a digestão dos carboidratos ocorre rapidamente devido as enzimas divisoras de carboidratos contidas no suco pancreático e entérico (Winter; Signorino, 2002). Amido e glicogênio são hidrolisados para glicose pela amilase e maltase, resultando em monossacarídeos.

Os monossacarídeos são absorvidos através da mucosa do intestino delgado e aparecem na circulação portal como açúcares livres. A absorção para as células pela mucosa ocorre por um mecanismo ativo sódio-dependente, usando um co-transportador de glicose (Kaneko et al., 1992; Rios; Ward, 2008). A glicose absorvida deixa as células da mucosa por um processo de difusão facilitada na presença do transportador de glicose GLUT-2 (Thorens et al., 1988). Como resultado, açúcares livres encontram-se na circulação portal para o transporte até o fígado.

As células do fígado são bastante permeáveis à glicose, sendo os transportadores de glicose facilitadores neste processo, em especial o GLUT-2 (Thorens et al., 1988). Dentro do fígado, há vários caminhos pelos quais o destino imediato das hexoses é determinado: a glicose primeiramente entra no metabolismo geral, através de uma série de reações para formar glicose fosfato, a qual será convertida para e estocadas como glicogênio, catabolizadas como CO₂ e água, ou como açúcar livre, retornando para a circulação geral (Winter; Signorino, 2002; Davison; Herrtage; Catchpole, 2005).

O fígado fornece glicose durante a maior parte do dia, exceto por curtos períodos, quando a glicemia é maior que o nível de equilíbrio (consumo e ingesta), sendo estes períodos as poucas horas após cada refeição que ocorrem durante o dia (Davison; Herrtage; Catchpole, 2005). Dietas contendo diferentes fontes de carboidratos mostraram que o maior valor glicêmico ocorreu 45min (60 mg/dL) e 60min (entre 80 e 90mg/dL) após a ingesta (Júnior et al., 2005; Palumbo, 2009) e que a glicemia mensurada 2h após a alimentação é melhor preditor de doenças cardiovasculares (Qiao et al., 2002).

Considerando as mudanças de sobrevivência e alterações decorrentes, como o sobrepeso e a obesidade canina, tem-se estudado a resistência à insulina, que é caracterizada como pela elevação da insulina plasmática no jejum e exagerada resposta à insulina ao fornecimento de glicose oral (Gayet et al., 2003; Rios e Ward, 2008).

As mensurações da glicose podem ser realizadas por meio de aparelhos portáteis, glicosímetros, sendo um método prático e seguro de se avaliar a glicose tanto capilar quanto venosa (Boyd; Leigh; Stuart, 2005; Karon et al., 2007), ou por meio laboratorial, glicose-oxidase (Mira; Candido; Yale, 2006). Ao se aferir a glicemia em cães com o uso de glicosímetro utilizando sangue capilar e venoso, obteve-se respectivamente 77,75 mg/dL e 74,58 mg/dL (Bluwol et al., 2007; Aleixo et al., 2007). A glicemia avaliada por glicosímetros é uma forma segura de acompanhar o paciente diabético tanto humano (Karon et al., 2007; Mira; Candido; Yale, 2006) quanto os cães (Aleixo et al., 2010).

3.4 Metabolismo lipídico

Lipídeos são compostos orgânicos insolúveis em água, que são essenciais para muitas funções normais dos organismos: são importantes componentes das membranas celulares, usados para armazenar energia, e desempenham um papel significativo como co-fatores de enzimas, hormônios, e mensageiros intracelulares (Rifai et al., 1999). Há muitos grupos de lipídeos, três são mais importantes sob a perspectiva clínica: ácidos graxos, esteróis (principalmente colesterol), e acilgliceróis (principalmente triglicerídeos) (Ginsberg, 1998; Rifai et al., 1999).

Colesterol é o principal esteroide nos tecidos dos animais. A quantidade ingerida na dieta é a maior fonte de colesterol, mas pode ser também sintetizado endogenamente pelo fígado e outros tecidos. Ele desempenha um papel fundamental na região central de vias metabólicas, tais como o metabolismo dos ácidos biliares, hormônios esteroides e síntese de vitamina D (Ginsberg, 1998; Rifai et al., 1999). Os triglicerídeos são a forma mais comum e eficiente de energia armazenada nos mamíferos. Podem derivar de fontes alimentares ou produção endógena (hepática) (Ginsberg, 1998; Rifai et al., 1999).

O primeiro passo do metabolismo lipídico da dieta é a digestão (Bauer, 1996; Guyton & Hall, 2000). Os lipídios da dieta que alcançam o duodeno sofrem emulsificação, e são então hidrolisados pelas lipases pancreáticas e intestinais (Bauer, 1996; Guyton & Hall, 2000). Produtos de hidrólise (ácidos graxos livres e monoglicerídeos principalmente) são então transferidos para as microvilosidades da borda em escova das células epiteliais intestinais sob a forma de micelas, onde eles se difundem através das membranas das células epiteliais em células da mucosa intestinal (Bauer, 1996; Guyton & Hall, 2000). Nas células da mucosa intestinal, ácidos graxos livres e monoglicerídeos são remontados para formar triglicerídeos, que então combinam com fosfolipídeos, colesterol livre e esterificado, e a apolipoproteína B48 para formar quilomícrons (Bauer, 1995, 1996; Ginsberg, 1998; Rifai et al., 1999; Bauer, 2004).

Enquanto os quilomícrons são responsáveis por transportar os lipídeos da dieta, VLDL (*very low-density lipoprotein*), LDL (*low-density lipoprotein*), e HDL (*high-density lipoprotein*) são principalmente envolvidos no metabolismo dos lipídeos produzidos endogenamente (Bauer, 1996). Triglicerídeos e colesterol e éster colesteril combinam com fosfolipídeos, apo B100, e apo B48 para formar VLDL (Bauer, 1996; Ginsberg, 1998; Rifai et al., 1999; Bauer, 2004).

Após as moléculas de VLDL alcançarem a vasculatura, elas adquirem apolipoproteínas C e apo E do HDL (Bauer, 1995, 2004; Ginsberg, 1998; Rifai et al., 1999). VLDL apo C-II ativam lipase lipoproteína localizadas nos capilares, que promovem a hidrólise do VLDL triglicerídeos e a produção de ácidos graxos livres e glicerol. As moléculas VLDL remanescentes após a hidrólise do VLDL triglicerídeos são também removidas da circulação pelo fígado ou sofrem novamente

transformação pela lipase lipoproteína para formar LDL (Bauer, 1995, 1996; Ginsberg, 1998; Rifai et al., 1999; Bauer, 2004; Johnson, 2005).

LDL, que contém principalmente esteres de colesterol e fosfolípidos, circulam no sangue e se ligam a receptores específicos que são amplamente distribuídos através dos tecidos para fazer entrega do colesterol, que pode ser usado para síntese de hormônios esteroides e membranas celulares bem como para metabolismo hepático (Bauer, 1996; Ginsberg, 1998; Rifai et al., 1999).

HDLs, que são sintetizados primariamente no fígado, possuem um importante papel de doador e receptor de apolipoproteínas C, apo E, e vários lipídeos proveniente de outras lipoproteínas na circulação (Watson & Barrie, 1993; Ginsberg, 1998; Rifai et al., 1999; Bauer, 2004). Possuem também um papel crítico no transporte do colesterol no caminho contrário, durante o qual o colesterol é transferido dos tecidos periféricos para a pequena circulação na forma de moléculas discóides de HDL, convertendo-as em HDL₃ (Watson & Barrie, 1993; Ginsberg, 1998; Bauer, 2004). Colesterol HDL é então esterificado pela ação da LCAT (*lecithin-cholesterol acyl transferase*) e o éster colesterol resultante move para o centro da molécula HDL permitindo então que colesterol livre da superfície vá para o interior para ser absorvido. Absorção contínua de colesterol livre e subsequente esterificação pela LCAT conduz a formação de grande éster colesterol rico em HDL₂ (Bauer, 2004).

Em cães, devido a falta da enzima CETP (*cholesteryl ester transfer protein*), moléculas de HDL₂ continuamente adquirem esteres de colesterol, resultando na formação de moléculas únicas de HDL₁. No HDL₁, esteres de colesterol são transferidos dos tecidos para o fígado para destruição ou reuso, e não para moléculas de LDL ou VLDL (como em humanos), que transferem colesterol para os tecidos periféricos (Watson & Barrie, 1993; Bauer, 2004; Johnson, 2005). Este acontecimento sugere que esta função do HDL₁ explica a baixa incidência da doença aterosclerose em cães comparada aos humanos (Johnson, 2005).

Acréscimo na concentração do triglicerídeo e/ou colesterol sérico foram observadas em cães obesos (Chikamune et al., 1995; Bailhache et al., 2003; Jeusette et al., 2005), sendo as mudanças mais profundas associadas com obesidade crônica severa (Jeusette et al., 2005). Neste caso, os níveis colesterêmicos e de triglicérides podem ser encontrados na faixa de 332 a 374

mg/dL, e 79 a 89mg/dL, respectivamente (Brunetto et al., 2011). A perda de peso em cães obesos conduziu ao significativo decréscimo nas concentrações séricas de triglicerídeos e colesterol, sendo estes valores encontrados 72mg/dL, antes da restrição alimentar e 130mg/dL, após a restrição (Diez et al., 2004).

4 ARTIGOS

4.1 ARTIGO 1

GLICEMIA DO SANGUE CAPILAR E VENOSO DE CÃES SAUDÁVEIS MENSURADA COM GLICOSÍMETRO DIGITAL

*(Capillary and venous blood glucose values of healthy dogs measured with a
glucometer)*

Submetido ao Archives of Veterinary Science

GLICEMIA DO SANGUE CAPILAR E VENOSO DE CÃES SAUDÁVEIS MENSURADA COM GLICOSÍMETRO DIGITAL

(Capillary and venous blood glucose values of healthy dogs measured with a digital glucometer)

RESUMO

A avaliação da glicose com o uso de glicosímetro é importante pela rapidez e custo sendo um importante instrumento para o controle de alterações da glicemia, permitindo que decisões diagnósticas e terapêuticas seja tomadas rapidamente. Neste trabalho objetivou-se medir e comparar a glicemia no sangue capilar e venoso de cães hígidos com uso de glicosímetro digital, tendo como padrão de referência os valores obtidos pelo método enzimático laboratorial com amostras de sangue venoso. Foi avaliada a glicemia de 20 cães sem raça definida, mantidos em jejum alimentar de 12 horas. Para avaliação da glicemia com glicosímetro digital foi utilizada uma gota de sangue capilar da margem da orelha e da veia cefálica, enquanto que para dosagem pelo método enzimático laboratorial foi colhido 2 mL de sangue da veia cefálica. Os valores médios da glicemia obtida por glicosímetro portátil, de sangue capilar e venoso foram, respectivamente, 84,60 mg/dl ($\pm 11,15$) e 76,65 mg/dl ($\pm 10,73$), enquanto que pelo método enzimático laboratorial foi 80,7 mg/dL ($\pm 9,97$), não sendo demonstradas diferenças estatísticas. Conclui-se que o glicosímetro pode ser utilizado com segurança em cães, já que as médias dos valores da glicemia capilar e venosa, aferidas por glicosímetro digital, foram similares aos valores obtidos pelo método laboratorial.

Palavras-chave: glicose, laboratorial, tiras teste

ABSTRACT

Glucose is the animal's main energetic source and the control of this biochemical parameter is important for the clinical monitoring. The glucose values can be evaluated by glucometer and by laboratorial method measurements. In this work we have measured and compared the glycemia of capillary and venous blood of healthy dogs through digital glucometer, using, as reference, the values obtained by laboratorial enzymatic method with samples of venous blood. It was evaluated the

glycemia of twenty dogs, of no specific breed, fasting for 12 hours. To evaluate the glycemia, with digital glucometer, it was used one blood drop from the ear's border and cephalic vein, while for the evaluation through laboratorial enzymatic method it was collected 2 mL of blood from the cephalic vein. The glycemia average values, obtained by digital glucometer, from venous and capillary blood were, respectively, 84,60 mg/dL ($\pm 11,15$) and 76,65 mg/dL ($\pm 10,73$), while the ones obtained from laboratorial enzymatic method was 80,7 mg/dL ($\pm 9,97$), with no statistical differences. It was observed that the average values of capillary and venous glycemia measured by digital glucometer were practically the same, while the average value obtained through the laboratorial method was between the ones measured by the glucometer.

Key-words: glucose, laboratorial, test strips

INTRODUÇÃO

Avaliações periódicas da glicemia podem ser realizadas através de aparelhos portáteis e por método laboratorial (Vandresen et al., 2009; Aleixo et al., 2010; Argollo et al., 2010). Os aparelhos portáteis aferem índices glicêmicos do sangue periférico capilar e venoso (Aleixo et al., 2007; Argollo et al., 2010). Os glicosímetros digitais oferecem uma série de benefícios em relação aos analisadores automáticos-padrões, utilizados em laboratórios de diagnóstico (Cohn et al., 2000) entre eles o fato de serem pequenos, portáteis, fáceis de manusear, além de requererem uma pequena quantidade de sangue para se realizar o exame (Foster et al., 1999; Cohn et al., 2000; Wess; Reusch, 2000a; Wess; Reusch, 2000b).

A glicose é a principal fonte de energia para os animais e humanos. Situações que cursam com queda ou aumento nos níveis glicêmicos podem trazer sérias complicações à saúde dos animais (Faria, 2007). Portanto, o monitoramento clínico é importante para detecção precoce de alterações da glicemia e no auxílio

diagnóstico de doenças decorrentes destas alterações (Cruz Filho et al., 2002; Faria et al, 2005).

Neste contexto, objetivou-se medir e comparar a glicemia de cães hígidos com glicosímetro digital avaliando sangue capilar e venoso, tendo como padrão de referência os valores obtidos pelo método enzimático laboratorial com amostras de sangue venoso.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em 20 cães adultos, entre 2 e 9 anos, hígidos, pesando entre 5 e 22,5 kg, sem raça definida, sendo 10 fêmeas e 10 machos. Os animais estavam vermifugados e eram alimentados com ração industrializada. Todos os animais foram submetidos a jejum alimentar de 12 horas para a coleta das amostras sanguíneas. Foi coletado sangue periférico e sangue venoso, para aferição dos níveis de glicose.

A face interna da orelha esquerda de cada animal foi puncionada, com agulha 25x7 mm, para coleta de 6 µL de sangue periférico para leitura imediata em glicosímetro digital¹, utilizando tiras teste². Para a aferição dos níveis de glicose pelo método enzimático da glicose oxidase foi coletado 2 mL de sangue venoso, através de punção na veia cefálica, e acondicionadas em tubos contendo anticoagulante, fluoreto de sódio, e imediatamente enviadas para a análise laboratorial.

As amostras sanguíneas obtidas de sangue venoso também foram avaliadas em glicosímetro digital, utilizando sangue residual da seringa. Para isso, é

1 Accu-Chek® Performa Nano – Roche Diagnóstica do Brasil Ltda.

2 Accu-Chek® Performa – Roche Diagnóstica do Brasil Ltda.

necessário pressionar levemente o êmbolo da seringa e estabelecer o contato do sangue com a fita-teste previamente acoplada ao glicosímetro.

As variáveis foram expressas em média e desvio padrão, sendo comparados valores de glicose do sangue capilar e do sangue venoso obtidos por glicosímetro digital. Também foram comparados os valores da glicose sanguínea obtidos por glicosímetro digital utilizando sangue periférico com os valores obtidos pela análise com método enzimático laboratorial. Foi utilizado ANOVA – teste de Tukey, extraído do programa Statistix 9.0 em todos os casos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da glicemia de cães, obtidos pela aferição com glicosímetro portátil de sangue capilar, venoso e pelo método enzimático laboratorial foram, respectivamente, 84,60 mg/dL ($\pm 11,15$), 76,65 mg/dL ($\pm 10,73$) e 80,7 mg/dL ($\pm 9,97$) (Figura 1). Foi observado que os valores sanguíneos de glicose, obtidos com glicosímetro, não diferiram estatisticamente entre o sangue capilar e o sangue venoso ($p=0,52$). Da mesma forma, não houve diferença estatística entre os valores de glicose obtidos pelo método laboratorial enzimático e os valores obtidos com glicosímetro a partir do sangue periférico ($p=0,34$) e venoso ($p=0,45$).

Resultados semelhantes foram descritos ao se aferir a glicemia em cães com o uso de glicosímetro utilizando sangue capilar e venoso, sendo obtido respectivamente 77,75 mg/dL e 74,58 mg/dL (Bluwol et al., 2007; Aleixo et al., 2007).

