**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO ANIMAL**

CLAUDIO GALENO PIANTINO E SILVA

**EFEITOS DE UM PROTOCOLO DE EXERCÍCIO FÍSICO REGULAR SOBRE
A TAXA DE PERDA DE PESO, COMPOSIÇÃO CORPORAL E CAPACIDADE
ANTIOXIDANTE TOTAL DE CÃES OBESOS**

Pirassununga - SP

2018

CLAUDIO GALENO PIANTINO E SILVA

Efeitos de um protocolo de exercício físico regular sobre a taxa de perda de peso, composição corporal e capacidade antioxidante total de cães obesos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de Concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Marcio Antonio Brunetto

Pirassununga - SP

2018

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 3607
FMVZ

Silva, Claudio Galeno Piantino e
Efeitos de um protocolo de exercício físico regular sobre a taxa de perda de peso, composição corporal e capacidade antioxidante total de cães obesos / Claudio Galeno Piantino e Silva. – 2018.
50 f. il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2018.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Marcio Antonio Brunetto.

1. Atividade física. 2. Dieta. 3. Obesidade. 4. Perda de peso. I. Título.

ERRATA

SILVA, C.G.P. **Efeitos de um protocolo de exercício físico regular sobre a taxa de perda de peso, composição corporal e capacidade antioxidante total de cães obesos.** 2018. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-graduação Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

Página	Onde se lê	Leia-se
Resumo	SILVA, C.G.P. Efeitos de um protocolo de exercício físico regular sobre taxa de perda de peso, composição corporal e capacidade antioxidante total em cães obesos. 2017. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.	SILVA, C.G.P. Efeitos de um protocolo de exercício físico regular sobre a taxa de perda de peso, composição corporal e capacidade antioxidante total de cães obesos. 2018. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.
Abstract	SILVA, C.G.P. Effects of a regular physical exercise protocol on weight loss rate, body composition and total antioxidant capacity in obese dogs. [Efeitos de um protocolo de exercício físico regular sobre taxa de perda de peso, composição corporal e capacidade antioxidante total em cães obesos] . 2017. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.	SILVA, C.G.P. Effects of a regular physical exercise protocol on weight loss rate, body composition and total antioxidant capacity in obese dogs. [Efeitos de um protocolo de exercício físico regular sobre a taxa de perda de peso, composição corporal e capacidade antioxidante total de cães obesos] . 2018. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.
Folha de avaliação	Efeitos de um protocolo de exercício físico regular sobre taxa de perda de peso, composição corporal e capacidade antioxidante total em cães obesos.	Efeitos de um protocolo de exercício físico regular sobre a taxa de perda de peso, composição corporal e capacidade antioxidante total de cães obesos.

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "**Efeitos de um protocolo de atividade física regular nas taxa de perda de peso, composição corporal e capacidade antioxidante total de cães obesos**", protocolada sob o CEUA nº 5359160216, sob a responsabilidade de **Marcio Antônio Brunetto e equipe; Claudio Galeno Piantino** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 15/08/2016.

We certify that the proposal "**Effects of a regular physical activity protocol on weight loss rates, body composition and total antioxidant capacity of obese dogs**", utilizing 10 Dogs (males and females), protocol number CEUA 5359160216, under the responsibility of **Márcio Antônio Brunetto and team; Claudio Galeno Piantino** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 08/15/2016.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa**

Vigência da Proposta: de **04/2016 a 12/2016**

Área: **Clínica Médica Veterinária**

Origem: **HOVET/FMVZ/USP**

Espécie: **Cães**

sexo: **Machos e Fêmeas**

idade: **1 a 12 anos**

N: **10**

Linhagem: **varias raças**

Peso: **2 a 80 kg**

Resumo: A obesidade é considerada a afecção nutricional e metabólica mais comum nas sociedades desenvolvidas. Recentes descobertas sobre as propriedades metabólicas do tecido adiposo e sobre sua capacidade em produzir hormônios atuantes em processos fisiológicos e fisiopatológicos estão revolucionando conceitos sobre a biologia do adipócito. Os aumentos dos depósitos corporais de gordura estão relacionados com profundas alterações de algumas funções fisiológicas, entre elas o controle da ingestão alimentar, homeostase energética, metabolismo lipídico, sensibilidade à insulina, angiogênese, proteção vascular e coagulação sanguínea. Serão selecionados 10 cães obesos livres de afecções concomitantes e com escore de condição corporal entre 8 e 9. O grau de obesidade dos cães também será avaliado através da determinação da quantidade de gordura corporal pelo método de diluição de isótopos de deutério. Serão considerados obesos e, portanto incluídos no estudo, cães com porcentagem de gordura corporal superior a 30%. Para a avaliação do metabolismo lipídico e lipoproteico, amostras de 5,0mL de sangue serão coletadas dos cães em jejum alimentar prévio de 12 horas, por punção da veia jugular. As amostras serão depositadas em tubos de vidro para a obtenção do soro. Nas alíquotas de soro serão analisadas as concentrações de colesterol total e triglicérides, através de kits comerciais e seguindo-se as metodologias recomendadas pelos fabricantes dos mesmos. A leitura e obtenção dos resultados serão realizadas em analisador semiautomático. Todas as análises serão efetuadas em triplicata e realizadas no momento T0 (obesos) e T20 (após a perda de 20% do peso corporal inicial). Todos os resultados obtidos serão analisados através do programa computacional Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., 2004), sendo previamente verificada a normalidade dos resíduos pelo teste de SHAPIRO-WILK (PROC UNIVARIATE) e as variâncias comparadas pelo teste de HARTLEY. As variáveis que não atenderem as premissas de normalidade serão analisadas por testes não paramétricos.

Local do experimento: Hovet/FMVZ/USP Seus domicílios

São Paulo, 15 de janeiro de 2018

Profa. Dra. Anneliese de Souza Traldi
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Roseli da Costa Gomes
Secretária Executiva
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: SILVA, Cláudio Galeno Piantino

Título: Efeitos de um protocolo de exercício físico regular sobre taxa de perda de peso, composição corporal e capacidade antioxidante total em cães obesos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

“ Dedico esse trabalho a Deus, aos meus substanciais e inabaláveis pilares: meu filho, minha noiva e meus pais, pelo amor e apoio incondicionais; e também aos meus avós, sempre presentes, nesse ou em outro plano, pelos exemplos incontestáveis de retidão, altruísmo e tenacidade ”

Agradeco

Em primeiro lugar e sempre, a Deus, por simplesmente tudo. Sem Ele eu nada seria.

Àquelas pelas quais dou minha vida: meus amores Enzo, Flávia, Galeno e Priscila.

Ao meu irmão de sangue Thales, sempre presente e pronto a dar centrados e irrefutáveis conselhos, minha cunhada Marcela, pela constante alegria e otimismo, e minha sobrinha Lavínia, pequena pedrinha bruta que está sendo lapidada com esmero, já mostrando brilho, joia que é.

Ao meu avô Geraldo, pela fibra, pela alegria de viver, pelo caráter e pelo riso fácil e contagiante.

Às minhas quatro (!) mães. “De sangue” ou não, cada qual com o seu jeito de amar, sei que todas me protegem e querem bem. Palavras são incapazes de expressar meus sentimentos por vocês Priscila, Nenê, Simi e Lu, logo deixo aqui o meu singelo muito obrigado, especialmente à Priscila, minha mãe de sangue, que optou por ficar recentemente e nos brindar mais com sua presença nesse plano.

Ao meu sogro, Sr. Valdecí, cunhada, Fernanda, e demais familiares de Serra Azul, por terem me recebido como um filho em seu lar, sua terra natal, meu refúgio aos finais de semana.

Aos meus irmãos por afinidade, Tairone, Júlio, David, Márcio, Caio, Sérgio, Sandro, McDouglas, Egídio, “Thiagos” Fael e Felipão; companheiros, conselheiros, cúmplices, pessoas especiais com as quais sei que posso contar sempre e que, mesmo que eu me ausente, o reencontro parecerá como se estivéssemos juntos no dia anterior.

Aos meus tios e primos. São muitos, graças a Deus, mas cito alguns que o todo representam. Obrigado Vera, Fernanda, Neide, Luíza, Elías, Lucio, Bebeto, Marilda, “Pedros”, “Caíos”, enfim, habitam todos o meu coração.

À Coordenação de Pós-Graduação da FMVZ/USP, nas pessoas do coordenador Prof. Dr. Alexandre Augusto de Oliveira Gobesso e do secretário, o Sr. João Paulo de Oliveira Barros.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa concedida.

Ao meu mentor, Prof. Márcio, a quem tenho a felicidade de poder chamar não somente de orientador, mas de amigo, de irmão. MUITÍSSIMO obrigado pela oportunidade, pela confiança, pelo aprendizado, pelos inúmeros conselhos calcados em profundos conhecimentos e enorme sabedoria, sempre paciente.

Ao Prof. Dr. Júlio César de Carvalho Balieiro pelo apoio no desenvolvimento da parte estatística do projeto, bem como pela participação como membro da banca de qualificação do mesmo.

Também pela participação como membro da banca de defesa desse projeto, e especialmente pelo apoio e simpatia de sempre, agradeço à Profa. Dra. Catarina Abdalla Gomide.

Aos meus colegas de profissão, de pós, sempre prontos a ajudar e aconselhar, com presteza e bom humor inenarráveis, “Thiagos” Vendramini e Bernardino, Felipão, Rafael e Gustavo.

Aos amigos e amigas queridos dessa imensa faculdade que contribuíram e me apoiaram nessa jornada. Obrigado Renata, D. Lúcia, Ana, Zeca, Fábía, Alessandra, Luciano, Cecília e tantos outros que poderiam estar nessa lista, mas que estão bem representados pelos citados. Meu carinho eterno a vocês!

Aos meus colegas pós-graduandos do VNP e demais departamentos. São muitos, graças a Deus...

A todos os professores, pessoas e animais que contribuíram para formação do meu conhecimento e amadurecimento, como profissional e como pessoa, nas escolas da vida, desde o meu nascimento até hoje, afinal a vida é um constante aprendizado, uma constante evolução.

RESUMO

SILVA, C. G. P. **Efeitos de um protocolo de exercício físico regular sobre taxa de perda de peso, composição corporal e capacidade antioxidante total em cães obesos** [Effects of a regular physical exercise protocol on weight loss rate, body composition and total antioxidant capacity in obese dogs]. 2017. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

A obesidade é a afecção nutricional e metabólica mais comum nas sociedades desenvolvidas. O aumento dos depósitos corporais de gordura estão relacionados à alterações de funções fisiológicas e distúrbios que levam a queda na qualidade e expectativa de vida dos cães. A atividade física é de suma importância, uma vez que aumenta o gasto energético e pode auxiliar na prevenção da perda de massa magra durante o regime. Esse estudo avaliou a efetividade da prática de exercícios físicos regulares na taxa de perda de peso, composição corporal, potencial antioxidante, glicemia e insulinemia de cães obesos em restrição energética. Vinte cães obesos, de ambos os sexos e com índice de gordura corporal mínimo de 50 (Hill's, 2013), participaram desse estudo e foram divididos em 2 grupos de 10 animais cada, G1 e G2. Todos os cães foram colocados em um mesmo protocolo de regime alimentar para perda de 20% do seu peso inicial. Ao G1 não foi recomendada a associação com exercícios, diferente do G2, cujo protocolo estabelecia atividade física em hidroesteira, três vezes por semana, durante 30 minutos. No início e no final do estudo foram analisados contagem total sanguínea, bioquímica, triglicérides, colesterol, funções renal e hepática, concentrações plasmáticas de glicose e insulina, avaliação da resistência insulínica através do índice HOMA e capacidade antioxidante total. O G2 apresentou maior porcentagem de massa muscular ao término do estudo em comparação ao G1 ($p < 0,05$), no entanto, não houve diferença na taxa de perda de peso semanal entre os grupos ($p > 0,05$). A prática de atividade física resultou em melhora da sensibilidade insulínica verificada pela redução do índice HOMA ($p < 0,05$). Não foram observadas diferenças nas demais variáveis avaliadas. Concluiu-se que a associação da restrição energética com a prática de atividade física regular resultou em melhores benefícios para a saúde dos cães.

Palavras-chave: Atividade física. Dieta. Obesidade. Perda de Peso.

ABSTRACT

SILVA, C. G. P. **Effects of a regular physical exercise protocol on weight loss rate, body composition and total antioxidant capacity in obese dogs** [Efeitos de um protocolo de exercício físico regular sobre taxa de perda de peso, composição corporal e capacidade antioxidante total em cães obesos]. 2017. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

Obesity is the most common nutritional and metabolic disorder in developed societies. Increases in body fat deposits are related to changes in physiological functions and disorders that lead to dog's quality and expectancy of life falls. Physical activities are of utmost importance as they increase energy expenditure and help in preventing lean mass losses during the diet. This study evaluated the effectiveness of regular exercise in the weight loss rate, body composition, antioxidant potential, glycemia and insulinemia in obese dogs. Twenty obese dogs of both sexes and with a body score of 50 or 60 according to the Hill's® Body Fat Index, participated in this study and were divided into 2 groups of 10 animals each, named G1 and G2. All dogs were allocated in the same diet protocol for loss of 20% of their initial body weight. using the same diet. All of them used the same diet, and Hill's r/d was the elected one. A weight loss protocol with physical activity was not imposed to G1 group, in contrast to the established protocol for G2 group that established physical activity in a water treadmill. At the beginning and at the end of the study, total blood counts, biochemistry, triglycerides, cholesterol, renal and hepatic function, plasma glucose and insulin concentrations, and HOMA index and total antioxidant capacity were evaluated. G2 presented a higher percentage of muscle mass at the end of the study compared to G1 ($p < 0.05$); however, there was no difference in the weekly weight loss rate between groups ($p > 0.05$). The practice of physical activity resulted in an improvement in the insulin sensitivity of the HOMA index ($p < 0.05$). No differences were observed in the other variables evaluated. It was concluded that the association of energy restriction with the practice of regular physical activity resulted in better health benefits for dogs.

Keywords: Physical Activity. Diet. Obesity. Weight Loss.