Embora nenhum cão avaliado tenha apresentado os níveis glicêmicos elevados, estudo realizado com gatos demonstrou que animais com hiperglicemia apresentam valores maiores na mensuração com glicosímetro em relação aos obtidos pelo método laboratorial (Zini et al., 2009).

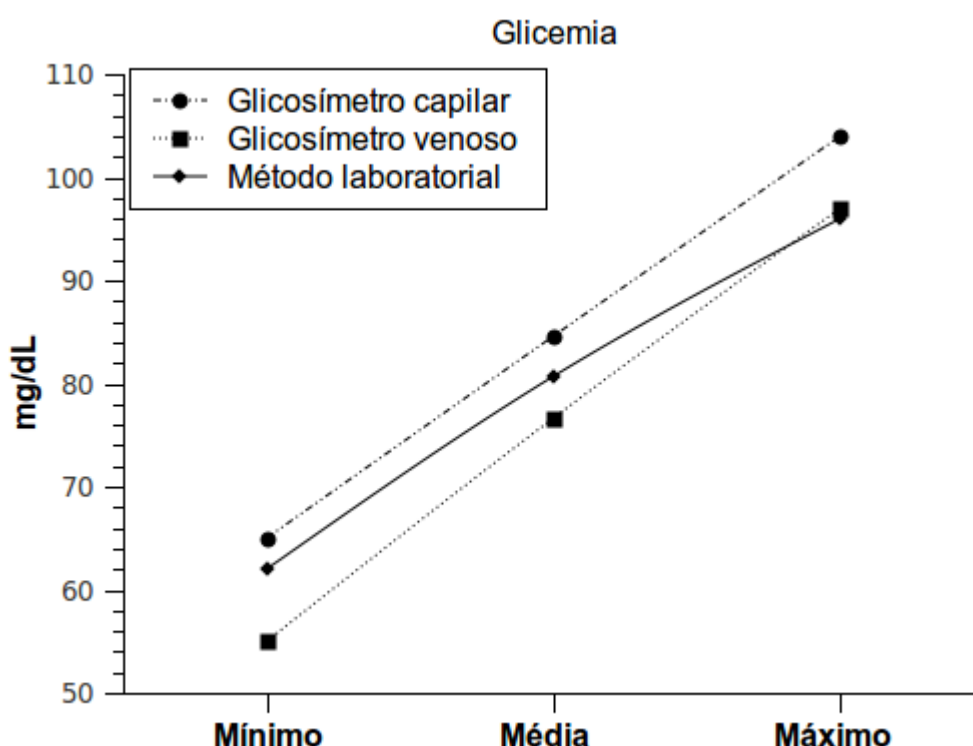


Figura 1 – Valores glicêmicos em cães após 12 horas de jejum aferidos por via capilar, venosa e laboratorial.

Os animais foram mantidos em jejum de 12 horas, já que os níveis de glicose diferem entre o estágio de jejum e pós-prandial. Durante o jejum, a glicose capilar pode estar ligeiramente maior (2-5 mg/dL) que a glicose venosa. No estágio de jejum, os níveis de glicose no sangue arterial são apenas 5 mg/dL maiores que no sangue capilar, e 10 mg/dL maior que a concentração de glicose no sangue venoso (Blake; Nathan, 2004). O sangue arterial possui maiores níveis de glicose quando

comparado com o sangue venoso porque o sangue arterial está sendo entregue para os tecidos onde a glicose é absorvida como fonte de energia (Blake; Nathan, 2004). No estágio pós-prandial, entretanto, o sangue capilar pode ser 20-25% ou mais elevado que o nível de glicose no sangue venoso (Farrer et al., 1995).

Embora já existam relatos da alta precisão e acurácia dos resultados de glicemia, em humanos por meio de glicosímetro usando amostra capilar em relação ao método laboratorial (Vandresen et al., 2009), já foram relatadas variações de 7,9% a 12,47% entre a glicemia capilar obtida em aparelho portátil e a venosa através do método enzimático laboratorial (Aleixo et al., 2010). De acordo com International Organization for Standardization³, os resultados obtidos da glicemia capilar e através de métodos laboratoriais podem sofrer variações de 20% (Garg et al., 2004), e isso ocorre porque as medições de glicose analisam todo o sangue. Estabelecer esta precisão torna-se difícil, pois a glicose é instável em todo sangue. A diferença entre os valores do sangue venoso aferido pelo glicosímetro e pelo método laboratorial pode ocorrer devido a análise imediata obtida com glicosímetro e o tempo inerente gasto com o método laboratorial, já que os eritrócitos metabolizam glicose, podendo ocorrer o decréscimo da concentração da glicose na amostra em 5-7% por hora, tanto quanto o soro/plasma se mantiverem em contato com as células vermelhas do sangue (Chan et al., 1989).

Avaliação de pacientes humanos normoglicêmicos demonstrou que a glicemia capilar e venosa, aferida com glicosímetro, diferiu dos resultados obtidos por método laboratorial (Cordova et al., 2009). Isto porque existem diferenças físicas entre a concentração de glicose no soro/plasma e sangue total bem como o sangue venoso comparado com o sangue capilar. A glicose se equilibra na porção aquosa da

3 ISO 15197:2003

amostra sanguínea, sendo que a concentração de água no soro/plasma diferem da concentração de água na porção celular do sangue (Burtis; Ashwood, 1999). Os eritrócitos contém membranas lipídicas e altos níveis de proteína hemoglobina que excluem água, portanto a água irá variar de acordo com o hematócrito. Soro/plasma contém mais água e, portanto, alta concentração de glicose sendo aproximadamente 11-12% comparada com o sangue total quando o hematócrito for de 45% (Burtis; Ashwood, 1999).

CONCLUSÕES

Conclui-se que o glicosímetro pode ser utilizado com segurança em cães já que as médias dos valores da glicemia capilar e venosa, aferidas por glicosímetro digital, foram similares aos valores obtidos pelo método laboratorial.

Agradecimentos

Ao CNPq e a CAPES pelo auxílio financeiro e ao Laboratório Dr. Rouget Perez pelas análises laboratoriais.

REFERÊNCIAS

- ALEIXO, G.A; COELHO, M.C; TENÓRIO, A.P. et al. Mensuração da glicemia em cães mediante a utilização do glicosímetro portátil: comparação entre amostras de sangue capilar e venoso. **Medicina Veterinária**, Recife, v.1, n.1, p.9-13, 2007.
- ALEIXO, G.S.; COELHO, M.C.O.; TENÓRIO, A.P.M. et al. Uso do glicosímetro portátil para determinar a concentração de glicose no sangue de cães. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n.3, p.537-545, 2010.
- ARGOLLO, A.P.B.; FAUSTINO, T.N.; PEDREIRA, L.C. Valores glicêmicos oferecidos pelo glicosímetro portátil, utilizando sangue de diferentes vias de coleta: estudo de validade. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v.22, n.4, p.351-357, 2010.
- BLAKE, D.R.; NATHAN, D.M. Point-of-care testing for diabetes. **Critical Care Nursing Quarterly**, v.27, n.2, p.150–61, 2004.
- BLUWOL, K; DUARTE, R; LUSTOZA, M.D. et al. Avaliação de dois sensores portáteis para mensuração da glicemia em cães. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, São Paulo, v.59, n.6, p.1408-1411, 2007.

- BURTIS, C.A.; ASHWOOD, E.R. **Tietz textbook of clinical chemistry**. 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1999.
- CHAN, A.Y.; SWAMINATHAN, R.; COCKRAM, C.S. Effectiveness of sodium fluoride as a preservative of glucose in blood. **Clinical Chemistry**, v.2, n. 35, p.315–7, 1989.
- COHN, I. A.; MCCAW, D. L.; TATE, D. J.; JOHNSON, J. C. Assessment of five portable blood glucose meters, a point-of-care analyzer, and color test strips for measuring blood glucose concentration in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 216, n. 2, p. 198-202, 2000.
- CORDOVA, C.M; VALLE, J.P; YAMANAKA, C.N. et al. Determinação das glicemias capilar e venosa com glicosímetro versus dosagem laboratorial da glicose plasmática. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, Rio de Janeiro, v.45, n.5, 2009.
- CRUZ FILHO, R.A.; CORRÊA, L.L.; EHRHARDT, A.O. et al. O Papel da Glicemia Capilar de Jejum no Diagnóstico Precoce do Diabetes Mellitus: Correlação com Fatores de Risco Cardiovascular. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 46, n.3, p.255-259.
- FARIA, P.F.; ARAÚJO, D.F.; SOTO-BLANCO, B. Glicemia em cães obesos e senis. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.33, n.1, p. 47- 50, 2005.
- FARIA, P.F. Diabetes Mellitus em Cães. **Acta Veterinária Brasileira**, Mossoró, v.1, n.1, p.8-22, 2007.
- FARRER, M.; ALBERS, C.J.; NEIL, H.A. et al. Assessing the impact of blood sample type on the estimated prevalence of impaired glucose tolerance and diabetes mellitus in epidemiological surveys. **Diabetic Medicine**, v.12, n.4, p.325–9, 1995.
- FOSTER, S. A.; GOODE, J. K. R.; SMALL, R. E. Home blood glucose monitoring. **The Annals of Pharmacotherapy**, v. 33, p. 355-363, 1999.
- GARG, S.K.; CARTER, J.A; MULLEN, L. et al. The Clinical Performance and Ease of Use of a Blood Glucose Meter that Uses a 10-Test Disk. **Diabetes Technology & Therapeutics**, v. 6, n. 4, 2004.
- VANDRESEN, L.T.S.; SCHNEIDER, D.S.L.G.; BATISTA, M.R. et al. Níveis glicêmicos de pacientes diabéticos segundo estudo comparativo entre duas técnicas. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v.30, n.1, p.111-113, 2009.
- ZINI, E.; MORETTI, S.; TSCHUOR, F. et al. Evaluation of a new portable glucose meter designed for the use in cats. **Clinic for small animal internal medicine**, v. 151, n. 9, p. 448-51, 2009.
- WESS, G.; REUSCH, C. Evaluation of five portable blood glucose meters for use in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 216, n. 2, p. 203-209, jan. 2000a.
- WESS, G.; REUSCH, C. Capillary blood sampling from the ear of dogs and cats and use of portable meters to measure glucose concentration. **Journal of Small Animal Practice**, v. 41, p. 60-66, 2000b.

4.2 ARTIGO 2

CURVA METABÓLICA EM CÃES: EFEITOS DO JEJUM E DA ALIMENTAÇÃO

(Metabolic curve in dogs: fast and feeding effects)

Formatado segundo as normas da revista Domestic Animal Endocrinology

CURVA METABÓLICA EM CÃES: EFEITOS DO JEJUM E DA ALIMENTAÇÃO

Resumo

Para avaliação metabólica são utilizados testes laboratoriais que são protocolados com 12 horas de jejum na sua grande maioria, sendo muitas vezes difícil e de risco manter alguns animais com este período de jejum. É importante a avaliação em animais saudáveis da variação diurna destes parâmetros após a ingesta de alimento, para viabilizar menor período de jejum. Objetivou-se analisar os níveis sanguíneos de glicose, colesterol total e frações (HDL-*high density lipoprotein*; LDL-*low density lipoprotein*; e VLDL-*very low density lipoprotein*) e triglicerídeos de cães em jejum e após alimentação. Foram utilizados nove cães, adultos, de ambos os sexos e saudáveis, com coletas sanguíneas realizadas em jejum, 0:30, 1:00, 1:30, 3:00, 6:00, 9:00 e 12:00 horas após o fornecimento de ração industrial *premium*. As análises laboratoriais foram feitas por determinação enzimática através da colorimetria. A glicemia apresentou diferença estatística entre a coleta de jejum e 1:00 e 1:30 enquanto que a fração VLDL e o triglicerídeo apresentaram diferença entre a coleta realizada à 1:00 e 12:00 após a alimentação. Os demais parâmetros avaliados não apresentaram variações estatísticas significativas. O pico glicêmico ocorreu 1:30, e dos triglicerídeos ocorreu 1:00 após a alimentação, os demais parâmetros não sofreram mudanças significativas. Nas condições estudadas é possível fazer a análise bioquímica dos valores da glicemia, colesterol total, frações colesterêmicas e triglicerídeos após 3 h de jejum.

Abstract

Glycemic variations can cause diseases like diabetes and insulin resistance. However, the glucose is the main source of energy for the organism and is also a precursor to the cholesterol. In this work, we have analyzed the glucose blood levels, total cholesterol, (HDL-*high density lipoprotein*; LDL-*low density lipoprotein*; e VLDL-*very low density lipoprotein*) fractions, and triglycerides of fasting and fed dogs. We have used nine adult health dogs (males and females). The blood samples were realized at fasting and 0:30, 1:00, 1:30, 3:00, 6:00, 9:00 e 12:00 hours after the feeding with premium industrial food. The laboratorial analysis were performed by

enzymatic determination through colorimetry. The glycemia values presented statistical difference between the fasting period and 1:00 and 1:30 hours after feeding, while the VLDL fraction and triglyceride presented differences between the blood sampling realized 1:00 and 12:00 after feeding. The other studied parameters did not present significative statistical variations. The highest glycemia (triglyceride) value was observed 1:30 (1:00) after feeding, while the other parameters did not change significantly. At the experiment conditions, it is possible to perform the biochemical analysis of glycemia, total and fraction cholesterol, and triglycerides values after 3h fasting.

Introdução

A glicemia e os lipídios plasmáticos são mensurados após jejum prolongado de 12 horas, porém animais que apresentam alterações nestes parâmetros podem apresentar sinais clínicos, ocasionando riscos à sua saúde. Por este motivo é importante a avaliação em animais saudáveis da variação diurna destes parâmetros após a ingesta de alimento, para viabilizar menor período de jejum.

As alterações glicêmicas estão relacionadas ao desenvolvimento de diabetes e resistência à insulina, sendo necessário o acompanhamento das variações da glicemia por meio de medições, tanto em jejum como através do teste de tolerância à glicose, principalmente em animais que apresentam algum fator predisponente, como a idade avançada, raça predisposta ou obesidade [1].

Os carboidratos na forma de glicose são a principal fonte de energia para os processos vitais nas células dos mamíferos. Todas as células requerem constante suplemento deste nutriente, e apenas pequenas mudanças são toleradas sem efeitos adversos para a saúde dos animais [2], dentre essas mudanças podemos citar a resistência à insulina e a diabetes [3, 4]. A glicose, por via glicolítica, forma piruvato que formará acetil coA, a qual é precursora do colesterol [5].

O colesterol é um lipídio, e lipídeos são compostos orgânicos insolúveis em água, essenciais para muitas funções normais dos organismos [6]. Há muitos grupos de lipídeos, três são mais importantes sob a perspectiva clínica: ácidos graxos, esteróis (principalmente colesterol), e acilgliceróis (principalmente triglicerídeos)

[7,6]. O colesterol é o principal esteroide nos tecidos dos animais, e a maior fonte provém da quantidade ingerida na dieta, mas pode ser também sintetizado endogenamente pelo fígado e outros tecidos, desempenhando um papel fundamental na região central de vias metabólicas, tais como o metabolismo dos ácidos biliares, hormônios esteróides e síntese de vitamina D [7,6]. Os triglicerídeos são a forma mais comum e eficiente de energia armazenada nos mamíferos, podendo derivar de fontes alimentares ou produção endógena (hepática) [7,6].

Os valores glicêmicos, colesterêmicos e de triglicérides variam de acordo com a ingestão de alimentos, sendo que níveis de lipídios elevados predizem alterações como hiperlipidemia e pancreatite. Portanto, objetivou-se avaliar os níveis sanguíneos de glicose, colesterol total, frações colesterêmicas e triglicerídeos de cães em jejum e após alimentação, afim de analisar as variações metabólicas e por quantas horas é necessário manter os cães em jejum para realizar tais exames.

Metodologia

Foram avaliados nove cães saudáveis, os quais possuíam a vacinação e vermifugação atualizadas, adultos (entre 3 e 10 anos), pesando entre 5,5 e 26 kg, sete fêmeas e dois machos, sem raça definida. Todos os cães recebiam há dois anos ração industrial *premium*, a qual apresenta em sua composição 23% de proteína bruta, 12% extrato etéreo, 2,8% de matéria fibrosa, 7,9% de matéria mineral e 3698 kcal/kg de energia metabolizável. Os animais foram mantidos em gaiolas individuais, onde permaneceram em jejum alimentar durante 12 h. Após este período foi oferecido individualmente ração industrializada *premium*, 300 g, durante 30 minutos e mantido o fornecimento de água *ad libitum*. O estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Federal de Pelotas (CEEA 5271), sendo caracterizado como uma amostra por conveniência.