LISTA DE ABREVIATURAS

AACG	Área abaixo da curva de glicose
AACI	Área abaixo da curva de insulina
AACIG	Área abaixo da curva do incremento de glicose
AACIIns	Área abaixo da curva do incremento de insulina
ACC	Área abaixo da curva
AAFCO	<i>Association of American Feed Control Officials</i>
AGCC	Ácido graxo de cadeia curta
AgRP	Proteína relacionada agout
ALT	Alanina aminotransferase
AOAC	<i>Association of Analytical Communities</i>
ECC	Escore de condição corporal
EEHA	Extrato etéreo em hidrólise ácida
ENN	Extrativos não-nitrogenados

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - METABOLISMO DAS GORDURAS.	21
FIGURA 2 - ÍNDICE DE GORDURA CORPORAL (HILLS, 2013).	32
FIGURA 3 - HIDROESTEIRA EMPREGADA NA ATIVIDADE FÍSICA.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Concentrações de glicose sanguínea (média $\pm$ erro padrão) mensuradas durante o programa de emagrecimento dos dois grupos experimentais (G1 e G2).....37

Tabela 2 - Valores (média $\pm$ erro padrão) de glicemia basal, insulina basal, glicemia mínima, glicemia máxima, glicemia média e diferença entre a glicemia máxima e mínima dos grupos G1 e G2.....38

Tabela 3 - Valores medianos (mínimo-máximo) de K, T1/2, $\Delta I/\Delta G$, PRI e PIT observados nos dois grupos experimentais.....39

Tabela 4 - Concentração sanguínea (média $\pm$ erro padrão) de ALT, FA, creatinina, ureia, colesterol, triglicerídeos e glicose dos grupos experimentais.....40

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - BENEFÍCIOS E RISCOS IMPLICADOS À ATIVIDADE FÍSICA.	29
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
2. JUSTIFICATIVA	19
3. HIPÓTESE.....	20
4. OBJETIVO	20
5. REVISÃO DE LITERATURA.....	20
5.1. METABOLISMO DAS GORDURAS.....	20
5.2. OBESIDADE.....	21
5.3 O PAPEL DOS TUTORES NA MANUTENÇÃO DA OBESIDADE	24
5.4 FERRAMENTAS PARA PERDA DE PESO EM CÃES	26
5.4.1. Dieta.....	26
5.4.2. Atividade física	27
6. MATERIAL E MÉTODOS	31
6.1. LOCAIS E SELEÇÃO DOS ANIMAIS	31
6.2 ANÁLISES INICIAIS	33
6.3 ETAPA DE EMAGRECIMENTO.....	34
6.3.1. Dieta.....	34
6.3.2. Atividade física	34
6.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	35
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
8. CONCLUSÕES	47
9. REFERÊNCIAS	48

1. INTRODUÇÃO

A obesidade é definida como uma condição mórbida caracterizada pelo excesso de depósitos de gorduras. É causa de mudanças em várias funções corporais e diminui a qualidade de vida e longevidade dos animais acometidos (ROBERTSON, 2003; MCGREEVY et al., 2005; LUND et al., 2006).

Antes considerado fisiologicamente inerte, o tecido adiposo é hoje tratado como órgão ativo, produtor de hormônios como a leptina e a resistina, e numerosas citocinas (GERMAN et al., 2009). O quadro de baixo estado inflamatório persistente secundário à obesidade tem papel chave em problemas crônicos como resistência insulínica, alterações no perfil lipídico circulante, desordens ortopédicas, cardiorrespiratórias, urinárias e reprodutivas, além de outros (SOWERS et al., 2002; MARSHAL et al., 2010). Os tutores contribuem significativamente para o ganho de peso dos seus pets, pois falham no cálculo da quantidade de energia requerida, oferecem petiscos sem o conhecimento prévio do valor calórico que possuem, e têm dificuldade em reconhecer a condição corporal em que os mesmos se encontram. Além disso, pecam por não providenciarem quantidade suficiente de atividade física (MARKWELL; BUTTERWICK, 1994).

O diagnóstico da obesidade em cães é o primeiro passo para se dar início ao tratamento. É necessário identificar e quantificar esse distúrbio para que se proponha soluções. Em seres humanos, já está bem estabelecida a utilização do índice de massa corpórea, onde o peso e altura são correlacionados e é criado um índice que, dependendo do valor obtido, clasificará o indivíduo em determinada categoria de peso (TOWELL, 2011).

As consequências observadas em animais que apresentam sobrepeso são semelhantes às encontradas nos seres humanos, que são alterações decorrentes da

sobrecarga do miocárdio, desordens respiratórias, osteomusculares e articulares, entre outras. Em cães, também foi observada redução na expectativa de vida, alterações articulares e menor tolerância à glicose (TOWELL, 2011).

O grande desafio no tratamento da obesidade é motivar os tutores a seguir um programa adequado de restrição calórica e atividades físicas. A maioria desiste da dieta por causa das dificuldades encontradas durante o tratamento, tais como perda de peso inadequada, dificuldade na prática de exercícios físicos ou diminuição ou mesmo extinção do hábito de se oferecer petiscos (BURKHOLDER; TOLL 2000).

2. JUSTIFICATIVA

O estudo do metabolismo dos adipócitos e da efetividade da prática de exercícios regulares na taxa de perda de peso, composição corporal, potencial antioxidante, glicemia e insulinemia em cães obesos é de grande importância, posto que o aumento dos depósitos corporais de gordura provoca profundas alterações em algumas funções fisiológicas e, conseqüentemente, afetam a qualidade de vida e longevidade dos animais, sendo a prática de exercícios fator sinérgico para retirar o animal do quadro de obesidade, com devolução e incremento de qualidade e expectativa de vida.

Atividades físicas exercem papel chave em protocolos para perda de peso, uma vez que aceleram a perda da gordura devido ao aumento do gasto energético. Além disso, ajudam na prevenção da perda, podendo inclusive levar ao aumento da massa magra. Entretanto, há ainda pouca informação a respeito do seu efeito em diferentes parâmetros de cães obesos em regime de perda de peso.

3. HIPÓTESE

Cães que praticam exercício físico controlado apresentam melhor efetividade na taxa de perda de peso corporal, com mudanças na composição corporal, potencial antioxidante, glicemia e insulinemia.

4. OBJETIVO

Avaliar a efetividade da prática de exercícios regulares na taxa de perda de peso, através da avaliação da composição corporal, potencial antioxidante, glicemia e insulinemia em cães obesos submetidos a protocolos de perda de peso com atividade física controlada e atividade física aleatória.

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1. METABOLISMO DAS GORDURAS

Os lipídeos são o nutriente dietético com a maior densidade energética. Além de atuarem como importante fonte de energia, essa classe de alimentos exerce muitos outros papéis de relevância no organismo, alguns ainda não totalmente elucidados.

Duas são as vias que regem o metabolismo das gorduras: a exógena, ligada aos lipídeos provenientes exclusivamente da dieta; e a endógena, que se relaciona aos lipídeos produzidos pelo próprio organismo (XENOLIUS; STEINER, 2010). As gorduras ingeridas através da dieta dão início à fase exógena desse metabolismo, que se caracteriza pela ação de substâncias e enzimas específicas liberadas pelo organismo, as quais promoverão a digestão dos lipídeos dietéticos. A fase endógena do metabolismo

das gorduras ocorre no fígado, e é caracterizada principalmente pela produção de lipoproteínas de baixa e de alta densidade, estruturas de papel relevante no organismo (XENOLIUS; STEINER, 2010).

Figura 1 - Metabolismo das gorduras.

5.2. OBESIDADE

A obesidade é a afecção nutricional e metabólica mais frequente na população canina mundial, especialmente nas sociedades desenvolvidas. Dados mundiais revelam entre 20 a 40% de prevalência dessa doença. De acordo com Gossellin *et al.* (2007), somente nos Estados Unidos estima-se que em torno de 53% dos cães encontram-se acometidos pela mesma (APPA, 2012). Com prevalências não tão altas como a dos Estados Unidos, mas também consideradas alarmantes, há a Austrália, com 23 a 41% (MCGREEVY *et al.*, 2005) de prevalência, a China, com 44,4% (MAO *et al.*, 2013), e o continente europeu, com 24 a 44% dos cães avaliados acima do peso (HAND *et al.*, 1989; CRANE, 1991). O Brasil também figura nessa lista através de um estudo

realizado por Jericó e Scheffer (2002), onde foi constatada prevalência de 16,5% de obesidade em um grupo de cães da cidade de São Paulo.

A obesidade é uma condição mórbida caracterizada pelo excesso de depósitos de gorduras, que causa sérias mudanças em várias funções corporais, diminuindo a qualidade de vida e a longevidade dos animais acometidos (EDNEY; SMITH, 1986; ROBERTSON, 2003; MCGREEVY et al., 2005; COLLIARD et al., 2006; LUND et al., 2006; ZORAN, 2010). Manifesta-se quando há o acúmulo excessivo de gordura corpórea devido ao desequilíbrio energético caracterizado pela não utilização pelo animal de toda a energia que a alimentação lhe disponibiliza (LAFLAMME, 2006), dando origem a um estado de inflamação crônica de intensidade baixa. Estima-se que o percentual de aumento de tecido adiposo entre 15 e 20% acima do considerado ideal já permite classificar os cães na condição de sobrepeso (BURKHOLDER; TOLL, 2000), e o percentual maior que 30% já os coloca na condição de obesos (GERMAN, 2006; SWITONSKI; MANKOWSKA, 2013).

Fatores intrínsecos ao animal, como raça, sexo e idade, e também extrínsecos, como atividade física, manejo alimentar e densidade da dieta, entre outros, podem ser desencadeadores da obesidade em cães (ZORAN, 2010). De relevância também pode-se citar a castração como fator predisponente (MCGREEVY et al., 2005), bem como alterações no controle da saciedade. Tal como ocorre em humanos, a obesidade aumenta nos cães o fator de risco de ocorrência de distúrbios como endocrinopatias, doenças dos sistemas cardiorrespiratório, urogenital, ortopédicas (ruptura do ligamento cruzado e discopatias), neoplasias, dermatopatias (seborreias e piodermites) e queda da resposta imunológica (GERMAN, 2006; LAFLAMME, 2006). Ela é também associada a quadros de hiperlipidemia e hipercolesterolemia (BRUNETTO et al., 2011a), ao aumento da incidência de alterações que podem ocorrer na homeostase da glicose e ao

desenvolvimento de resistência à ação da insulina, condição amenizada, ou até mesmo revertida, com a redução do peso corporal do animal (BRUNETTO et al., 2011b).

Avanços tecnológicos permitiram o mapeamento genético do cão e criaram novas ferramentas para o estudo de eventos moleculares que ocorrem em células e tecidos específicos. Assim sendo, a genética abriu novas portas para o entendimento da biologia do adipócito e seu papel na obesidade (SWANSON et al., 2009). Tem-se então que o tecido adiposo, outrora considerado fisiologicamente inerte, é hoje tratado como um órgão ativo capaz de exercer papel primordial no metabolismo energético, através da produção de hormônios como a leptina e a resistina, além de numerosas adipocinas (SIKARIS, 2004; GERMAN et al., 2009).

As adipocinas ou adipocitocinas (do grego *adipo*, gordura; *cytos*, célula; e *kinos*, movimento) são citocinas, proteínas sinalizadoras celulares, que são secretadas pelo tecido adiposo. Podem interferir em vários processos fisiológicos, entre eles, o controle da ingestão alimentar, homeostase energética, metabolismo lipídico, sensibilidade à insulina, angiogênese, proteção vascular e coagulação sanguínea. A desregulação da produção de adipocinas acarreta maior deposição de gordura, que conseqüentemente leva às desordens metabólicas relacionadas à obesidade (SIKARIS, 2004). Dentre as adipocinas que o tecido adiposo produz merece destaque a leptina que, além de modular a glicemia e o metabolismo das gorduras, está intimamente relacionada ao controle de ingestão de alimento e incremento do gasto energético (SIKARIS, 2004). A concentração de leptina aumenta em razão diretamente proporcional ao aumento do depósito de gordura corporal, o que causa aumento do tamanho dos adipócitos e conseqüentemente, aumento de peso do animal. Por outro lado, sua concentração decresce quando o animal perde peso (JEUSETTE et al., 2005a).

De significativo interesse também, pode-se citar a produção de citocinas inflamatórias pelo tecido adiposo. Destaque para os TNF- α , IL-1b e IL-6 e proteína C reativa (COPPACK, 2001). Concentrações séricas e no tecido adiposo aumentadas de TNF- α e IL-6 foram associadas à obesidade em cães e gatos (BLANCHARD et al., 2004; GERMAN et al., 2009). O acúmulo de gordura leva à persistência de baixo grau inflamatório secundário crônico, que predispõe a algumas doenças como as cardiovasculares, as osteoartrites (COPPACK, 2001). Além do já mencionado, a obesidade pode estar associada com o aumento do estresse oxidativo, que induz o surgimento de outras doenças relacionadas à própria obesidade (URAKAWA et al., 2003), e relacionada ao aumento das concentrações de triglicérides e colesterol, metabólitos oriundos da digestão das gorduras dietéticas que são carregados no sangue pelas lipoproteínas (JEUSETTE et al., 2005b).

5.3 O PAPEL DOS TUTORES NA MANUTENÇÃO DA OBESIDADE

O perfil da sociedade contemporânea intensificou sobremaneira a busca de animais de companhia pelos seres humanos. Mais de 63,2% dos lares norte-americanos possui pelo menos um cão ou gato, sendo que o total destes animais domiciliados nos Estados Unidos gira em torno dos 150 milhões (APPA, 2012). A realidade brasileira é não menos modesta e apresenta o expressivo número de 101,1 milhões de animais de estimação, nos colocando como a quarta nação do mundo em população de animais de companhia e a segunda em número de cães e gatos domésticos (IBGE, 2013). Por isso, é fato que os animais de companhia assumiram um papel de fundamental importância na sociedade mundial, estabelecendo fortes vínculos com seus tutores e passando, em muitos casos, a ser tratados como membros das próprias famílias, ao invés de apenas

fiéis companheiros. Em alguns casos, esses vínculos acabam por ultrapassar os limites considerados ideais para que essa relação seja saudável. Assim sendo, se a forte ligação homem-animal atribuiu uma maior relevância aos cuidados com a saúde e longevidade dos animais (DENG; SWANSON, 2015), que é um efeito benéfico do aumento da quantidade de animais de companhia e do papel de relevante importância que exercem para seus tutores; por outro, esse aumento e importância provocaram, em muitos casos, o indesejável efeito da humanização desses animais. O termo humanização, ou antropomorfismo, é controverso e amplo, sendo descrito e tratado de formas distintas por autores diversos. Porém, de forma resumida, o antropomorfismo se caracteriza por espelhar nos animais de estimação não somente aspectos positivos da espécie humana, mas também alguns aspectos negativos, fazendo com que problemas antes mais evidentes ou exclusivos apenas no homem, se refletissem nos animais (SERPELL, 2013). Um dos maiores exemplos é a doença chamada obesidade.

Os tutores contribuem significativamente para o ganho de peso dos seus animais de companhia, pois na maioria das vezes não têm noção de cálculos da quantidade de energia requerida pelos mesmos, tampouco têm facilidade em reconhecer a condição corporal em que se encontram. Além disso, oferecem petiscos sem o conhecimento prévio do valor calórico que possuem; permitem comportamento de ansiedade ante o alimento e também falham em providenciar quantidade suficiente de atividade física capaz de compensar a alta ingestão calórica (MARKWELL; BUTTERWICK, 1994). O grande desafio no tratamento da obesidade é motivar os tutores a seguirem um programa adequado de restrição calórica e atividades físicas. A maioria das pessoas desiste da dieta devido às dificuldades encontradas durante o tratamento, tais como perda de peso inadequada, dificuldade em praticar exercícios físicos ou diminuir a quantidade de petiscos oferecidos (BURKHOLDER; TOLL, 2000).