As avaliações dos níveis séricos de glicose, colesterol total e frações (HDL – *high density lipoprotein*; LDL – *low density lipoprotein*; e VLDL – *very low density lipoprotein*) e triglicerídeos foram realizadas após 12:00 de jejum. As análises também foram realizadas após 0:30, 1:00, 1:30, 3:00, 6:00, 9:00 e 12:00 do fornecimento da ração industrial.

As amostras sanguíneas (5 mL) foram obtidas da veia jugular, após antissepsia da região do pescoço com álcool 97° GL. Para a coleta foram utilizadas agulhas 25x0,7 mm e seringa descartável de 5 mL. O sangue foi depositado em tubo com gel ativador da coagulação⁴, centrifugados (15000 rpm/ 5 min), e o soro separado para análise em microtubos de 2 mL, os quais permaneceram congelados (-80°C) até o momento das análises bioquímicas laboratoriais.

Para as análises bioquímicas os microtubos foram descongelados no vapor, depositados em tubos descartáveis e colocados no aparelho BS-200 (Mindray®) - devidamente calibrado com os reagentes para a leitura da glicose (kit Glicose Monoreagente K082⁵), colesterol total (kit Colesterol Monoreagente K083⁵) e triglicerídeos (kit triglicéridos Monorreagente K117⁵), sendo realizada a pipetagem automática de 100 µL de soro e do reagente, realizando a determinação enzimática das amostras através do teste colorimétrico.

A análise da fração HDL foi feita manualmente, pipetando-se 250 µL de soro e igual quantidade de precipitante colesterol HDL (kit HDL LE⁵). O tubo contendo a mistura foi centrifugado (5000 rpm/ 5 min) e 100 µL do sobrenadante foi separado e adicionado ao reagente colesterol (1 mL), o qual permaneceu em banho-maria por 10 min. Após este tempo foi realizada a leitura (Thermo Plate®) através do método colorimétrico. Os valores da fração VLDL-C foram obtidos através da equação TG/5, e a fração LDL-C por método proposto por Friedewald [8].

Os valores da glicose, colesterol total, frações colesterêmicas e triglicerídeos foram analisados segundo o teste não paramétrico de Kruskal – Wallis. Foram realizadas comparações entre médias dos parâmetros avaliados e os horários das coletas, utilizando para isso o programa Statistix 9.0.

Resultados

Os valores encontrados para a glicemia, colesterol total, frações HDL-C e VLDL-C e triglicerídeos, encontravam-se dentro dos padrões considerados fisiológicos, com exceção dos valores da fração LDL-C, que permaneceram acima do limite basal mesmo em jejum (Tabela 1).

4 Labor ®

5 Labtest ®

A glicemia analisada após o jejum de 12:00 ($61,3 \text{ mg/dL} \pm 5,5$) obteve o valor médio mais baixo que as demais coletas, elevando-se após 0:30 e 1:00 do fornecimento de alimentação ($65,4 \text{ mg/dL} \pm 8,5$; $77,1 \text{ mg/dL} \pm 6,8$, respectivamente), com “pico” glicêmico à 1:30 ($84,8 \text{ mg/dL} \pm 9,1$). Após a coleta das 3:00 ($74,7 \text{ mg/dL} \pm 8,2$) houve queda gradual e constante destes valores até às 12:00, onde o valor da glicemia foi próximo à primeira coleta realizada ($67,1 \text{ mg/dL} \pm 10,2$) (Tabela 1; Figura 1). Entre a coleta realizada em jejum e a 1:00, houve diferença estatística significativa ($p=0,0001$), o mesmo ocorrendo entre o jejum e 1:30 ($p=0,0001$) (Tabela 1).

Em relação ao colesterol total ($p=0,19$), fração HDL ($p=0,20$) e fração LDL ($p=0,09$), não houve diferença estatística significativa entre os valores encontrados nos diferentes horários analisados (Tabela 1; Figuras 2 e 3). O colesterol total apresentou o maior valor 3:00 após a alimentação ($197,7 \text{ mg/dL} \pm 29,3$), decaindo gradualmente até as 12:00, quando os níveis séricos foram iguais aos encontrados na coleta em jejum ($171,4 \text{ mg/dL} \pm 30,6$) (Tabela 1; Figura 2). Os níveis de LDL-C permaneceram na faixa de $80,9 - 113,8 \text{ mg/dL}$, apresentando o “pico” na coleta referente às 3:00 ($113,8 \text{ mg/dL} \pm 42,4$) (Tabela 1; Figura 3), e da mesma forma que o colesterol total, os níveis de LDL-C iniciaram seu decréscimo três horas após a refeição. O maior valor do HDL-C foi referente à coleta realizada em jejum ($80,8 \text{ mg/dL} \pm 10,8$), apresentando ligeira queda nos valores nas coletas posteriores.

Nos níveis de VLDL, houve diferença estatística significativa entre a coleta realizada após 1:00 ($15 \text{ mg/dL} \pm 7,2$) do fornecimento da alimentação e às 12:00 ($8,1 \text{ mg/dL} \pm 2,0$) ($p=0,005$). Os valores dos triglicerídeos em jejum foram mais baixos ($47,8 \text{ mg/dL} \pm 13,8$) em relação aos valores 1:00 após a alimentação ($75,4 \text{ mg/dL} \pm 31,9$), apresentando nas coletas posteriores até as 12:00 queda gradual e constante de valores, quando os níveis de triglicerídeos foram próximos aos níveis de jejum ($40,6 \text{ mg/dL} \pm 10,3$), havendo diferença estatística significativa entre a coleta da 1:00 e 12:00 ($p=0,05$) (Tabela 1; Figura 4 e 5).

Discussão

Embora haja necessidade de estudar o metabolismo canino, são poucos os estudos que avaliam os parâmetros glicêmicos, colesterêmicos total e frações e

triglicerídeos em um mesmo momento, principalmente relacionando à ingesta de ração industrial sem o condicionamento prévio.

Os resultados encontrados na análise da glicemia são semelhantes aos verificados em estudos da curva glicêmica de cães após uma hora da ingestão de diferentes carboidratos (entre 60 – 65 mg/dL) e fibras (entre 80 – 90 mg/dL) [9, 10], enquanto o pico glicêmico ocorreu após quatro horas da ingesta de ração padrão⁶ (entre 70 – 90 mg/dL) e dietética (entre 65 – 80 mg/dL) [11]. Desta forma, estes valores sugerem que o tempo necessário de jejum para realizar o exame da glicemia pode ser de 3 horas. Após a aplicação de 5g/kg de glicose intravenosamente (teste de tolerância à glicose), os picos glicêmicos ocorreram em menor tempo, variando entre 2,5 min (entre 350 – 550 mg/dL) até uma hora (entre 270 e 360 mg/dL) após a administração [12, 13], obtendo inclusive valores mais elevados que os obtidos quando a curva glicêmica foi conferida utilizando ração industrial. Os valores glicêmicos acima do fisiológico durante o jejum ou após 2h pós-prandiais, são considerados bons preditores do risco de desenvolvimento de diabetes ou doenças cardiovasculares em humanos [14, 1].

Em relação aos resultados encontrados na curva lipídica, não foram encontrados estudos em cães na literatura consultada, embora os resultados obtidos sejam semelhantes aos encontrados por Langsted [15], que identificou queda do colesterol total, em estudo realizado em humanos, três a cinco horas após o consumo da última refeição. Isto ocorre devido à hemodiluição resultado do consumo de líquidos em relação ao alimento. É importante salientar que os valores obtidos em jejum e após a alimentação foram muito próximos indicando que o colesterol total pode ser mensurado, em cães, fora do jejum, conforme já estabelecido para os humanos segundo o *National Cholesterol Education Program* (2001).

A maior média encontrada na curva colesterêmica (197,7 mg/dL $\pm$ 29,3) apresentou-se como sendo menor que a encontrada por Brunetto [16], cuja análise do colesterol de cães com peso ideal e obesos, resultou no valor de 211,2 mg/dL $\pm$ 28,6 e 374,6 mg/dL $\pm$ 67,9; respectivamente.

Os valores de LDL apresentaram-se acima dos basais em todas as coletas, sendo o menor valor 80,9 e o mais elevado 113,8 mg/dL, com níveis semelhantes

6 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

aos encontrados no estudo conduzido em fêmeas caninas, onde um grupo recebeu estrogênio após a ovariectomia (entre 90 e 150 mg/dL) e grupo controle (entre 100 e 200 mg/dL) [17] e em análise conduzida em humanos sendo a média 126 mg/dL em jejum e 120 mg/dL em não jejum [18]. Pesquisas relacionando as frações colesterêmicas com o metabolismo canino são escassas, embora em humanos já esteja demonstrado que a fração LDL altera-se minimamente após a ingestão de alimentos, sendo que a elevação desta em jejum prediz risco de doença cardiovascular [15].

Os VLDL-C são lipoproteínas produzidas pelos hepatócitos, e as lipases lipoproteínas hidrolisam triglicerídeos contidos dentro do VLDL, liberando-os para os tecidos. Os triglicerídeos sofrem ação da lipase lipoproteína ou da lipase triglicerídeo hepática formando LDL-C, que também irá fornecer colesterol para os tecidos, sendo posteriormente removidos da circulação para o tecido hepático [19].

Cães com peso ideal apresentam como valor médio de triglicerídeos 56,4 mg/dL $\pm$ 19,8 [16, 20], sendo estes valores condizentes com os encontrados em nosso estudo da curva de triglicerídeos. Níveis de triglicerídeos elevados em jejum são marcadores de níveis de colesterol elevados nas lipoproteínas aterogênicas, do mesmo modo que o LDL-C, por acúmulo nas paredes das artérias [21]. Lipoproteínas remanescentes, como o LDL, são as partículas de lipoproteínas formadas durante o metabolismo dos quilomícrons no estado de jejum e partículas de VLDL no estado de jejum e não-jejum [22].

Lipoproteínas HDL-C são produzidas pelo fígado e são responsáveis pela remoção do colesterol dos tecidos para o tecido hepático. Diferentemente dos humanos, cães não possuem a enzima CETP (*cholesteryl ester transfer protein*), cuja função é transferir triglicerídeos provenientes do VLDL e quilomícrons para HDL₂ e ésteres de colesterol do HDL₂ para VLDL e LDL. Como resultado desta falta, as moléculas de HDL₂ dos cães continuam adquirindo ésteres de colesterol produzidos pela LCAT (*lecithin-cholesterol acyl transferase*) principalmente para a formação de moléculas únicas de HDL₁ [23].

Não foram observados valores elevados da glicemia e do metabolismo lipídico, possivelmente devido à ração industrial ser *premium* e por isso conter pouca quantidade de gordura. Mudanças nos níveis dos triglicerídeos e das lipoproteínas HDL-C são mais condizentes com a ingestão de alimento do que ingestão de líquido, e

o aumento do triglicerídeo é atribuído diretamente à ingesta de gordura. A diminuição do HDL-C que ocorre paralelamente a isso se deve às trocas entre os triglicerídeos ricos em lipoproteínas e as partículas de HDL, havendo a “troca” de triglicerídeo das lipoproteínas ricas em triglicerídeos para o HDL e transferência de ésteres de colesterol do HDL para os triglicerídeos [24].

Conclusões

Nas condições estudadas é possível fazer a análise bioquímica dos valores da glicemia, colesterol total, frações colesterêmicas e triglicerídeos após 3 h de jejum.

Agradecimentos

Ao CNPq e a CAPES pelo auxílio financeiro e pelo fornecimento de bolsas e o Laboratório Dr. Rouget Perez pelas análises bioquímicas laboratoriais.

Referências

- [1] Nathan DM, Davidson MB, Heine RJ, Henry RR, Pratley R, Zinman B. Impaired Fasting Glucose and Impaired Glucose Tolerance. *Diabetes Care*. 2007; 30(3):753-759.
- [2] Dinneen S, Gerich J, Rizza R. Carbohydrate Metabolism in Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus. *N. Engl. J. Med*. 1992; 327:707-713.
- [3] Gayet C, Bailhache E, Dumon H, Martin L, Siliart B, Nguyen P. Insulin resistance and changes in plasma concentration of TNF α , IGF1, and NEFA in dogs during weight gain and obesity. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr*. 2004; 88:157–165.
- [4] Hess RS, Kass PH, Van Winkle TJ. Association between Diabetes Mellitus, Hypothyroidism or Hyperadrenocorticism, and Atherosclerosis in Dogs. *J. Vet. Intern. Med*. 2003;17:489–494.
- [5] Greenbaum AL, Gumaa KA, McLean P. The distribution of hepatic metabolites and the control of the pathways of carbohydrate metabolism in animals of different dietary and hormonal status. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 1971;143(2):617-663.
- [6] Rifai N, Bachorik PS, Albers JJ. Lipids, lipoproteins, and apolipoproteins. In: Burtis CA, Ashwood ER. (Eds.), *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*. Philadelphia, Pennsylvania: WB Saunders; 1999: pp. 809–861.

- [7] Ginsberg HN. Lipoprotein physiology. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*. 1998; 27: 503–519.
- [8] Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the Concentration of Low-Density Lipoprotein Cholesterol in Plasma, Without Use of the Preparative Ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*. 1972; 18(6):499-502.
- [9] Júnior JWS, Borges FMO, Murgas LDS, Valério AG, Medeiros GC, Viana R, Lima LMS. Digestibilidade de dietas com diferentes fontes de carboidratos e sua influência na glicemia e insulinemia de cães. *Ciênc. agrotec.*, Lavras. 2005; 29(2):436-443.
- [10] Palumbo GR. Efeito da ingestão de amido, fibra e energia na resposta glicêmica pós-prandial e saciedade em cães. Universidade Estadual Paulista, 2009.
- [11] Nascimento MA, Conti RMC. Verificação da curva glicêmica em cães não diabéticos com diferentes tipos de alimentação. *Anuário da produção de iniciação científica discente*. 2008; 11(12):239-252.
- [12] Ishioka K, Hatai H, Komabayashi K, Soliman MM, Shibata H, Honjoh T, Kimura K, Saito M. Diurnal variations of serum leptin in dogs: effects of fasting and re-feeding. *The Veterinary Journal*. 2005;169:85–90.
- [13] Brunetto MA. Perda de peso, indicadores do metabolismo de carboidratos e produção de citocinas em cães. Tese. Universidade Estadual Paulista. 2010.
- [14] Qiao Q, Pyörälä K, Nissinen A, Lindström J, Tilvis R, Tuomilehto J. Two-hour glucose is a better risk predictor for incident coronary heart disease and cardiovascular mortality than fasting glucose. *European Heart Journal*. 2002; 23:1267–1275.
- [15] Langsted A, Freiberg JJ, Nordestgaard BG. Fasting and Nonfasting Lipid Levels Influence of Normal Food Intake on Lipids, Lipoproteins, Apolipoproteins, and Cardiovascular Risk Prediction . *Circulation*. 2008; 118:2047-2056.
- [16] Brunetto MA, Nogueira S, Sá FC, Peixoto M, Vasconcellos RS, Ferraudo AJ, Carciofi AC. Correspondência entre obesidade e hiperlipidemia em cães. *Cienc. Rural*. 2011;41(2):266-271.
- [17] Schmidt C, Lopes MD, Silva MC, Figuera RA, Souza TM. Perfil lipoprotéico de cadelas submetidas à ovário-histerectomia com e sem reposição estrogênica. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 2004;56(4):449-456.

- [18] Bansal S, Buring JE, Rifai N, Mora S, Sacks FM, Ridker PM. Fasting Compared With Nonfasting Triglycerides and Risk of Cardiovascular Events in Women. *JAMA*. 2007;298(3):309-316.
- [19] Johnson MC. Hyperlipidemia Disorders in Dogs. *Compendium Continuing Education For Veterinarians*. 2005;27(5):361-369.
- [20] Chikamune T, Katamoto H, Ohashi, F, Shimada, Y.. Serum lipid and lipoprotein concentrations in obese dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*. 1995;57:595-598.
- [21] Nordestgaard BG, Benn M, Schnohr P, Tybjaerg-Hansen A. Nonfasting triglycerides and risk of myocardial infarction, ischemic heart disease, and death in men and women. *JAMA*. 2007;298:299 –308.
- [22] Varbo A, Nordestgaard BG, Tybjærg-Hansen A, Schnohr P, Jensen GB, Benn M. Nonfasting Triglycerides, Cholesterol, and Ischemic Stroke in the General Population. *Ann Neurol*. 2011;69:628–634.
- [23] Xenoulis PG, Steiner JM. Lipid metabolism and hyperlipidemia in dogs. *The Veterinary Journal*. 2010;183:12–21.
- [24] Zilversmit DB. Atherogenic nature of triglycerides, postprandial lipidemia, and triglyceride-rich remnant lipoproteins. *Clinical Chemistry*. 1995;41(1):153-158.