5.4 FERRAMENTAS PARA PERDA DE PESO EM CÃES

5.4.1. Dieta

É importante que se defina corretamente a dieta a ser empregada na elaboração de um protocolo de perda de peso sob pena de não se conseguir atingir os objetivos almejados, mesmo seguindo à risca as metas traçadas. Fatores ligados ao alimento, bem como ao animal, tais como porte, idade, sexo e condição sexual, entre outros, deverão ser levados em conta na escolha da dieta ideal. As rações comerciais existentes no comércio apresentam uma infinidade de opções, contemplando os cães não somente pelo seu porte ou idade, mas até mesmo pela sua raça, em alguns casos específicos. Com relação a rações específicas hipocalóricas para perda e manutenção de peso corporal, as denominadas coadjuvantes e “lights”, elas também se fazem presentes, com grande variedade de marca e fácil disponibilidade.

Tão importante quanto a definição da dieta adequada à perda de peso é o manejo alimentar que será adotado no protocolo de emagrecimento. Definida a quantidade diária total do alimento que será fornecida ao animal, algumas técnicas, muitas vezes simples, em muito colaboram para auxiliar no programa de perda de peso. O fracionamento dessa quantidade diária em porções a serem oferecidas ao longo do dia é uma dessas técnicas, pois contribui para a manutenção do incremento calórico, que é definido como o gasto energético empregado pelo organismo para que o processo digestório possa acontecer. Assim sendo, devido ao gasto requerido pelo incremento calórico, o fracionamento do alimento total diário em porções a serem oferecidas ao longo do dia ao animal é uma manobra interessante de auxílio ao programa de perda de peso. Além disso, o fracionamento também garante ao animal períodos de saciedade mais longos, pois seu aparelho digestório estará sempre ativo, com diminuição da

ansiedade, algo comum de acontecer em protocolos onde o animal atravessa intervalos maiores sem receber alimentos.

Outro cuidado que auxilia indiretamente para que sejam atingidas mais rapidamente as metas estabelecidas em um protocolo de perda de peso é a observação de fatores comportamentais da espécie. Sabe-se que cães são animais gregários e, quando na presença ou convívio com outros cães demonstram “comportamento de matilha”, com comportamentos de dominância e submissão. Assim sendo, são comuns cenas de voracidade e competição quando na presença do alimento, nos casos em que há a presença de mais de um cão. Oferecer o alimento aos animais em ambiente calmo, isolados uns dos outros, se possível, tende a anular tal comportamento, pois reduz a ansiedade e excitação, além de permitir maior controle sobre a quantidade individual ingerida por cada cão.

5.4.2. Atividade física

A atividade física controlada pode apresentar diversas funções. Dentre elas, destaca-se a perda de peso corporal, que será discutida. Porém, para que se atinja as metas ao longo de todo o processo e, conseqüentemente, o sucesso, sempre deverá ocorrer o comprometimento dos tutores aliado a um programa muito bem definido, com objetivos muito claros da atividade a ser desenvolvida (TOWELL, 2011).

O catabolismo libera energia mediante oxidação de substratos, como por exemplo, a gordura. O processo é oxidativo porque ocorre com a participação do oxigênio, que recebe os elétrons retirados do substrato. Porém, a liberação de energia proveniente desse metabolismo aeróbio pode liberar substâncias intermediárias, como os radicais hidroxil ($\text{OH}^\bullet$) e superóxido ($\text{O}_2^{\bullet -}$), e o peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Essas substâncias, denominadas Espécies Reativas de O_2 (ERO), são nocivas para as células e

podem causar nas mesmas, efeitos deletérios, levando-as à perda de função ou até mesmo morte (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1999). Os EROs produzidos nos processos oxidativos são degradados por mecanismos antioxidantes químicos e enzimáticos de defesa do organismo, porém quando essa produção tóxica supera sua degradação tem-se o denominado estresse oxidativo (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1999). Davies et al. (1982), demonstraram que a atividade física em demasia provoca o aumento de radicais livres no organismo, porém, quando realizado de forma moderada, a atividade física causa redução dos níveis plasmáticos basais de $\text{OH}^\cdot$.

Estudos demonstraram que a atividade física e o aumento da gordura corporal se correlacionam e, tal como ocorre em humanos, a obesidade é associada a níveis de atividade física baixos (MORRISON et al., 2013). Robertson (2003) demonstrou que o risco de desenvolvimento da obesidade diminui à medida que se aumenta a atividade física, sendo este um ótimo método para controle do peso corporal em cães.

Independentemente do nível da atividade física, é importante ressaltar que há sempre riscos, mesmo que baixos, e o aparecimento de lesões físicas, musculares e articulares, deve ser levado em consideração. É essencial que haja um tutorial para evitar possíveis acidentes (atropelamento, afogamento, entre outros) no momento da prática (TOWELL, 2011), além de se ter em mente que a intensidade dos exercícios deverá evoluir de forma progressiva. No início do processo, deverão ser empregadas atividades mais leves, que terão seus níveis aumentados de acordo com a tolerância do animal (BURNS, 2006). Também deverão ser levados em consideração fatores intrínsecos do paciente, como raça, idade, sexo, condição sexual, estado físico; e extrínsecos ao mesmo, como local, condições climáticas, entre outras (TOWELL, 2011). Existem raças que são mais adaptadas ou possuem preferências por determinadas

atividades. É importante que tais preferências sejam levadas em consideração no momento da recomendação médico veterinária.

Para animais que apresentem algum comprometimento articular, a caminhada pode ser uma alternativa, visto que há baixo impacto das articulações (MOORE, 2004). A natação é uma alternativa ainda mais interessante, pois exige gasto energético consideravelmente maior do que a simples atividade de caminhar, podendo inclusive despendar tempos menores de atividade para se atingir um determinado fim (BURKHOLDER; TOLL, 2000). No quadro abaixo seguem listados exemplos de atividades que podem ser empregadas na elaboração de programas de exercícios para cães, com destaque para os benefícios e riscos de cada uma delas.

Quadro 1 - Benefícios e riscos implicados à atividade física.

Atividade	Benefícios	Riscos
Caminhar	Fortalece membros e abdômen	Baixo
Jogar bolinha	Gasto alto de energia	Elevado risco de lesão
Levantar peso	Uso de todas as extremidades	Moderado risco de lesão
Corrida	Uso de todas as extremidades	Moderado risco de lesão
Caminhar em esteira submersa	Baixíssima carga articular. Uso de todas as extremidades. Alongamento	Poucos Afogamento (supervisão)
Natação	Sem carga articular. Aumenta tonicidade cardiovascular. Rápido emagrecimento.	Poucos Afogamento (supervisão)

Ainda com relação à elaboração de programas de atividades físicas para cães, outro fator que deve ser levado em conta é a socialização, visto que os cães são animais sociais, que não lidam bem com isolamento (HEAT; WILSON, 2014). Tendo atenção ao *status* sanitário e com a supervisão do tutor, esta socialização e atividade física em conjunto com outro cão pode aumentar a demanda energética do animal (TOWELL, 2011). Ainda, as interações sociais entre os cães, com a possibilidade de brincarem, se exercitarem e interagirem é uma maneira de se prevenir distúrbios comportamentais (HEAT; WILSON, 2014), além, é claro, do próprio benefício ao organismo e bem-estar colhidos através da atividade física (TOWELL, 2011).

A atividade física é extremamente importante para os cães, algo necessário e que deveria ser tomado como parte da rotina diária. Ela não somente aumenta a demanda energética, como também leva à manutenção, e em certos casos até ao aumento da massa magra (TOWELL, 2011). É então, muito importante para a saúde do animal, além de um potencial estímulo para a saúde mental (HEAT; WILSON, 2014).

Os efeitos da prática de atividade física e um adequado escore de condição corporal já são conhecidamente positivos para os cães. Kealy et al. (2002) demonstraram que os cães que não apresentavam sobrepeso viviam dois anos a mais que cães em sobrepeso. Para os tutores, isso também é interessante, pois em outro estudo Moore (2004) demonstrou que humanos que gastam mais de 2000 calorias por semana, também, como os cães, podem ter aumento de dois anos em sua expectativa de vida.

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1. LOCAIS E SELEÇÃO DOS ANIMAIS

O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ/USP) antes do início das atividades, e foi devidamente aprovado para ser desenvolvido nas dependências do serviço de Nutrologia do Hospital Veterinário de Pequenos Animais da FMVZ/USP (HOVET/FMVZ/USP), localizado na cidade universitária da USP, campus da capital paulista, bem como nas dependências da Clínica Veterinária Fisiocare, localizada na cidade de São Paulo, SP. Os procedimentos clínicos realizados beneficiaram diretamente os animais participantes, e seus tutores assinaram um formulário de consentimento livre e esclarecido autorizando a inclusão de seus animais.

As análises para quantificação da água corporal através do método de diluição de isótopos de Deutério foram realizadas no Laboratório de Espectrometria de Massa da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP/USP), localizado na cidade universitária da USP, na cidade de Ribeirão Preto, SP.

Participaram do experimento 20 cães adultos, de ambos os sexos, selecionados da rotina de atendimento do HOVET/FMVZ/USP. Foram incluídos apenas animais diagnosticados com obesidade causada por desequilíbrio no balanço energético devido à ingestão excessiva de alimento, ou seja, aqueles cuja causa da obesidade foi distinta da especificada foram excluídos e não tomaram parte nesse experimento.

Todos os animais foram inicialmente submetidos a exame físico completo, onde aferiu-se o peso e temperatura corporais, avaliou-se as frequências cardíacas e respiratória, mucosas e linfonodos. Foram ainda realizados hemograma completo (eritrograma, leucograma e contagem de plaquetas) e perfil bioquímico de cada animal (função renal, função hepática e glicemia), incluindo triglicérides e colesterol.

Em uma segunda etapa, todos os cães selecionados na etapa anterior foram avaliados de acordo com o Índice de gordura corporal da Hill's® (2013), tendo obrigatoriamente que se enquadrarem nos valores 50 ou 60 desse, para atenderem os critérios de participação.

Figura 2 - Índice de gordura corporal (Hills, 2013).

Foram também aferidas e tomadas todas as medidas morfométricas descritas no Protocolo de Peso Saudável da Hill's®, além de determinadas a composição corporal através do método de diluição de isótopos de deutério (^2H), descrito por Ferrier *et al.* (2002) e Brunetto *et al.* (2011). Para a realização dessa técnica, uma solução salina de deutério 10% foi preparada e, com os animais em jejum alimentar e hídrico de 12 horas, inoculou-se 1 mL da mesma para cada Kg de peso corporal, via subcutânea. Amostras de sangue (3mL) da veia jugular foram coletadas 10 minutos antes dessa aplicação e 4 horas após a mesma, para extração do soro. Feita a extração, as amostras foram armazenadas em criotubos plásticos com tampa de rosca, selados com Parafilm®, a -20°C, para análise na FMRP/USP. Feitas tais análises, chegou-se à quantidade de água

corporal, e, através de cálculos e equações específicas, aos valores de gordura corporal e massa magra de cada cão participante.

Os animais então foram divididos em 2 grupos com 10 cães obesos em cada, Grupo 1 (G1) e Grupo 2 (G2).

6.2 ANÁLISES INICIAIS

De cada um dos animais de ambos os grupos colheu-se 0,7 mL de sangue venoso para realização das seguintes análises:

- Glicemia, determinada através de testes de glicose oxidase (GOD-ANA; Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, Brazil) com o uso de analisador semiautomático de glicose (Labquest model BIO-2000; Labtest Diagnóstica S.A.);
- Insulinemia, determinados através de radioimunoensaio (RIE), com o uso de kit comercial (Siemens, Los Angeles, CA, USA) já validado para estudos na espécie canina;
- Com o objetivo de se avaliar a resistência insulínica e uma possível melhoria na sensibilidade à insulina após a perda de peso, utilizou-se o Índice Homa;
- Capacidade Antioxidante Total (CAT): para essa análise utilizou-se o kit SIGMA CS0709, produzido pela Companhia Sigma-Aldrich (EUA), de acordo com a metodologia descrita por Huang *et al.* (2005), utilizando-se de amostras de soro.

Todas essas avaliações foram repetidas quando os animais atingiram os pesos metas estabelecidos pelo protocolo de perda de peso.

6.3 ETAPAS DO EMAGRECIMENTO

6.3.1. Dieta

Os animais dos grupos G1 e G2 foram submetidos a um programa de perda de peso com o uso do alimento comercial Hill's Prescription Diet Weight Reduction r/d[®], ração comercial de prescrição veterinária específica para perda de peso e redução da gordura corporal de cães obesos, com o objetivo de perda de 20% do seu peso inicial. Para obtenção dessa meta adotou-se para cálculo da quantidade de alimento a equação $Q = 70 \times (PM)^{0,75}$, onde Q correspondeu à quantidade diária de alimento, expressa em Kcal que foi oferecida, e PM foi o peso meta que se objetivou que cada animal atingisse. Esta dieta hipocalórica foi padronizada para todos os cães que participaram do estudo levando-se em consideração a energia metabolizável do alimento selecionado e as necessidades energéticas para emagrecimento intrínsecas de cada cão. O alimento foi oferecido aos animais três vezes ao dia, e foi fornecido a cada proprietário, com o objetivo de facilitar esse manejo alimentar estabelecido no protocolo de perda de peso, um dosador plástico devidamente “marcado” para oferecer a quantidade determinada em cada refeição.

6.3.2. Atividade física

Além do protocolo de restrição energética alimentar, os animais pertencentes ao grupo G2 foram submetidos a um protocolo de perda de peso constituído por atividade física regular em hidroesteira, desenvolvida na frequência de 3 vezes por semana, pelo período de 30 minutos.

Figura 3 - hidroesteira empregada na atividade física (fonte: arquivo pessoal).

6.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente através do programa computacional Statistical Analysis System (SAS INSTITUTE INC., 2004), sendo previamente verificada a normalidade dos resíduos pelo teste de SHAPIRO-WILK (PROC UNIVARIATE) e as variâncias comparadas pelo teste de LEVENE. Para análises de correlação foi usado o teste de PEARSON, e as médias comparadas pelo teste de TUKEY, considerando 5% como nível de significância. As variáveis que não atenderam aos pressupostos estatísticos básicos (normalidade, homogeneidade do lixo) sofrerão raiz logarítmica ou quadrada. As variáveis que não atenderam às premissas de normalidade foram analisadas por testes estatísticos não paramétricos utilizando-se do programa SAS PROC NPAR1WAY.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do estudo, os cães apresentaram consumo satisfatório das dietas utilizadas, o que demonstra boa palatabilidade. A qualidade das fezes produzida foi adequada, não havendo relato de alterações em nenhum momento do período experimental. Os cães foram pesados e avaliados a cada 20 dias e nenhuma alteração clínica foi constatada.