Tabela 1 – Valores médios da glicose, colesterol total, frações HDL, LDL e VLDL, e triglicerídeos, em cães, referentes às coletas realizadas em jejum e após o fornecimento da ração industrial.

Parâmetros analisados (mg/dL)	Jejum	Pós-alimentação						
		00:30	01:00	1:30	3:00	6:00	9:00	12:00
Glicose	61,3 ^c	65,4 ^{bc}	77,1 ^{ab}	84,8 ^a	74,7 ^{abc}	70,4 ^{abc}	75,2 ^{abc}	67,1 ^{bc}
Colesterol	171,4 ^a	171,3 ^a	171,7 ^a	173,0 ^a	197,7 ^a	188,3 ^a	182,1 ^a	171,4 ^a
HDL	80,8 ^a	71,0 ^a	72,0 ^a	66,6 ^a	69,0 ^a	67,7 ^a	67,0 ^a	72,7 ^a
LDL	80,9 ^a	88,6 ^a	84,6 ^a	91,3 ^a	113,8 ^a	109,3 ^a	106,3 ^a	90,5 ^a
VLDL	9,5 ^{ab}	11,7 ^{ab}	15,0 ^a	14,9 ^{ab}	14,9 ^{ab}	10,5 ^{ab}	8,7 ^{ab}	8,1 ^b
Triglicerídeos	47,8 ^{ab}	58,4 ^{ab}	75,4 ^a	74,8 ^{ab}	74,5 ^{ab}	56,1 ^{ab}	43,6 ^{ab}	40,6 ^b

Letras diferentes significam diferenças estatísticas ($P < 0,05$).

HDL – *high density lipoprotein*; LDL – *low density lipoprotein*; VLDL – *very low density lipoprotein*

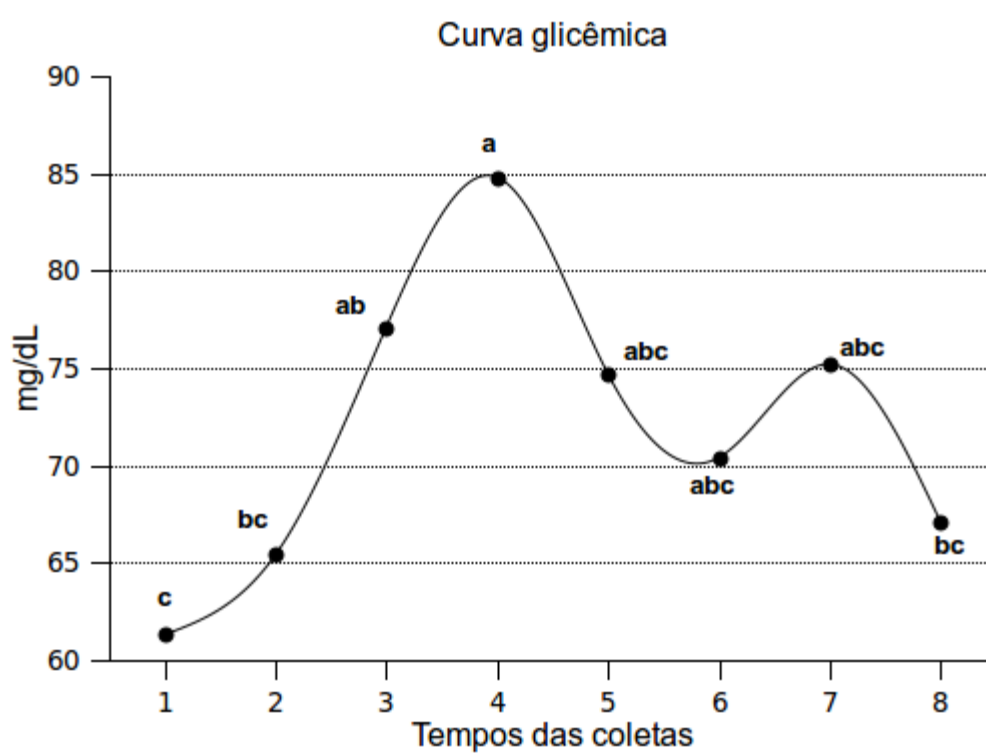


Figura – 1: Glicemia de cães em jejum (1) e 0:30 (2); 1:00 (3); 1:30 (4); 3:00 (5); 6:00 (6); 9:00 (7); e 12:00 (8) após o fornecimento da alimentação. Letras diferentes significam diferença estatística significativa ($p=0,0001$).

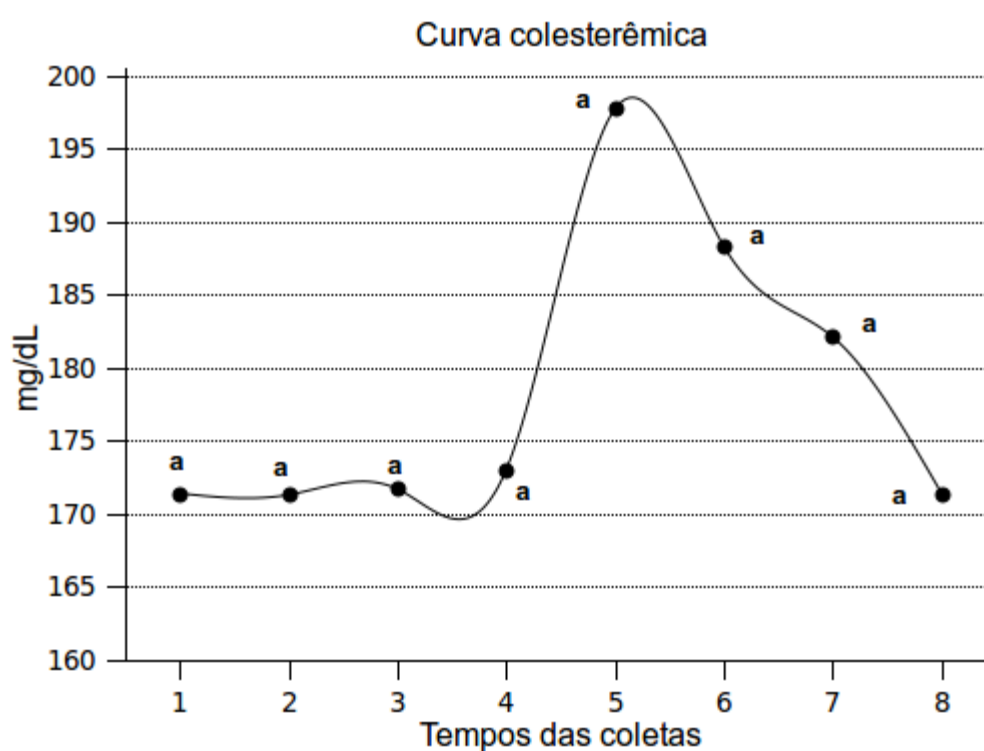


Figura – 2: Colesterolemia total de cães em jejum (1) e 0:30 (2); 1:00 (3); 1:30 (4); 3:00 (5); 6:00 (6); 9:00 (7); e 12:00 (8) após o fornecimento da alimentação. Letras iguais significam que não houve diferença estatística significativa ($p=0,19$).

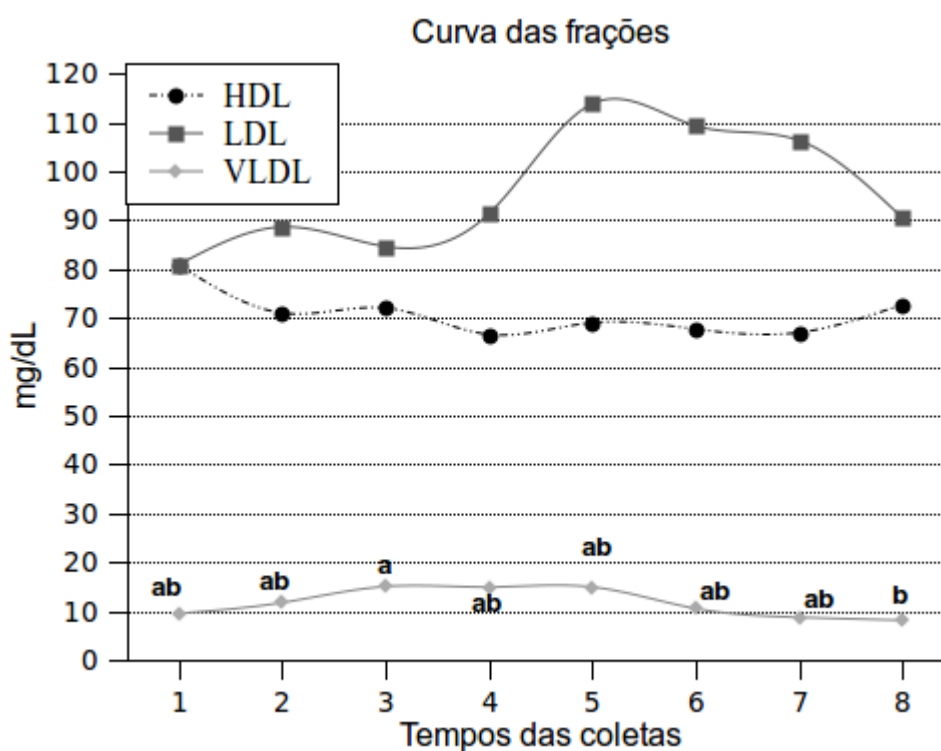


Figura – 3: Níveis sanguíneos das frações HDL, LDL e VLDL de cães em jejum (tempo 1) e 0:30 (2); 1:00 (3); 1:30 (4); 3:00 (5); 6:00 (6); 9:00 (7) e 12:00 (8) após o fornecimento da alimentação. Não houve diferença estatística significativa nos valores das frações HDL e LDL.

Letras diferentes significam diferença estatística significativa ($p=0,005$).

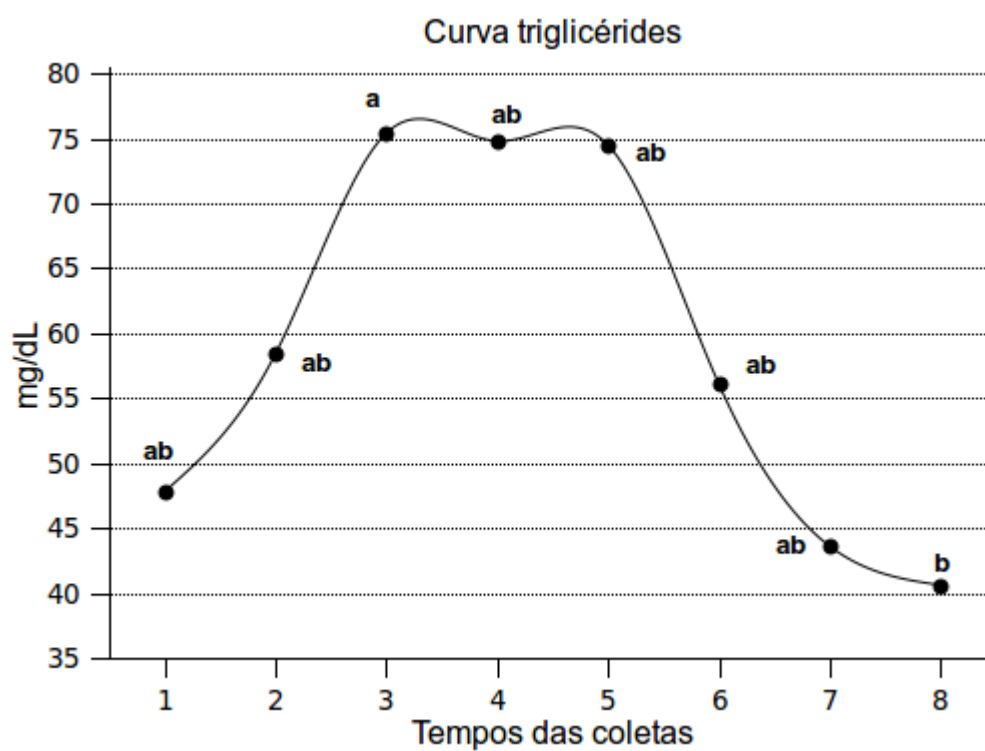


Figura – 4: Níveis sanguíneos dos triglicerídeos, de cães em jejum (1) e 0:30 (2); 1:00 (3); 1:30 (4); 3:00 (5); 6:00 (6); 9:00 (7) e 12:00 (8) após o fornecimento da alimentação comercial *premium*.

Letras diferentes significam diferença estatística significativa ($p=0,005$).

4.3 ARTIGO 3

ESCORE CORPORAL CANINO RELACIONADO ÀS MEDIDAS MORFOMÉTRICAS

(Relationship between canine body score and morfometric measurements)

Formatado segundo as normas do Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e
Zootecnia

ESCORE CORPORAL CANINO RELACIONADO ÀS MEDIDAS MORFOMÉTRICAS

(Relationship between canine body score and morfometric measurements)

Resumo

Determinar a condição corporal dos cães é importante para poder avaliar a distribuição de gordura, já que os animais também sofrem com doenças crônico-degenerativas associadas à obesidade e à deposição de tecido adiposo visceral. Dentre as alterações há as dislipidemias e resistência à insulina. O Índice de Massa Corporal (IMC), relaciona as medidas das dobras cutâneas e a circunferência abdominal com a incidência de alterações no organismo. Em cães, o sobrepeso e a obesidade estão sendo recentemente estudados, e não existe um método objetivo e de fácil acesso para analisar a condição corporal. Com isso este trabalho avaliará os valores do IMC, dobras cutâneas e a razão entre as circunferências de cães com peso ideal, sobrepeso e obeso. Para tanto, definimos o escore corporal, o IMC, as médias das dobras cutâneas e a razão entre as circunferência de 45 cães, separados nos escores conforme apresentavam peso ideal (n=15), sobrepeso (n=15) e obesidade (n=15). Cães com peso ideal, sobrepeso e obesos apresentaram, respectivamente, os seguintes valores médios: IMC = 14,4 kg/m², 16,7 kg/m² e 21,5 kg/m²; dobras cutâneas = 0,8cm, 1,2 cm e 1,8 cm; e razão entre circunferências = 1,2 cm, 1,1 cm e 1,0. Cães com peso ideal e sobrepeso não apresentaram diferenças estatísticas em relação ao IMC, média das dobras cutâneas e razão entre circunferências entre si, mas sim em relação aos cães considerados obesos. O índice de massa corporal juntamente com os valores das dobras cutâneas e da razão entre as circunferências dos cães são uma forma rápida e eficaz para classificar os cães nos escores corporais de peso ideal, sobrepeso e obeso.

Palavras-chave: IMC, dobra cutânea, circunferências

Abstract

The determination of body score in dogs is important in order to evaluate the fat distribution, since the animals also suffer from chronic degenerative diseases, like dyslipidemia. The BMI (body mass index) is used to relate the measurements of subcutaneous fat and abdominal circumference with the occurrence of health alterations. In dogs, overweight and obesity are a new subject of study and there is not an objective and easy method to analyze the body score.

In this sense, in this work we have performed a study considering the BMI and subcutaneous fat values as well as the circumference ratio of ideal weighted, overweighted and obese dogs. In this way, we have defined the body score, the BMI, the average values of subcutaneous fat and the circumferences ratio of forty five dogs (n=15). Ideal weighted, overweighted and obese dogs presented, respectively, the following average values: BMI = 14.4 kg/m², 16.7 kg/m², and 21.5 kg/m²; subcutaneous fat = 0.8 cm, 1.2 cm, and 1.8 cm; and circumference ratio = 1.2 cm, 1.1 cm, and 1.0 cm. Ideal and overweighted dogs did not present statistical differences (considering the parameters mentioned above) amongst themselves but they did when compared with the obese ones. The BMI, as well as the subcutaneous fat values of ideal weighted dogs presented lower values when compared to overweighted and obese ones. Regarding the circumferences ratio, the lowest value is presented by the ideal weighted dogs.

Key words: BMI, subcutaneous fat, circumference

Introdução

A obesidade em cães ainda é pouco estudada e provoca várias disfunções fisiológicas, aumentando o risco de problemas metabólicos, endocrinopatias, desordens ortopédicas, doenças cardiorrespiratórias e neoplasias (German, 2006). É difícil classificar um cão com sobrepeso e os mesmos são fortes candidatos a obesidade. Sendo assim, é necessário definir formas de avaliar a condição corporal dos cães para prevenir o desenvolvimento da obesidade.

A condição corporal do indivíduo é identificada através da avaliação da composição do corpo, sendo possível quantificar gordura, músculos, ossos e órgãos viscerais. Como a obesidade está associada a doenças crônico-degenerativas, como alterações articulares, há a necessidade de verificar a quantidade e distribuição de gordura dos indivíduos (Conterato e Vieira, 2001).