Os animais selecionados para compor o Grupo A apresentaram em sua maioria escore corporal 9 (em escala de 1 a 9 pontos) no momento da avaliação, indicando obesidade pronunciada. Esses animais estavam com excesso de peso há no mínimo 12 meses, segundo registro informado pelos proprietários e pela Clínica Veterinária parceira no estudo. Todos os animais deste Grupo não apresentaram nenhuma alteração clínica além da obesidade. Alguns cães apresentaram alterações hepáticas nos exames bioquímicos sem apresentarem qualquer sintomatologia clínica. Apesar da evidente obesidade apresentada, nem todos os animais apresentaram aumento de colesterol e triglicerídeos. Já em relação à glicemia basal de jejum, alguns cães não apresentaram valores dentro do intervalo de referência.

O consumo da dieta e o peso dos animais foram controlados a cada 15 dias, para que o peso dos animais fosse mantido na faixa inicial. Nenhum animal apresentou problemas com o consumo da dieta. Alguns proprietários relataram que os animais se apresentavam satisfeitos antes do consumo da quantidade total prescrita, que era calculada para manutenção do peso corporal. Todos os cães mantiveram seu peso corporal inicial.

Durante o TIVTG foram avaliados os seguintes indicadores sanguíneos: concentrações basais de glicose e insulina e suas concentrações ao longo do tempo; área abaixo da curva de insulina e glicose (AACI; AACG); incremento de insulina (IIns) e

glicose (IG), área abaixo da curva do incremento de insulina e glicose (AACIIns; AACIG). Os resultados obtidos no presente estudo estão apresentados nas tabelas 4, 5, 6, 7, 8 9, 10 e 11 e ilustrados nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

Tabela 1. Concentrações de glicose sanguínea (média $\pm$ erro padrão) mensuradas durante o programa de emagrecimentos dos dois grupos experimentais (G1 e G2).

TEMPO (Minutos)	G1	G2
0,0	106,29 $\pm$ 5,74 ^{A f}	81,23 $\pm$ 3,71 ^{A e}
2,5	335,43 $\pm$ 34,53 ^{A a}	299,29 $\pm$ 22,18 ^{A a}
5,0	312,57 $\pm$ 34,96 ^{A ab}	228,43 $\pm$ 19,39 ^{B ab}
7,5	274,71 $\pm$ 25,85 ^{A abc}	200,43 $\pm$ 20,47 ^{B bc}
10,0	257,43 $\pm$ 25,56 ^{A abcd}	176,43 $\pm$ 15,58 ^{B bcd}
15,0	236,86 $\pm$ 23,74 ^{A bcd}	146,43 $\pm$ 17,66 ^{B bcde}
30,0	216,14 $\pm$ 24,07 ^{A cde}	129,00 $\pm$ 14,52 ^{B cde}
45,0	177,00 $\pm$ 24,25 ^{A def}	111,423 $\pm$ 11,54 ^{A cde}
60,0	142,00 $\pm$ 23,93 ^{A ef}	89,43 $\pm$ 4,42 ^{A de}
90,0	123,86 $\pm$ 22,75 ^{A ef}	80,00 $\pm$ 3,79 ^{A e}
120,0	103,57 $\pm$ 20,31 ^{A f}	74,00 $\pm$ 2,93 ^{A e}

A,B Médias seguidas por mesma letra maiúsculas nas linhas não diferem pelo teste de Tukey (P <0,05)

a,b Médias seguidas por mesma letra minúsculas nas colunas não diferem pelo teste de Tukey (P <0,05)

Os resultados de K, T1/2, I/G, PRI e PIT não apresentaram distribuição normal, portanto, foram avaliados pelo teste de Wilcoxon (Tabela 13). A taxa de remoção de glicose, avaliada pelo K diferiu entre os três grupos ($p < 0,05$) e T1/2 houve diferença do Grupo B em relação aos demais grupos, assim como o índice insulínico ($p < 0,05$). Já o pico de resposta da insulina (PRI) e o pico da resposta insulínica em minutos não apresentaram diferença significativa para os grupos ($p > 0,05$).

Tabela 2. Valores (média $\pm$ erro padrão) de glicemia basal, insulina basal, glicemia mínima, glicemia máxima, glicemia média e diferença entre a glicemia máxima e mínima dos grupos G1 e G2.

Variáveis	G1	G2
Glicemia basal (mg/dL)	106,29 $\pm$ 5,74 ^A	81,23 $\pm$ 3,71 ^B
Insulina basal (μUI/dL)	5,17 $\pm$ 0,55 ^A	1,57 $\pm$ 0,25 ^C
Glicemia mínima (mg/dL)	84,00 $\pm$ 8,88 ^A	71,57 $\pm$ 2,32 ^A
Glicemia máxima (mg/dL)	335,43 $\pm$ 34,53 ^A	299,29 $\pm$ 22,18 ^A
Glicemia média (mg/dL)	207,81 $\pm$ 21,49 ^A	146,92 $\pm$ 10,92 ^B
Difmáx-min (mg/dL)	251,43 $\pm$ 31,59 ^{AB}	227,71 $\pm$ 21,00 ^A

A, B – Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem pelo teste t de Student ($P < 0,05$), sendo teste t-pareado para A VS C e teste t para amostras independentes para A VS B e B VS C.

Tabela 1. Valores medianos (mínimo-máximo) de K, T1/2, $\Delta I/\Delta G$, PRI e PIT observados nos dois grupos experimentais.

Variáveis	G1	G2
K (%)	81,79 (72,40; 89,90) ^A	11,67 (4,20; 22,30) ^C
T1/2 (minutos)	15,00 (5,00; 15,00) ^A	2,50 (2,50; 7,50) ^B
$\Delta I/\Delta G$	0,38 (0,20; 0,49) ^A	0,04 (0,02; 0,08) ^B
PRI (μUI/mL)	0,98 (0,39; 1,87) ^A	0,74 (0,21; 1,48) ^A
PIT (minutos)	70,94 (37,01; 177,64) ^A	93,18 (46,98; 325,60) ^A

K = porcentagem de desaparecimento da glicose por minuto; T1/2 = tempo necessário, em minutos, para que a concentração da glicose caia pela metade na corrente sanguínea; $\Delta I/\Delta G$ = índice insulínogênico; PRI = Pico da resposta insulínica, em μ UI/mL. PIT = Pico da resposta insulínica em minutos. A, B - Medianas seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Wilcoxon ($p < 0,05$).

Na tabela 4 encontram-se os resultados para a avaliação inicial de ALT, FA, Ureia, Creatinina, Glicose, Colesterol e Triglicerídeos dos dois grupos experimentais.

Tabela 4. Concentração sanguínea (média $\pm$ erro padrão) de ALT, FA, creatinina, ureia, colesterol, triglicerídeos e glicose dos grupos experimentais.

Variáveis		
	G1	G2
ALT (UI/L)	121,43 $\pm$ 35,67 ^A	46,00 $\pm$ 7,70 ^A
FA (UI/L)	221,14 $\pm$ 76,71 ^A	65,00 $\pm$ 11,82 ^A
Creatinina (mg/dL)	1,00 $\pm$ 0,04 ^A	0,90 $\pm$ 0,06 ^A
Ureia (mg/dL)	34,85 $\pm$ 2,46 ^A	28,71 $\pm$ 2,98 ^A
Colesterol (mg/dL)	286,28 $\pm$ 26,06 ^A	154,0 $\pm$ 14,66 ^B
Triglicerídeos (mg/dL)	151,00 $\pm$ 12,28 ^A	86,28 $\pm$ 8,70 ^B
Glicose (mg/dL)	106,28 $\pm$ 5,73 ^A	81,23 $\pm$ 3,74 ^B

A, B - Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste t-Student ($p < 0,05$).