Dentre as técnicas utilizadas com maior facilidade e menor custo para estimar a condição corporal está o índice de Quetelet, conhecido como IMC (Índice de Massa Corporal), o qual tem sido largamente utilizado como um preditor de sobrepeso e obesidade em humanos (Anjos, 1992) e em cães (Muller e tal., 2008), embora neste último mais direcionado à cães de médio porte. Esse índice está relacionado com as medidas das dobras cutâneas (McLaren, 1987; Conterato e Vieira, 2001) e com a circunferência abdominal (Higgins et al., 1988).

A avaliação das dobras cutâneas, consiste em medir a espessura do tecido adiposo subcutâneo em diversas regiões do corpo (Conterato e Vieira, 2001), já a medida da circunferência abdominal está diretamente relacionada à deposição de tecido adiposo visceral (Clasey et al, 1999). Sendo este acúmulo reconhecidamente fator de risco para doenças cardiovasculares e dislipidemias (Gus et al., 2004), a medição da circunferência abdominal tem como vantagem a facilidade na utilização (Olinto et al., 2006).

Em gatos já existe um método para avaliar a condição corporal utilizando medidas morfométricas, porém, o mesmo foi validado com o auxílio de técnicas de absorptometria (DEXA¹) para estabelecer o percentual de massa gorda dos animais (Hawthorne et al., 2000).

Devido a variedade de raças e perfis corporais dos cães ser muito mais ampla que em gatos, ainda não há um método semelhante para avaliar a condição corporal de forma eficiente, porém acessível. Dessa forma, objetivamos avaliar e relacionar os valores do IMC, dobras cutâneas e da razão entre as circunferências de cães com peso ideal, sobrepeso e obeso.

Material e Métodos

Foram avaliados 45 cães, adultos (entre 2 e 11 anos), ambos os sexos, esterilizados e não esterilizados, alimentados com ração caseira e/ou industrial. Os animais foram classificados em peso ideal (escore 3), sobrepeso (escore 4) e obeso (escore 5), segundo escore corporal proposto por Edney & Smith (1986), onde cada grupo continha 15 cães. Foram incluídos no estudo cães com idade acima de um ano, com parâmetros fisiológicos dentro do normal, e que não apresentaram sintomatologia gastrointestinal 72h anteriores às coletas sanguíneas. Todas as avaliações de condição corporal foram obtidas após 12h de jejum alimentar, sempre com os mesmos avaliadores. O estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Federal de Pelotas (CEEA 5271), sendo caracterizado como uma amostra por conveniência.

O índice de massa corporal (IMC) foi obtido por medição do peso corpóreo, medido em kg, utilizando balança analógica² e a altura elevada à 2 potência, aferida com fita métrica flexível, tendo como pontos de referência a extensão entre a base da nuca (articulação atlanto-occipital) e o solo imediatamente caudal dos membros pélvicos, passando e apoiando a fita

1 Dual Energy X-Ray Absorptiometry

2 Dayhome Y11

sobre a base da cauda (última vértebra sacral), ficando a fita exatamente medial às tuberosidades ilíacas, sobre o dorso do animal (Muller et al., 2008).

Para aferição das dobras cutâneas, os cães permaneceram em estação e foram feitas medições em três locais (gradil costal direito, peitoral e base da cauda), utilizando plicômetro³. As dobras foram tomadas com os dedos polegar e indicador e o plicômetro colocado perpendicular ao eixo da dobra. Foram feitas as médias destas medidas, considerando os três locais de aferição em cada cão (Apêndice 1).

Para aferição das circunferências torácica e abdominal utilizou-se fita métrica flexível, sendo a cartilagem xifóide e a articulação patelar utilizadas como pontos de referência – para a circunferência torácica e inguinal, respectivamente; após obtenção dos valores foi calculada a razão dos mesmos (Apêndice 2).

Os valores do IMC, dobras cutâneas e da razão entre as circunferências foram relacionados aos escores corporais, utilizando o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, o qual realizou a comparação entre médias no programa Statistix 9.0.

Resultados e Discussão

No escore corporal condizente com o peso ideal dentre os 15 cães, nove eram fêmeas (seis esterilizadas) e seis machos, alimentados com ração industrial e caseira; no escore dos cães com sobrepeso haviam 12 fêmeas (sete não esterilizadas) e três machos (dois esterilizados); todos alimentados com ração industrializada; todos os cães classificados como obesos eram fêmeas, oito foram submetidas à ovariosalpingohisterectomia e 12 recebiam somente ração industrial.

O IMC dos cães com peso ideal foi em média $14,4 \text{ kg}/(\text{m})^2 (\pm 4,8)$ e dos com sobrepeso foi de $16,7 \text{ kg}/(\text{m})^2 (\pm 4,2)$, os quais foram menores do que o IMC dos cães obesos, $21,5 \text{ kg}/(\text{m})^2 (\pm 5,5)$, havendo diferença estatística significativa entre os cães com peso ideal e dos cães obesos ($p=0,001$) (Tab. 1; Fig. 1). As médias obtidas do IMC no grupo de cães estudados foram semelhantes aos obtidos por Muller et al., (2008). Ao estudar IMC de cães de porte médio, com pesos variando entre 10 e 25 kg, de diferentes raças e idades foi determinado que cães de abaixo do peso apresentaram IMC abaixo de $11,7 \text{ kg}/(\text{m})^2$, cães com peso ideal o IMC variou entre 11,8 e $15 \text{ kg}/(\text{m})^2$ e em cães acima do peso o IMC variou entre 15,1 e $18,6 \text{ kg}/(\text{m})^2$, enquanto nos obesos o IMC foi acima de $18,7 \text{ kg}/(\text{m})^2$ (Muller et al., 2008). É importante considerar que existem algumas limitações para o uso do IMC como

3 Cescorf®

preditor de gordura corporal, tais como a correlação com a estatura, com a massa livre de gordura e com a proporcionalidade corporal (Garn et al., 1986). Portanto cães com o mesmo peso corporal podem apresentar o mesmo IMC, embora com diferença no percentual de massa gorda e magra (Jeusette et al., 2010).

Com relação às dobras cutâneas, os cães obesos apresentaram o maior valor médio ($1,8 \text{ cm} \pm 0,7$), diferindo ($p=0,00$) dos cães com peso ideal ($0,8 \text{ cm} \pm 0,3$) e com sobrepeso ($1,2 \text{ cm} \pm 0,4$) (Tab. 1; Fig. 2). Atribui-se a variabilidade das medidas em indivíduos não apenas à diferença na quantidade de gordura subcutânea no local, mas também a diferença na espessura da pele, compressibilidade do tecido adiposo, manuseio e nível de hidratação (Heyward e Stolarczyk, 2000; Costa, 2001). As medidas das dobras cutâneas baseiam-se no fato de que existe uma proporção constante entre a gordura subcutânea e a gordura total (Conterato e Vieira, 2001). Em cães não foram encontrados estudos que relacionem as dobras cutâneas com o estado corporal do animal.

Na avaliação da razão das circunferências, os cães com peso ideal ($1,2 \text{ cm} \pm 0,1$) apresentaram os maiores valores do que os animais com sobrepeso ($1,1 \text{ cm} \pm 0,09$) e obesos ($1,0 \text{ cm} \pm 0,06$), sendo que houve diferença estatística significativa entre cães com peso ideal e sobrepeso em relação aos cães obesos (Tab. 1; Fig. 3). Os cães com peso ideal e sobrepeso apresentaram medidas estatisticamente diferentes dos cães obesos ($p=0,0001$). Devido não ter apenas tomando medidas, mas sim efetuando a razão entre as mesmas, nossos resultados diferem dos encontrados por Basile (2008) ao estudar cães da raça Bulldog, pois o mesmo encontrou maiores valores da circunferência torácica e pélvica em machos ($78 \text{ cm} \pm 3,3$; $70,37 \text{ cm} \pm 6,0$, respectivamente) comparados com as fêmeas ($77,97 \text{ cm} \pm 4,7$; $69,23 \text{ cm} \pm 5,9$, respectivamente), porém, sem correlação com o peso corpóreo. Para avaliar a distribuição da gordura corporal, mais precisamente a obesidade central em humanos, utiliza-se o índice de conicidade, o qual relaciona peso, estatura e a circunferência da cintura em uma equação matemática. Este índice pode prever o desenvolvimento das doenças cardiovasculares (Pitanga e Lessa, 2004).

É importante mensurar a circunferência abdominal, pois é a medida morfométrica melhor correlacionada à quantidade de tecido adiposo visceral (Lemieux et al., 1996). Na obesidade, os depósitos de gordura corporal estão aumentados, apresentando elevada expressão das adipocinas (Winkler et al., 2003), as quais estão relacionadas ao maior volume das células adiposas (Rexrode et al., 2003), e em sua grande maioria, a processos que contribuem na resistência insulínica e dislipidemias (Lyon et al., 2003). De modo geral, o

tecido adiposo visceral, ou omental, é o mais ativo, mais sensível à lipólise, e mais resistente à ação da insulina (Arner, 2003).

Conclusão

O índice de massa corporal juntamente com os valores das dobras cutâneas e da razão entre as circunferências dos cães são uma forma rápida e eficaz para classificar os cães nos escores corporais de peso ideal, sobrepeso e obeso.

Agradecimentos

Ao CNPq e a CAPES pelo auxílio financeiro e pelo fornecimento de bolsas.

Referências bibliográficas

- ANJOS, L.A.** Índice de massa corporal ($\text{massa corporal} \cdot \text{estatura}^{-2}$) como indicador do estado nutricional de adultos: revisão da literatura. *Revista Saúde Pública*, v. 26, n.6, p. 431-436, 1992.
- ARNER, P.** The adipocyte in insulin resistance: key molecules and the impact of the thiazolidinediones. *Trends Endocrinology Metabolism*, v.14, n.3, p.137-45, 2003.
- BASILE, A.L.** Avaliações ecodopplercardiográfica, eletrocardiográfica computadorizada, radiográfica e morfométrica em cães adultos da raça bulldog inglês. Universidade Federal de Goiás; 2008.
- CLASEY, J.L.; BOUCHARD, C.; TEATES, C.D.** et al. The use of anthropometric and dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) measures to estimate total abdominal and abdominal visceral fat in men and women. *Obesity Reserach*, n.7, p.256-64, 1999.
- CONTERATO, E.V.; VIEIRA, E.L.** Composição corporal em universitários utilizando dobras cutâneas e bioimpedância elétrica: um método comparativo. *Disciplinarum Scientia*. Série: Ciências Biológicas e da Saúde, Santa Maria, v.2, n.1, p.125-137, 2001.
- COSTA, R.F.** Composição corporal. Teoria e prática da avaliação. São Paulo: Manole; 2001.
- EDNEY, A.T.B.; SMITH, P.M.** Study of obesity in dogs visiting veterinary practices in the United Kingdom. *Veterinary Record*, London, n.118, p. 391-396, 1986.
- GARN, S.M.; LEONARD, W.R.; HAWTHORNE, V.M.** Three limitations of the body mass index. *American Journal Clinical Nutrition*, n.44, p.996-7, 1986.
- GERMAN, A.J.** The growing problem of obesity in dogs and cats. *The Journal of Nutrition*, 136(suppl.):1940S-6S, 2006.
- GUS, M.; FUCHS, S.C.; MOREIRA, L.B.** et al. Association between different measurements of obesity and the incidence of hypertension. *American Journal Hypertension*, n.17, p.50-3, 2004.
- HEYWARD, V.H.; STOLARCZYK, L.M.** Método de Impedância. Bioelétrica. In: Heyward V H Stolarczyk L M. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Manole. 2000. p. 47-60.
- HAWTHORNE, A.; BUTTERWICK, R.B.** Predicting the body composition of cats: development of a zoometric measurement for estimation of percentage body fat in cats [abstract]. *J Vet Intern Med*, n.14, p.365, 2000.

- HIGGINS, M.; KANNEL, W.; GARRISON, R.** et al. Hazards of obesity-the Framingham experience. *Acta med. scand. Suppl.*, n.723, p.23-36, 1988.
- JEUSETTE, I.; GRECO, D.; AQUINO, F.** et al. Effect of breed on body composition and comparison between various methods to estimate body composition in dogs. *Research in Veterinary Science*, n.88, p. 227–232, 2010.
- LEMIEUX, S.; PRUD'HOMME, D.; BOUCHARD, C.** et al. A single threshold value of waist girth identifies normal-weight and overweight subjects with excess visceral adipose tissue. *American Journal Clinical Nutrition*, n.64, p.685-93, 1996.
- LYON, C.J.; LAW, R.E.; HSUEH, W.** Minireview: adiposity, inflammation, and atherogenesis. *Endocrinology*, v.144, n.6, p. 2195-200, 2003.
- MCLAREN, O.S.** Three limitations of body mass index. *American Journal Clinical Nutrition*, n.46, p.121, 1987.
- MULLER, D.C.; SCHOSSLER, J.E.; PINHEIRO, M.** Adaptação do índice de massa corporal humano para cães. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.4, p.1038-1043, 2008.
- OLINTO, M.T.; NÁCUL, L.C.; DIAS-DA-COSTA, J.S.** et al. Níveis de intervenção para obesidade abdominal: prevalência e fatores associados, Caderno Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.22, n.6, p.1207-1215, 2006.
- PITANGA, F.J.; LESSA, I.** Sensibilidade e especificidade do índice de conicidade como discriminador do risco coronariano de adultos em Salvador, Brasil, *Revista Epidemiologia*, v.7, n.3, p. 259-269, 2004.
- REXRODE, K.M.; PRADHAN, A.; MANSON, J.E.** et al. Relationship of total and abdominal adiposity with CRP and IL-6 in women. *Ann Epidemiology*, 13:1-9, 2003.
- WINKLER, G.; KISS, S.; KETSZTHELYI, L.** et al. Expression of tumor necrosis factor (TNF)-alpha protein in the subcutaneous and visceral adipose tissue in correlation with adipocyte cell volume, serum TNF- alpha, soluble serum TNF-receptor-2 concentrations and C-peptide level. *Eur J Endocrinol.*, v.149, n.2, p.129-35, 2003.

Tabela – 1: Valores médios do IMC, das dobras cutâneas e a razão entre as circunferências torácicas e abdominais de cães com peso ideal, com sobrepeso e obeso

Escore	IMC	Dobras cutâneas	Razão entre circunferências
Peso ideal	14,4 ^b	0,8 ^b	1,2 ^a
Sobrepeso	16,7 ^{ab}	1,2 ^{ab}	1,1 ^a
Obeso	21,5 ^a	1,8 ^a	1,0 ^b

Letras diferentes mostram significância estatística ($P < 0,05$).

IMC – índice de massa corporal

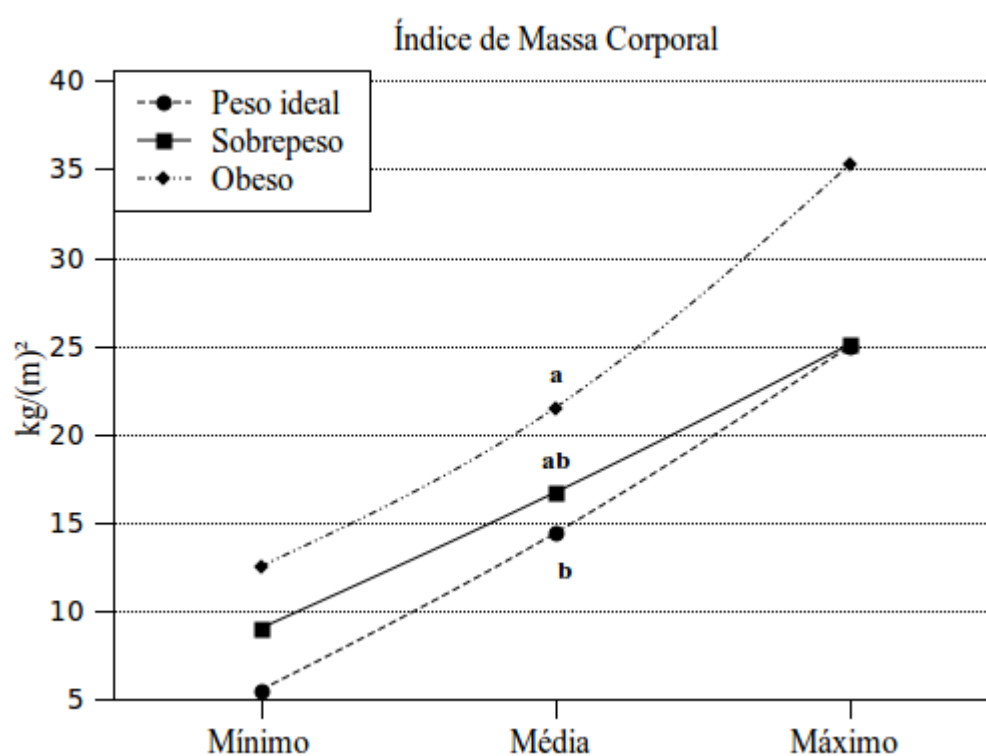


Figura – 1: Valores mínimo, média e máximo do índice de massa corporal de cães com peso ideal, sobrepeso e obeso.

Letras diferentes correspondem à significância estatística de $p=0,0023$.

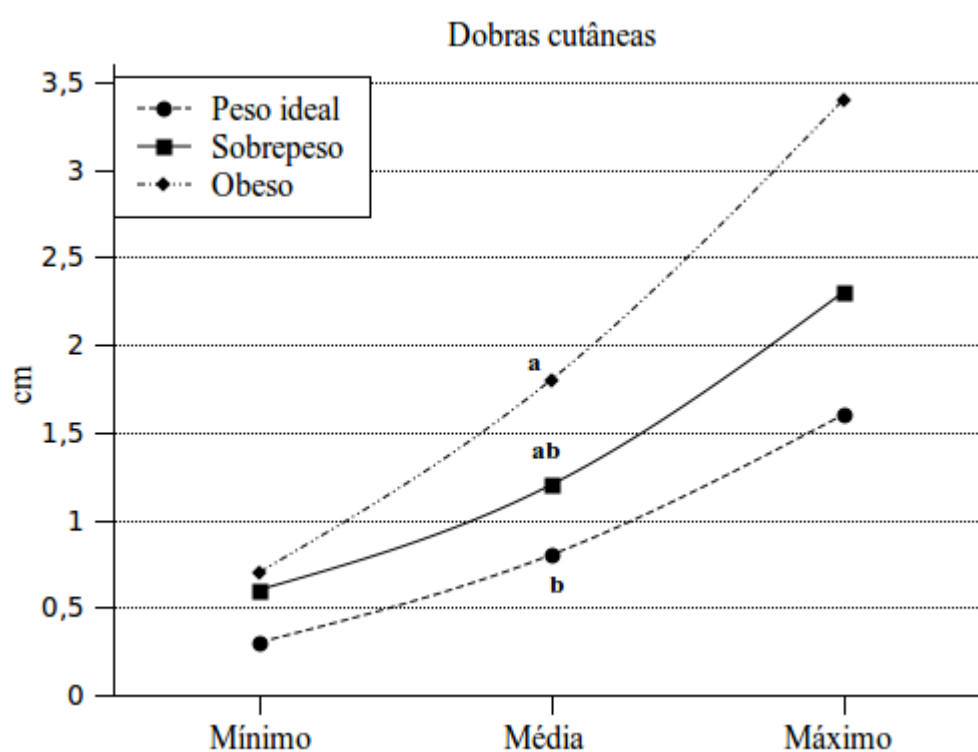


Figura – 2: Valores mínimo, média e máximo das dobras cutâneas de cães com peso ideal, sobrepeso e obeso.

Letras diferentes correspondem à significância estatística de $p=0,0001$.

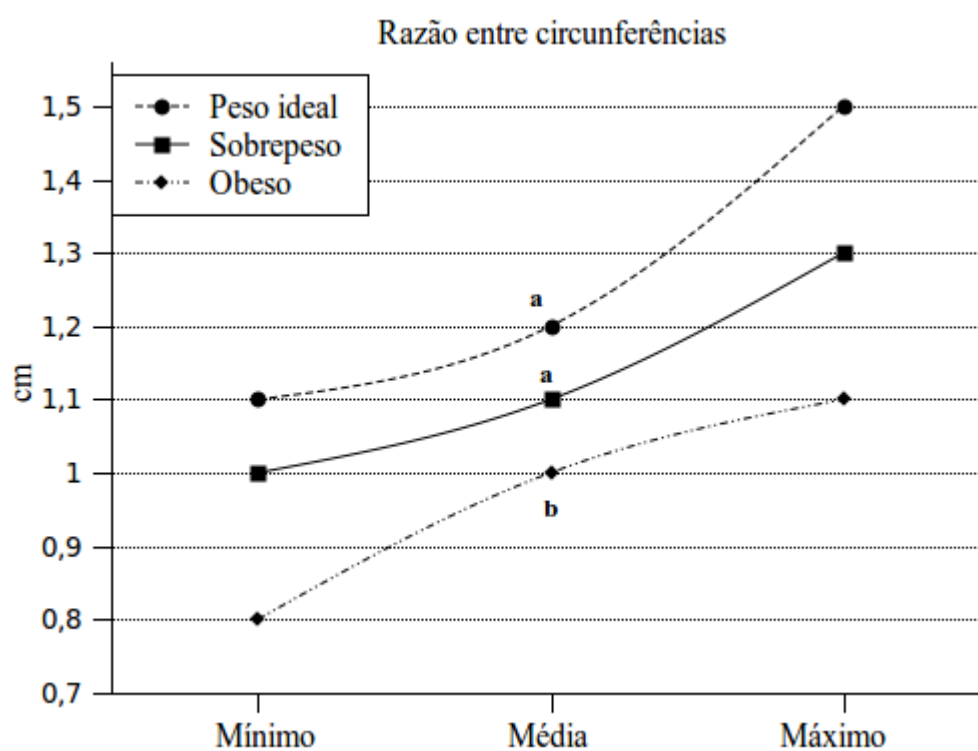


Figura – 3: Valores mínimo, média e máximo da razão entre as circunferências torácicas e abdominais de cães com peso ideal, sobrepeso e obeso. Letras diferentes correspondem à significância estatística de $p=0,0001$.

4.4 ARTIGO 4

AVALIAÇÃO DA GLICEMIA E DO METABOLISMO LIPÍDICO EM RELAÇÃO AO ESCORE CORPORAL CANINO

(Measurement of glucose and lipidic metabolism to relationship canine body score)

Formatado segundo as normas do Journal of Animal Science

AVALIAÇÃO DA GLICEMIA E DO METABOLISMO LIPÍDICO EM RELAÇÃO AO ESCORE CORPORAL CANINO

Resumo

O sobrepeso e a obesidade nos cães são causados pelo acúmulo de massa gorda no corpo, podendo desencadear a resistência à insulina e dislipidemias, que são alterações no equilíbrio dos lipídios no organismo. Dessa forma, objetivou-se neste estudo avaliar os níveis sanguíneos de glicose, colesterol total e frações e triglicerídeos em cães com peso ideal, sobrepeso e obeso. Foram estudados 45 cães, classificados em escores e grupos (n=15): peso ideal, sobrepeso e obeso. Mensurou-se a glicemia com glicosímetro, o colesterol total e frações, e os triglicerídeos de acordo com métodos laboratoriais através da colorimetria. Não houve diferença estatística quanto à glicemia, colesterol total, frações HDL (*high density lipoprotein*) e LDL (*low density lipoprotein*), mas sim quanto aos valores da fração VLDL (*very low density lipoprotein*) e os triglicerídeos, sendo estas diferenças comumente relacionadas ao cães com sobrepeso e obesos. Nas condições estudadas, cães obesos apresentam níveis de triglicerídeos e fração colesterêmica VLDL mais elevados que em cães com sobrepeso.

Palavras-chave: obesidade, colesterol, frações, triglicerídeos

Abstract

The overweight and obesity in dogs are caused by the accumulation of fat in their bodies, and that may cause insulin resistance and dyslipidemia, which are alterations at the organism's lipidic equilibrium. In this work we have evaluated the blood glucose levels, total and fraction cholesterol, and triglycerides of ideal weighted, overweighted and obese dogs. We have studied forty five dogs, that were classified according to body scores in the following groups (n=15): ideal weighted, overweighted and obese. We have measured the glycemia values using a glucometer, the total cholesterol and its fractions, and the triglycerides through laboratorial methods. To realize the statistical analysis we made use of the Tukey test, when we compare the evaluated parameters average values with the body scores. There were no statistical differences related to glycemia, total cholesterol and HDL and LDL fractions.

However, they were observed for VLDL and triglyceride values, when we compare overweighted and obese dogs. It was seen that the weight increase and obesity are related with the increasing of VLDL and triglyceride values, but do not depend on the glycemic, total cholesterol and HDL and LDL fractions.

Keywords: obesity, cholesterol, fraction, triglyceride

Introdução

O aumento de peso pode levar à alterações na saúde dos cães, dentre essas a resistência à insulina e às dislipidemias. A obesidade é o acúmulo de tecido adiposo no corpo, sendo um problema de incidência mundial (German, 2006), pois 25 a 40% dos cães estão com sobrepeso ou obesos (McGreevy et al., 2005).

A exposição prolongada a altos níveis de glicose no sangue levam a exaustão das células β pancreáticas, mesmo em indivíduos com peso normal (Appleton et al., 2001), levando à resistência à insulina, a qual não somente prejudica a entrada da glicose nas células insulina-sensíveis, mas também estimula as células hepáticas à mudança de glicólise para gluconeogênese, aumentando inclusive os níveis de glicose plasmática (Rios e Ward, 2008).

As dislipidemias, podem ocorrer devido ao aumento nos níveis de colesterol e/ou triglicerídeos no plasma, podendo ser uma desordem primária – considerada hereditária em algumas raças (Bauer, 2004), ou secundária relacionada à ordem dietética ou mais frequentemente de origem endócrina, resultado do desbalanço do mecanismo homeostático que normalmente regulam os lipídios plasmáticos (Barrie et al., 1993).

A obesidade é considerada uma doença recente, não havendo, portanto, estudos específicos em relação à glicemia e ao metabolismo lipídico de cães nestas condições ou com sobrepeso, embora tais parâmetros já estejam definidos para animais com peso ideal (Brunetto et al., 2011).

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi analisar e comparar os níveis sanguíneos da glicemia, colesterol total e frações, e triglicerídeos em cães com peso ideal, com sobrepeso e obesos.

Material e Métodos

Foram avaliados 45 cães, 13 machos e 32 fêmeas, adultos (entre 2 e 10 anos), os quais recebiam ração comercial e/ou caseira como alimentação. Os mesmos foram classificados e divididos em grupos (n=15) considerando o escore corporal proposto por Edney e Smith (1986): os cães com peso ideal apresentaram costelas, processos espinosos e ossos pélvicos, não visíveis, mas facilmente palpáveis, cintura é óbvia, e pouca gordura abdominal (escore “3”); cães com sobrepeso apresentam costelas, processos espinosos e ossos pélvicos difíceis de serem palpados, cintura não visível, grande quantidade de gordura abdominal (escore “4”); e cães obesos com massiva deposição de gordura no peito, processos espinosos e abdome, distensão abdominal óbvia (escore “5”). O estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Federal de Pelotas (CEEAA 5271), sendo caracterizado como uma amostra por conveniência.

Para obtenção dos níveis séricos de glicose, colesterol total e frações, e triglicerídeos a coleta sanguínea foi realizada após 12 h de jejum alimentar. Para tanto foi realizado antissepsia local com álcool 97° GL, e 3 mL de sangue foi coletado da veia cefálica, com agulha 25x0,7 mm e seringa descartável. O sangue foi depositado em tubo com gel ativador da coagulação¹, centrifugados (15000 rpm/ 10 min), e o soro separado para análise em microtubos de 2 mL, os quais permaneceram congelados a -80°C até o momento das análises

1 Labor ®

bioquímicas laboratoriais. Utilizando o sangue residual da seringa, após inserção da fita-teste no glicosímetro², realizou-se a leitura da glicose.

Os microtubos foram descongelados no vapor, depositados em tubos descartáveis e colocados no aparelho BS-200 (Mindray®) - devidamente calibrado com os reagentes para a leitura do colesterol total (kit Colesterol Monoreagente K083³) e triglicerídeos (kit triglicéridos Monorreactivo K1173) onde foi realizada a pipetagem automática de 100 µL de soro e de reagente, fazendo a determinação enzimática das amostras através do teste colorimétrico.

Para a análise da fração HDL foi utilizado 250 µL do soro e do precipitante colesterol HDL (*high density lipoprotein*) (kit HDL LE8), centrifugação e separação de 100 µL do sobrenadante, o qual foi colocado com o reagente colesterol (1 mL). Após 10 min em banho-maria foi realizada a leitura pelo teste colorimétrico (Thermo Plate®). A fração LDL (*low density lipoprotein*) foi obtida através da equação proposta por Friedewald (1972), e a fração VLDL (*very low density lipoprotein*) pela razão TG/5.

Para a análise estatística foi utilizado o teste de Tukey, onde foram comparados os valores da glicemia e do metabolismo lipídico com os escore corporais caninos utilizando o programa Statistx 9.0.

Resultados e Discussão

No escore corporal condizente com o peso ideal dentre os 15 cães, nove eram fêmeas (seis fêmeas esterilizadas) e seis machos, alimentados com ração industrial e caseira; no escore dos cães com sobrepeso haviam 12 fêmeas (sete não esterilizadas) e três machos (dois esterilizados); todos alimentados com ração industrializada; todos os cães classificados como

² Accu Chek Performa ®

³ Labtest®

obesos eram fêmeas, oito foram submetidas à ovariosalpingohisterectomia e 12 recebiam somente ração industrial.

A fração LDL-C apresentou-se elevada, independente da condição corporal ser classificada como ideal, sobrepeso ou obeso, enquanto os demais parâmetros analisados, glicemia, colesterol total, frações colesterêmicas HDL e VLDL, bem como os triglicerídeos encontravam-se dentro dos limites fisiológicos.

Os valores glicêmicos não apresentaram diferença estatística em relação aos grupos de escores corporais (Tabela 1), embora os cães de peso ideal tenham apresentado menores valores glicêmicos ($67,7 \text{ mg/dL} \pm 13$) que os cães com sobrepeso ($70,5 \text{ mg/dL} \pm 12$) e obesos ($70,8 \text{ mg/dL} \pm 19,6$) (Figura 1). Deve-se fazer o monitoramento da glicemia em cães obesos, pois a obesidade pode levar ao desenvolvimento de uma enfermidade conhecida como resistência à insulina, que é uma elevação dos níveis plasmáticos de insulina no jejum e uma resposta exagerada à administração de glicose via oral (German, 2006).

Não foram observadas diferenças estatísticas em relação aos valores do colesterol total ($p=0,18$) (Tabela 1; Figura 2), embora o valor médio do colesterol total no grupo de cães obesos ($229,3 \text{ mg/dL} \pm 86,8$) tenha sido mais elevado que em cães com peso ideal ($198,4 \text{ mg/dL} \pm 55,6$) e sobrepeso ($180,5 \text{ mg/dL} \pm 71,4$). Estes valores encontrados foram menores que os resultados observados por Brunetto et al. (2011), que verificaram que os valores do colesterol diferiam entre os cães com peso ideal ($211,2 \text{ mg/dL} \pm 28,6$) dos valores obtidos nos cães obesos, sendo mais elevado neste grupo ($374,6 \text{ mg/dL} \pm 67,9$), mas maiores que os valores encontrados por Jeusette et al., (2005), os quais foram $80,46 \text{ mg/dL}$ para cães com peso ideal e $113,04 \text{ mg/dL}$ para obesos, sendo este estudo realizada para comparar as dietas caninas. Os cães avaliados apresentaram níveis colesterêmicos semelhantes aos do grupo de

cães estudados por Chikamune et al., (1995), sendo 199 mg/dL e 268 mg/dL para peso ideal e obeso, respectivamente, o qual avaliou dez cães obesos.

Em relação às frações HDL e LDL, o grupo de cães obesos apresentou maiores níveis de HDL ($78,2 \text{ mg/dL} \pm 24,1$) e LDL ($125,2 \text{ mg/dL} \pm 63,1$), visto que a média do valor do HDL-C foi próxima à obtida por Jeusette et al. (2005) – 69,84 e 103,86 mg/dL, e o LDL-C ficou entre os valores observados por Bansal et al. (2007) – 113 e 136 mg/dL (Tabela 1; Figura 3). Não foi realizada a análise entre os sexos, visto que pesquisas envolvendo humanos elucidaram que a dieta e os exercícios físicos são fatores decisivos na elevação do HDL e na diminuição do LDL (Stefanick et al., 1998), ressaltando que as análises das frações colesterêmicas em cães são escassas. Araújo et al. (2005) observou diferença estatística significativa entre indivíduos com peso ideal e obesos ao comparar o HDL, mas não o LDL, o mesmo sendo observado por Rosini et al. (2006).

Quanto aos níveis de triglicerídeos, cães com peso ideal ($90,2 \text{ mg/dL} \pm 48,6$) apresentaram valores maiores do que os cães com sobrepeso ($61,0 \text{ mg/dL} \pm 20,8$) e menores do que os considerados obesos ($129,0 \text{ mg/dL} \pm 104,3$) ($p=0,02$) (Tabela 1; Figura 4). Os resultados encontrados em nossa avaliação foram mais elevados do que os datados por Brunetto et al. (2011), cujos resultados foram $89,3 \text{ mg/dL} \pm 40,8$ para cães com sobrepeso e obeso, e $56,4 \text{ mg/dL} \pm 19,8$ para o peso ideal. O mesmo ocorrendo ao comparar com o estudo conduzido por Chikamune et al. (1995), que observou valores de 35 mg/dL para cães com peso ideal e 100 mg/dL para obesos.

O aumento do colesterol e dos triglicerídeos inferem no aumento desses metabólitos nas frações das lipoproteínas circulantes (Chikamune et al., 1995), fato que podemos observar na fração VLDL, que apresentou diferença estatística significativa entre cães com sobrepeso ($12,2 \text{ mg/dL} \pm 4,1$) e obeso ($25,8 \text{ mg/dL} \pm 20,8$) (Tabela 1, Figura 3). Os níveis dos

triglicerídeos, e consequentemente da fração VLDL, aumentam após a ingestão de alimentos, principalmente se estes contiverem altos índices de lipídios, os quais se degradam em quilomícrons, sendo absorvidos de células intestinais para a circulação, levando triglicerídeos aos tecidos (Johnson, 2005), portanto quanto maior a ingestão, maior o acúmulo de lipídios nos tecidos.

Em humanos, uma enzima adicional, proteína transferidora de ésteres de colesterol (CETP), está envolvida no metabolismo lipídico. A função desta enzima é transferir triglicerídeos provenientes do VLDL e quilomícrons para HDL₂, e ésteres de colesterol do HDL₂ para VLDL e LDL. Em cães, a enzima CETP não foi documentada (Johnson, 2005), e como resultado, as moléculas de HDL₂ continuam adquirindo ésteres de colesterol produzidos pela acil colesterol-lecitina transferase (LCAT), principalmente para a formação de moléculas de HDL₁ (Bauer, 2004). Por este motivo, valores colesterêmicos entre 300 e 500 mg/dL são classificados como pouco elevados, 500 e 750 mg/dL moderadamente elevados e acima de 750 mg/dL gravemente elevados (Whitney, 1992). Por este motivo, os cães parecem ser resistentes ao desenvolvimento da aterosclerose, embora já tenha sido desenvolvida em estudo clínicos e experimentais (Mahley et al., 1974, 1977; Liu et al., 1986; Kagawa et al., 1998; Hess et al., 2003).

Conclusões

Nas condições estudadas, cães obesos apresentam níveis de triglicerídeos e fração colesterêmica VLDL mais elevados que em cães com sobrepeso.

Agradecimentos

Ao CNPq e a CAPES pelo auxílio financeiro e pelo fornecimento de bolsa; e ao Laboratório Dr. Rouget Perez, pelas análises bioquímicas laboratoriais.

Referências bibliográficas

- Appleton, D.J., Rand, J.S., and G.D. Sunvold. 2001. Insulin sensitivity decreases with obesity, and lean cats with low insulin sensitivity are at greatest risk of glucose intolerance with weight gain. *J. Feline Med. Surg.* 3:211-228.
- Araújo, F., Yamada, A.T., Araújo, M.V.M., Latorre, M.R.D.O. and A.J. Mansur. 2005. Perfil Lipídico de Indivíduos sem Cardiopatia com Sobrepeso e Obesidade. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 84(5):405-409.
- Bansal, S., Buring, J.E., Rifai, N., Mora, S., Sacks, F.M. And P.M. Ridker 2007. Fasting Compared With Nonfasting Triglycerides and Risk of Cardiovascular Events in Women. *JAMA*, 298(3):309-316.
- Bauer, J.E. 2004. Lipoprotein-mediated transport of dietary and synthesized lipids and lipid abnormalities of dogs and cats. *JAVMA*, 224(5):668–675.
- Barrie, J., Watson, T.D.G., M.J. Stear, and A.S. Nash. 1993. Plasma cholesterol and lipoprotein concentrations in the dog: effect of age, breed, gender and endocrine disease. *Journal of Small Animal Practice*, 34:507-512.
- Brunetto, M.A., Nogueira, S., Sá, F.C., Peixoto, M., Vasconcellos, R.S.; Ferraud, A.J., and A.C. Carciofi. 2011. Correspondência entre obesidade e hiperlipidemia em cães. *Cienc. Rural*, 41(2):266-271.
- Chikamune, T., Katamoto, H., Ohashi, F. and Y. Shimada. 1995. Serum lipid and lipoprotein concentrations in obese dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*, 57:595-598.
- Edney, A.T.B. and P.M. Smith. 1986. Study of obesity in dogs visiting veterinary practices in the United Kingdom. *Veterinary Record*, London, 118: 391-396.
- Friedewald, W.T., Levy, R.I. and D.S. Fredrickson. 1972. Estimation of the Concentration of Low-Density Lipoprotein Cholesterol in Plasma, Without Use of the Preparative Ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, 18(6):499-502.
- German, A.J. 2006. The growing problem of obesity in dogs and cats. *The Journal of Nutrition*, 136(suppl.):1940S–6S.
- Hess, R.S., Kass, P.H., and T.J. Van Winkle. 2003. Association between diabetes mellitus, hypothyroidism or hyperadrenocorticism, and atherosclerosis in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 17:489–494.

- Jeusette, I.C., Lhoest, E.T., Istasse, L.P., Diez, M.O. 2005. Influence of obesity on plasma lipid and lipoprotein concentrations in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 66: 81–86.
- Johnson, M.C. 2005. Hyperlipidemia Disorders in Dogs . *Compendium Continuing Education For Veterinarians*, 27(5):361-364.
- Kagawa, Y., Hirayama, K., Uchida, E., Izumisawa, Y., Yamaguchi, M., Kotani, T., Niiyama, M., Yoshino, T., and H. Taniyama. 1998. Systemic atherosclerosis in dogs: histopathological and immunohistochemical studies of atherosclerotic lesions. *Journal of Comparative Pathology*, 118:195–206.
- Liu, S-K.; Tilley, L.P.; Tappe, J.P., and P.R. Fox. 1986. Clinical and pathologic findings in dogs with atherosclerosis: 21 cases (1970–1983). *JAVMA*, 189(2):227–232.
- Mahley, R.W., and K.H. Weisgraber. 1974. Canine lipoproteins and atherosclerosis. I. Isolation and characterization of plasma lipoproteins from control dogs. *Circulation Research*, 35:713–721.
- Mahley, R.W., Innerarity, T.L., Weisgraber, K.H., and D.L Fry. 1977. Canine hyperlipoproteinemia and atherosclerosis: accumulation of lipid by aortic medial cells in-vivo and in-vitro. *American Journal of Pathology*, 87(1):205–225.
- McGreevy, P.D.; Thomson, P.C.; Pride, C., Fawcett, A., Grassi, T., and B. Jones. 2005. Prevalence of obesity in dogs examined by Australian veterinary practices and the risk factors involved. *Vet. Rec.*, 156:695–707.
- Rios, L., and C. R. Ward. 2008. Feline diabetes mellitus: pathophysiology and risk factors. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 30(12):E1-E7.
- Rosini, N., Machado, M.J. and H.T. Xavier. 2006. Estudo de Prevalência e Multiplicidade de Fatores de Risco Cardiovascular em Hipertensos do Município de Brusque, SC. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 86(3):219-222.
- Stefanick, M.L., Mackey, S., Sheehan, M., Ellsworth, N., Haskell, W.L. and P.D. Wood. 1998. Effects of Diet and Exercise in Men and Postmenopausal Women with Low Levels of HDL Cholesterol and High Levels of LDL Cholesterol. *N Engl J Med*, 339:12-20.
- Whitney, M.S. 1992. Evaluation of hyperlipidemias in dogs and cats. *Semin. Vet. Med. Surg.* 7(4):292–300.

Tabela – 1: valores médios da glicemia, colesterol total, frações HDL, LDL e VLDL e triglicerídeos de cães pertencentes com peso ideal (escore 3), com sobrepeso (escore 4) e obesos (escore 5).

Escore	Glicemia	CT	HDL	LDL	VLDL	TG
Peso ideal	67,7 ^a	198,4 ^a	67,5 ^a	113,5 ^a	18,0 ^{ab}	90,2 ^{ab}
Sobrepeso	70,5 ^a	180,5 ^a	77,2 ^a	91,0 ^a	12,2 ^b	61,0 ^b
Obeso	70,8 ^a	229,3 ^a	78,2 ^a	125,2 ^a	25,8 ^a	129,0 ^a

Letras diferentes correspondem à significância estatística ($P < 0,05$).

CT – colesterol total; HDL – *high density lipoprotein*; LDL – *low density lipoprotein*; VLDL – *very low density lipoprotein*; TG – triglicerídeos

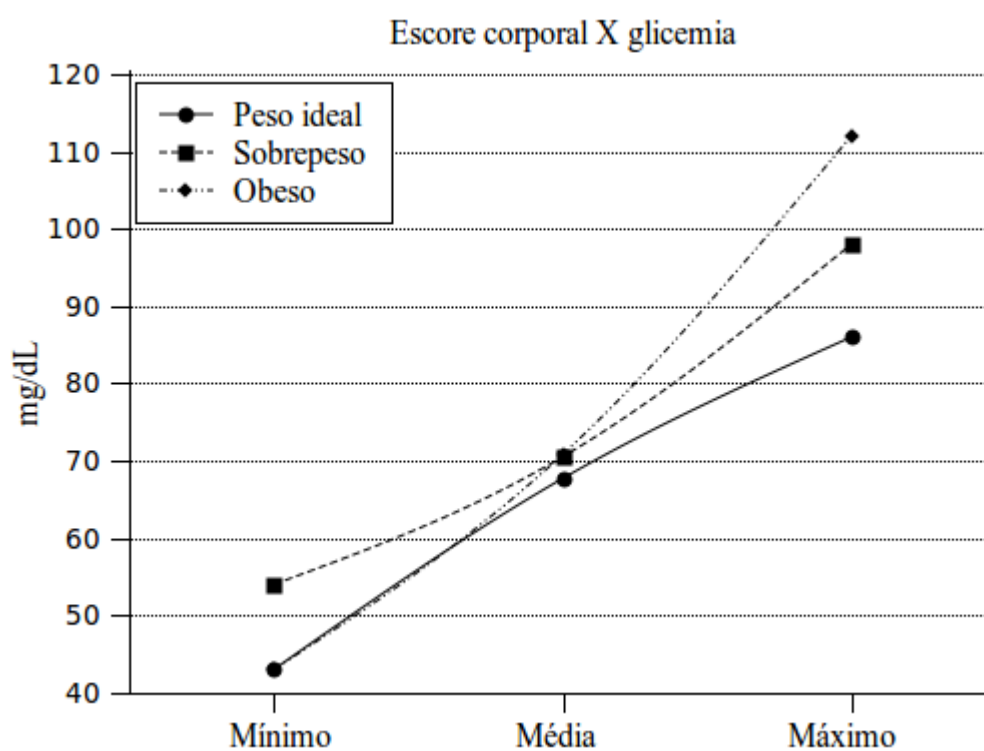


Figura – 1: Valores mínimo, média e máximo da glicemia de cães com peso ideal, sobrepeso e obesos.

Não houve diferença estatística significativa dos valores glicêmicos entre os escores corporais ($p=0,82$).

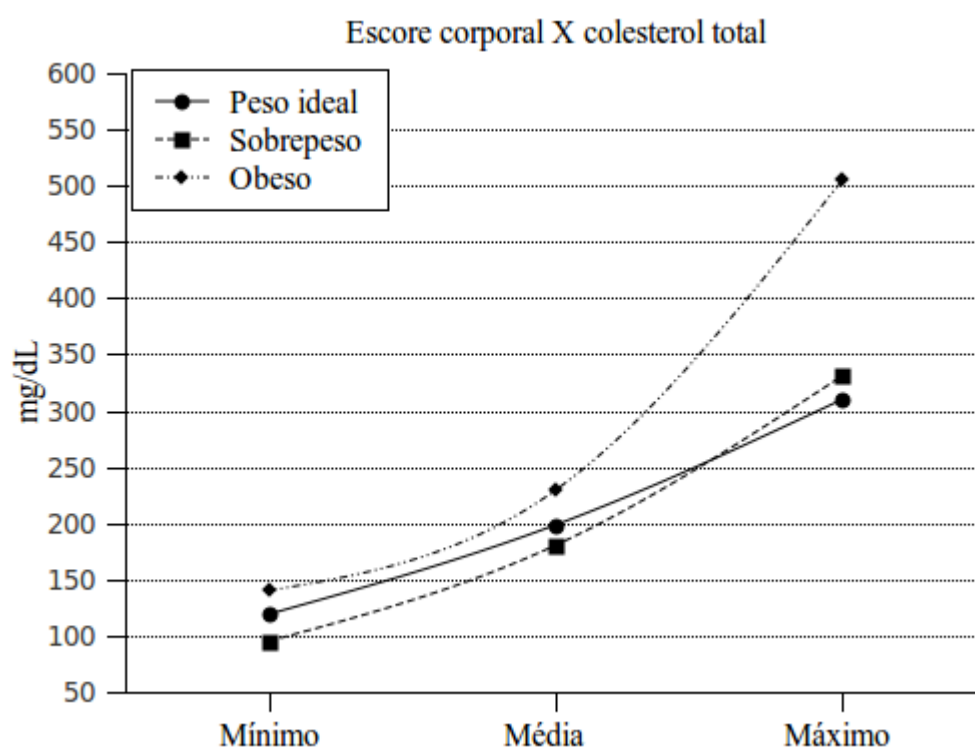


Figura – 2: Níveis sanguíneos mínimo, média e máximo do colesterol total de cães com peso ideal, sobrepeso e obesos.

Não houve diferença estatística significativa dos valores colesterêmicos entre os escores corporais ($p=0,18$).

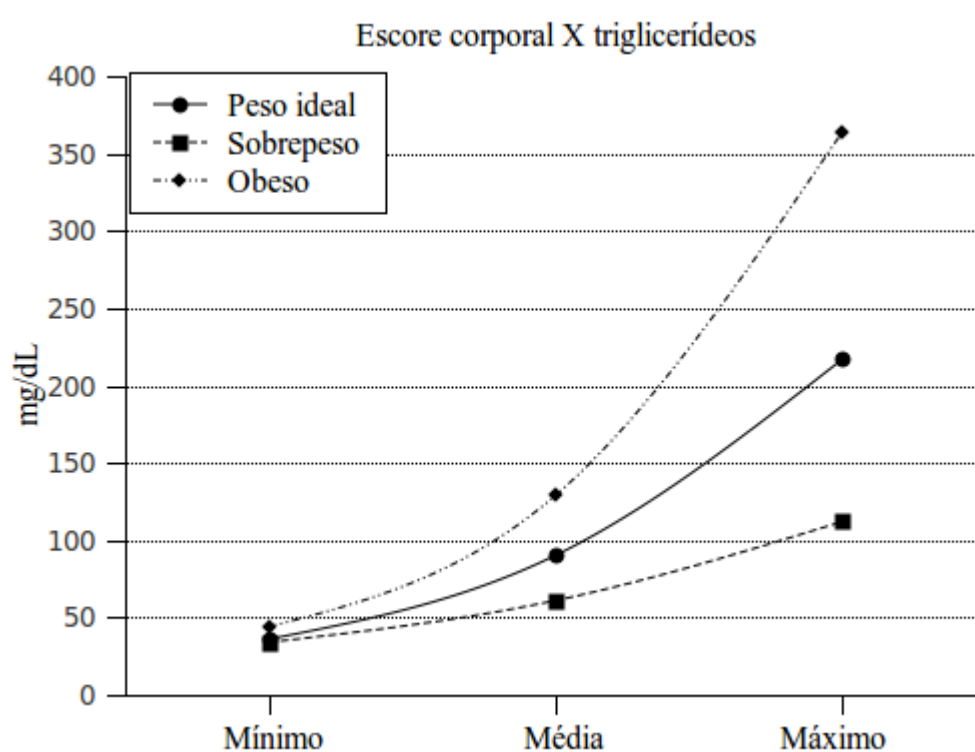


Figura – 3: Níveis sanguíneos mínimo, média e máximo dos triglicerídeos de cães com peso ideal, sobrepeso e obesos.

Letras diferentes demonstram estatística significativa ($p=0,02$).

4 Conclusões

Nas condições utilizadas nos estudos conclui-se que:

- O glicosímetro pode ser utilizado com segurança em cães já que as médias dos valores da glicemia capilar e venosa, aferidas por glicosímetro digital, foram similares aos valores obtidos pelo método laboratorial.
- É possível fazer a análise bioquímica dos valores da glicemia, colesterol total, frações colestereêmicas e triglicerídeos após 3 h de jejum.
- O índice de massa corporal juntamente com os valores das dobras cutâneas e da razão entre as circunferências dos cães são uma forma rápida e eficaz para classificar os cães nos escores corporais de peso ideal, sobrepeso e obeso.
- Cães obesos apresentam níveis de triglicerídeos e fração colestereêmica VLDL mais elevados que em cães com sobrepeso.

Referências

- Aleixo, G.A.; Coelho, M.C.; Tenório, A.P.; Silva, J.A.A.; Guimarães, A.L.N.; Andrade, M.B.; Júnior, C.G.L.; Nascimento, C.R.A. Mensuração da glicemia em cães mediante a utilização do glicosímetro portátil: comparação entre amostras de sangue capilar e venoso. **Medicina Veterinária**, Recife, v.1, n.1, p.9-13, 2007.
- Aleixo, G.A.; Coelho, M.C.; Tenório, A.P.; Guimarães, A.L.N.; Andrade, M.B.; Cavalcante, H.B. Uso do glicosímetro portátil para determinar a concentração de glicose no sangue de cães. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 11, n. 3, p. 537-545, 2010.
- Anjos, L.A. Índice de massa corporal ($\text{massa corporal} \cdot \text{estatura}^{-2}$) como indicador do estado nutricional de adultos: revisão da literatura. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.26, n.6, p.431-436, 1992.
- Bailhache, E.; Nguyen, P.; Krempf, M.; Siliart, B.; Magot, T.; Ouguerram, K. Lipoproteins abnormalities in obese insulin-resistant dogs. **Metabolism: Clinical and Experimental**, n.52, p.559–564, 2003.
- Bauer, J.E. Evaluation and dietary considerations in idiopathic hyperlipidemia in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, n.206, p.1684–1688, 1995.
- Bauer, J.E. Comparative lipid and lipoprotein metabolism. **Veterinary Clinical Pathology**, n.25, p.49–56, 1996.
- Bauer, J.E. Lipoprotein-mediated transport of dietary and synthesized lipids and lipid abnormalities of dogs and cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, n.224, p.668–675, 2004.
- Bluwol, K.; Duarte, R.; Lustoza, M.D.; Simões, D.M.N.; Kogika, M.M. Avaliação de dois sensores portáteis para mensuração da glicemia em cães. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, São Paulo, v.59, n.6, p.1408-1411, 2007.
- Boyd, R.; Leigh, B.; Stuart, P. Capillary versus venous blood glucose estimations. **Emergency Medical Journal**, n.22, p.177-179, 2005.
- Brunetto, M.A.; Nogueira, S.; Sá, F.C. ; Peixoto, M.; Vasconcellos, R.S.; Ferraudo, A.J.; Carciofi, A.C. Correspondência entre obesidade e hiperlipidemia em cães. **Ciência Rural**, v.41, n.2, p.266-271, 2011.
- Burger, I. H.; Blaza, S. El libro Waltham de nutrición de perros e gatos. Manual para veterinários y estudiantes. Zaragoza: Ed. Acribia S. A., 2. ed., p. 38- 45, 1988.
- Burkholder, W.J. Precision and practicality of methods assessing body composition of dogs and cats. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, n.23, p.1–10, 2001.
- Bush, B.M. Nutrientes e Metabólitos. In: _____. **Interpretação de resultados laboratoriais para clínicos de pequenos animais**. São Paulo: Roca, 2004. Cap. 5, p.167-223.

- Chikamune, T.; Katamoto, H.; Ohashi, F.; Shimada, Y. Serum lipid and lipoprotein concentrations in obese dogs. **Journal of Veterinary Medical Science**, n.57, p.595–598, 1995.
- Conterato, E.V.; Vieira, E.L. Composição corporal em universitários utilizando dobras cutâneas e bioimpedância elétrica: um método comparativo. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências Biológicas e da Saúde, Santa Maria, v.2, n.1, p.125-137, 2001.
- Davison, L.J.; Herrtage, M.E.; Catchpole, B. Study of 253 dogs in the United Kingdom with diabetes mellitus. **Veterinary Record**, n.156, p.467–471, 2005.
- Diez, M.; Michaux, C.; Jeusette, I.; Baldwin, P.; Istasse, L.; Biourge, V. Evolution of blood parameters during weight loss in experimental obese Beagle dogs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, n.88, p.166–171, 2004.
- Diez, M.; Nguyen, P. Obesity: epidemiology, pathophysiology and management of the obese dog. In: PIBOT, P. et al. **Encyclopedia of canine clinical nutrition**. Airmargues: Diffo Print, 2006. p.2-57.
- Duquia, R.P.; Dumith, S.C.; Reichert, F.F.; Madruga, S.W.; Duro, L.N.; Menezes, A.N.; Araújo, C.L. Epidemiologia das pregas cutâneas tricipital e subescapular elevadas em adolescentes. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro v.24, n.1, p.113-121, 2008.
- Edney, A.T.B.; Smith, P.M. Study of obesity in dogs visiting veterinary practices in the United Kingdom. **Veterinary Record**, London, n.118, p.391-396, 1986.
- Farias, E.S; Salvador, M.D. Antropometria, composição corporal e atividade física de escolares. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.7, n.1, p.21-29, 2005.
- Fettman, M.J.; Stanton, C.A.; Banks, L.L; Hamar, D.W.; Johnson, D.E.; Hegstad, R.L.; Johnston, S. Effects of neutering on bodyweight, metabolic rate and glucose tolerance of domestic cats. **Research Veterinary Science**, n.62, p.131–6, 1997.
- Ferguson, D.C.; Caffall, Z.; Hoenig, M. Obesity increases free thyroxine proportionally to nonesterified fatty acid concentrations in adult neutered female cats. **Journal of Endocrinology**, v.194, n.2, p.267–73, 2007.
- Ford, R.B. Clinical management of lipemic patients. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, n.18, p.1053–1060, 1996.
- Gayet, C.; Bailhache, E.; Dumon, H.; Martin, L.; Siliart, B.; Nugyen, P. Insulin resistance and changes in plasma concentration of TNF α , IGF1, and NEFA in dogs during weight gain and obesity. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, n.88, p.157–165, 2004.
- German, A.J. The growing problem of obesity in dogs and cats. **The Journal of Nutrition**, n.136(suppl.), p.1940S–6S, 2006.
- German, A.J.; Holden, S.L.; Bissot, T.; Morris, P.J.; Biourge, V. Use of starting condition score to estimate changes in body weight and composition during weight loss in obese dogs. **Research in Veterinary Science**, n.87, p.249–254, 2009.
- Ginsberg, H.N. Lipoprotein physiology. **Endocrinology and Metabolism Clinics of North America**, n.27, p.503–519, 1998.
- Guyton, A.C.; Hall, J.E. Digestion and absorption in the gastrointestinal tract. In: Guyton, A.C., Hall, J.E. (Eds.), **Textbook of Medical Physiology**. WB Saunders, Philadelphia, Pennsylvania, 200, pp. 754–763.
- Harper, E.J. Changing perspectives on aging and energy requirements: aging and energy intakes in humans, dogs and cats. **The Journal of Nutrition**, n.128(Suppl), p.2623S–6S, 1998.

- Hawthorne, A; Butterwick, R.B. Predicting the body composition of cats: development of a zoometric measurement for estimation of percentage body fat in cats [abstract]. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, n.14, p.365, 2000.
- Jeusette, I.C.; Lhoest, E.T.; Istasse, L.P.; Diez, M.O. Influence of obesity on plasma lipid and lipoprotein concentrations in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, n.66, p.81–86, 2005.
- Higgins, M.; Kannel, W.; Garrison, R.; Pinski, J.; Stokes, J. Hazards of obesity-the Framingham experience. **Acta med. scand.** Suppl., n.723, p.23-36, 1988.
- Jeusette, I.; Greco, D.; Aquino, F.; Detilleux, J.; Peterson, M.; Romano, V.; Torre, C. Effect of breed on body composition and comparison between various methods to estimate body composition in dogs. **Research in Veterinary Science**, n.88, p.227–232, 2010.
- Johnson, M.C. Hyperlipidemia disorders in dogs. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, n.27, p.361–364, 2005.
- Júnior, J.W.S.; Borges, F.M.O.; Murgas, L.D.S.; Valério, A.G.; Medeiros, G.C.; Viana, R.; Lima, L.M.S. Digestibilidade de dietas com diferentes fontes de carboidratos e sua influência na glicemia e insulinemia de cães. **Ciências agrotécnicas**, Lavras. v.29, n.2, p.436-443, 2005.
- Kaneko, J.J.; Kawamoto, M.; Heusner, A.A.; Feldman, E.C.; Koizumi, I. Evaluation of serum fructosamine concentration as an index of blood glucose control in cats with diabetes mellitus. **American Journal of Veterinary Research**, v.53, n.10, p.1797-801, 1992.
- Karon, B.S.; Gandhi, G.Y.; Nutall, G.A.; Bryant, S.C.; Schaff, H.V.; McMahon, M.M.; Santrach, P.J. Accuracy of Roche Accu-Chek Inform Whole Blood Capillary, Arterial, and Venous Glucose Values in Patients Receiving Intensive Intravenous Insulin Therapy After Cardiac Surgery. **American Journal of Clinical Pathology**, v.127, n.6, p.919-926, 2007.
- Kronfeld, D.S.; Donoghue, S.; Glickman, L.T. Body condition and energy intakes of dogs in a referral teaching hospital. **The Journal of Nutrition**, v.121, n.11 (Suppl), p.S157–8, 1991.
- Kuruville, A; Frankel, T.L. Heart rate of pet dogs: effects of overweight and exercise. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, n.12(Suppl), p.51, 2003.
- Kyle, U.G.; Bosaeus, I.; De Lorenzo, A.D.; Deurenberg, P.; Elia, M.; Gamez, J.M.; Heitmann, B.L.; Kent-Smith, L.; Melchior, J.C.; Pirlich, M.; Scharfetter, H.; Schols, A.M.; Pichard, C. Composition of the ESPEN working group. Bioelectrical impedance analysis—Part I: Review of principles and methods. **Clinical Nutrition**, n.23, p.1226–1243, 2004.
- Laflamme, D.P.; Kealy, R.D.; Schmidt, D.A. Estimation of body fat by body condition score. **Journal Veterinary Internal Medicine**, n.8, p.154, 1994.
- Laflamme, D.P. Development and validation of a body condition score system for dogs. **Canine Practice**, n.22, p.10-15, 1997.
- Mcardle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desenvolvimento humano. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 1113p.
- Mclaren, O.S. Three limitations of body mass index. **American Journal Clinical Nutrition**, n.46, p.121, 1987.
- Mira, G.S.; Candido, L.M.; Yale, J.F. Performance de glicosímetro utilizado no automonitoramento glicêmico de portadores de diabetes mellitus tipo 1. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**, v.50, n.3, p.541-549, 2006.

- Monteiro, P.O.A.; Victora, C.G.; Barros, F.C.; Tomasi, E. Diagnóstico de sobrepeso em adolescentes: estudo do desempenho de diferentes critérios para o Índice de Massa Corporal. **Revista de Saúde Pública**, v.34, n.5, p.506-513, 2000.
- Montoya, J.A.; Morris, P.J.; Bautista, I.; Juste, M.C.; Suarez, L.; Peña, C.; Hackett, R.M.; Rawlings, J. Hypertension: a risk factor associated with weight status in dogs. **The Journal of Nutrition**, n.136, p.2011S–3S, 2006.
- Muller, D.C.; Schossler, J.E.; Pinheiro, M. Adaptação do índice de massa corporal humano para cães. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p.1038-1043, 2008.
- Munday, H.S.; Booles, D.; Anderson, P.; Poore, D.W.; Earle, K.E. The repeatability of body condition measurements in dogs and cats using dual energy X-ray absorptiometry. **The Journal of Nutrition**, n.124, p.2619S–2621S, 1994.
- Parker, H.G.; Kim, L.V.; Sutter, N.B.; Carlson, S.; Lorentzed, T.D. Genetic structure of the purebred domestic dog. **Science**, n.304, p.1160–1164, 2004.
- Palumbo GR. Efeito da ingestão de amido, fibra e energia na resposta glicêmica pós-prandial e saciedade em cães. Universidade Estadual Paulista, 2009.
- Pica, C.Q.; Menezes, J.R.; Albertazzi, J.A.; Camiña, R.M. Avaliação comparativa de glicosímetros portáteis através de curva glicêmica induzida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA, 3, 2003, Recife, PE. **Anais ...** Recife: Sociedade Brasileira de Metrologia, 2003. p.1-7.
- Qiao, Q.; Pyörälä, K.; Nissinen, A.; Lindström, J.; Tilvis, R.; Tuomilehto, J. Two-hour glucose is a better risk predictor for incident coronary heart disease and cardiovascular mortality than fasting glucose. **European Heart Journal**, n.23, p.1267–1275, 2002.
- Raffan, E.; Holden, S.L.; Cullingham, F.; Hackett, R.M.; Rawlings, J.M.; German, A.J. Standardized positioning is essential for precise determination of body composition using dual-energy X-ray absorptiometry in dogs. **The Journal of Nutrition**, n.136, p.1976S–1978S, 2006.
- Rifai, N.; Bachorik, P.S.; Albers, J.J. Lipids, lipoproteins, and apolipoproteins. In: Burtis, C.A., Ashwood, E.R. (Eds.), **Tietz Textbook of Clinical Chemistry**. WB Saunders, Philadelphia, Pennsylvania, 1999, pp. 809–861.
- Rios, L.; Ward, C. R. Feline diabetes mellitus: pathophysiology and risk factors. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v.30, n.12, p.E1-E7, 2008.
- Speakman, J.R.; Booles, D.; Butterwick, R. Validation of dual energy X-ray absorptiometry (DXA) by comparison with chemical analysis of dogs and cats. **Internal Journal of Obesity Related Metabolism Disorders**, n.25, p.439–447, 2001.
- Stanton, C.A.; Hamar, D.H.; Johnson, D.E.; Fettman, M.J. Bioelectrical impedance and zoometry for body composition analysis in domestic cats. *Am. J. Vet. Res*, n.53, p.251–257, 1992.
- Toll, P.W.; Gross, K.L.; Berryhill, S.A.; Jewel, D.E. Usefulness of Dual Energy X-Ray Absorptiometry for Body Composition Measurement in Adult Dogs. **The Journal of Nutrition**, v.124, n.12Suppl, p. 2601S-2603S, 1994.
- Thorens, B.; Sakhar, H.K.; Kaback, H.R.; Lodish, H.F. Cloning and functional expression in bacteria of a novel glucose transporter present in liver, intestine, kidney, and beta pancreatic cells. **Cell**, n.55, p.281–290, 1988.
- Watson, T.D.G.; Barrie, J. Lipoprotein metabolism and hyperlipemia in the dog and cat – a review. **Journal of Small Animal Practice**, n.34, p.479–487, 1993.

Wilkinson, M.J.; McEwan, N.A. use of Ultrasound in the Measurement of Subcutaneous Fat and Prediction of Total Body Fat in Dogs. **The Journal of Nutrition**, v.121,n.11 Suppl, p.S47-50, 1991.

Winter, W.; Signorino, M.R. Diabetes mellitus: pathophysiology, etiologies, complications, management, and laboratory evaluation: special topics in diagnostic testing. **American Association for Clinical Chemistry**, p.51- 64, 2002.

Apêndice

Apêndice 1 – Mensuração das dobras cutâneas do gradil costal direito (A), peitoral (B) e base da cauda (C)



Apêndice 2 – Mensuração da circunferências torácica (A) e abdominal (B)



Anexo



UFPel

Comissão de Ética em Experimentação Animal

Pelotas, 10 de agosto de 2011

De: Prof. Dr. Orlando Antonio Lucca Filho

Presidente da Comissão de Ética em Experimentação Animal (CEEA)

Para: Professor (a) Márcia de Oliveira Nobre

Faculdade de Veterinária

Senhor(a) Professor(a):

A CEEA analisou o projeto intitulado: "**Escore corporal relacionado com glicemia, metabolismo lipídico e marcadores cardíacos de cães**", processo nº23110.005271/2011-71, sendo de parecer **FAVORÁVEL** a sua execução considerando ser o assunto pertinente e a metodologia compatível com os princípios éticos em experimentação animal e com os objetivos propostos.

Solicitamos, após tomar ciência do parecer, reenviar o processo à CEEA.

Salientamos também a necessidade deste projeto ser cadastrado junto ao Departamento de Pesquisa e Iniciação Científica para posterior registro no COCEPE (código para cadastro nº CEEA 5271).

Sendo o que tínhamos para o momento, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Orlando Antonio Lucca Filho

Presidente da CEEA