A glicemia basal, colesterol e triglicerídeos apresentaram diferenças entre os tratamentos avaliados ($p < 0,05$). A atividade física é muitas vezes recomendada para o paciente obeso para auxiliar na perda de peso por promover o aumento do gasto energético. Segundo alguns autores, o exercício físico é inversamente correlacionado com a obesidade tanto em pessoas como em pets. (CHAN et al., 2005; BAUMAN et al., 2012; MORRISON et al., 2014). O excesso de peso é geralmente o resultado do desequilíbrio entre a ingestão de energia e gasto calórico. A atividade física é o componente mais variável do gasto de energia e, portanto, pode ser algo interessante para um programa de perda de peso em humanos e animais (BURKHOLDER et al., 2000; JAKICIC & OTTO, 2005; BANNING, 2005).

A inclusão de atividade física moderada e regular em programas de controle de peso pode afetar o peso corporal de várias maneiras, principalmente incluindo o aumento do gasto energético e, assim, contribuir para um déficit de energia necessária para a perda de gordura corporal e peso, auxiliando na regulação da ingestão alimentar e na melhora da composição corporal (massa magra), durante a fase de perda de peso e na fase de manutenção de peso, após o regime (BURKHOLDER et al., 2000; CASE et al., 2000; BANNING, 2005).

O exercício por si só pode fornecer um déficit de energia suficiente para causar a perda de peso em pessoas e animais de companhia manejados com dieta de manutenção (CATENACCI & WYATT, 2007; ROUDEBUSH et al., 2008). Ross et al. (2000) demonstraram que o grau de perda de peso do exercício pode ser equivalente à dieta de emagrecimento quando o gasto calórico foi controlado, no entanto, esses estudos empregaram atividade física rigorosa e intensa, atividades estas que podem não ser seguras, para algumas raças, particularmente as braquicefálicas.

Miller et al. (1997) em uma meta-análise concluíram que só atividade física resulta em menor perda de peso do que a restrição alimentar, no entanto, quando combinados, foram observados maiores benefícios. Em cães, estudos epidemiológicos têm demonstrado relação negativa entre a obesidade e a atividade física (ROBERTSON, 2003; MAO et al., 2010; COURCIER et al., 2013; MORRISON et al., 2014; RAFFAN et al. 2015).

Robertson (2003) demonstrou ainda que as chances de um animal ficar obeso diminuíram com cada hora de atividade semanal. Todos estes estudos, no entanto, basearam-se em inquéritos aos proprietários, sem definir ainda a quantidade, tipo ou intensidade do exercício diário. A mensuração da atividade física em cães também tem sido difícil, e muitos tutores referem que seus cães já são moderadamente ou

extremamente ativos, o que pode prejudicar e modificar as recomendações veterinárias de atividade física (SLATER et al., 1995)

Pedômetros e acelerômetros foram validados como métodos para fornecer dados quantificáveis sobre atividade física dos animais (CHAN et al., 2005; PRESTON et al., 2011; WAKSHLAG et al., 2012; MORRISON et al., 2014). Cães menos ativos tendem a apresentar escore de condição corporal superior aos demais animais. Por outro lado, os animais que foram incluídos em um programa de perda de peso não demonstraram aumento da atividade física diária (CHAN et al., 2005; MORRISON et al., 2014).

Independentemente das aparentes correlações entre a atividade e peso, poucos estudos têm descrito os efeitos do exercício em cães quando combinado com restrição calórica. No mesmo estudo de perda de peso de Wakshlag et al. (2012), foi demonstrado que os cães com restrição alimentar agrupados como "ativos" com base em dados de atividade do pedômetro, consumiram mais calorias diárias e ainda conseguiram alcançar a mesma taxa de perda de peso como os seus homólogos "inativos". Da mesma forma, os cães submetidos a um regime de atividade física em um hospital, incluindo esteira subaquática, tinham um ritmo mais rápido da perda de peso, ao longo de três meses, do que os mesmos animais anteriormente em semelhante restrição calórica (CHAUVET et al., 2011). No entanto, deve se considerar que este estudo incluiu grupo experimental pequeno, regime de exercícios limitado e variável, e nenhum grupo controle, tornando difíceis as comparações.

Mlacnik et al. (2006) avaliaram a perda de peso em uma população de cães obesos com claudicação através da reabilitação na casa do tutor e um segundo grupo com atividade mais intensa em ambiente hospitalar. Ambos os grupos perderam peso, no entanto, com fisioterapia intensiva (atividade física intensa) foi observada redução de peso relativamente maior após os 60 dias. Porém, o regime de exercícios neste estudo

foi de 60 minutos de caminhada por dia e estimulação elétrica no grupo de exercício intensivo, no entanto, a quantidade e o tipo de exercício do grupo mantido na casa do proprietário não foram descritos com precisão. Outro viés deste estudo foi à falta de aleatorização dos grupos descritos.

Em outro estudo, Vitger et al. (2016) examinaram os efeitos da restrição calórica com ou sem exercício e como ele estava correlacionado à manutenção da massa corporal magra. Este estudo foi realizado durante um período de 12 semanas e não apresentou diferença significativa na perda de peso entre os grupos, resultados semelhantes ao presente estudo.

O grupo submetido à atividade física passou por uma hora de treinamento, três vezes por semana em esteira subaquática e esteira normal, com variação na velocidade e inclinação. Curiosamente a quantidade e intensidade de treinamento foram maiores do que previamente descrito por Mlacnik et al. (2006) e Chauvet et al. (2011), que inversamente relataram aumento na perda de peso associada com as populações mais ativas. A discordância entre estes estudos caninos destaca a necessidade de um protocolo de exercício prático e rigoroso para fins de estudo, o que é difícil de ser realizado no contexto clínico.

As recomendações para o programa de atividade física devem considerar a quantidade anterior de atividade do animal e as deficiências físicas de cada animal, além é claro das limitações de tempo de cada proprietário. Para cães, as sugestões incluem, geralmente, a caminhada durante 15 a 30 minutos ou a natação por 5 a 15 minutos, de 5 a 7 vezes por semana (HAND et al., 1989; CASE et al., 2000; YAISSLE et al., 2004; BANNING, 2005). Neste contexto, Markwell et al. (1994) estimaram que a necessidade diária de energia aumenta de 7% a 15% quando os cães percorrerem pelo menos 5 km/dia (3,1 milhas/dia).

A maior predisposição à obesidade em cães fêmeas, em comparação com animais machos (DIEZ et al., 2002), também levam ao questionamento de que podem haver diferenças entre estes com respeito à importância ou benefício do exercício concomitante, porém são necessários estudos adicionais.

O aumento da quantidade de atividade física também parece resultar em melhorias das anormalidades metabólicas associadas à obesidade e excesso de peso corporal, mesmo sem mudanças significativas no peso corporal ou na porcentagem de gordura corporal. O aumento da quantidade de atividade física pode melhorar a sensibilidade à insulina, parcialmente reverter a resistência à leptina, e ajustar a condição pró-inflamatória induzida pela obesidade (BERGGREN et al., 2005; BRUUNSGAARD, 2005; DYCK, 2005; NASSIS et al., 2005; POPOVIC & DUNTAS, 2005).

Em seres humanos, a prática de atividade física durante a perda de peso é correlacionada a inúmeros benefícios na musculatura, no sistema cardiovascular, e benefícios metabólicos (VERREIJEN et al., 2013; DUDGEON et al., 2016). Além disso, durante um programa de redução de peso a atividade física mantém taxa metabólica basal relativamente mais elevada, o que melhora a sensibilidade à insulina (VOTRUBA et al., 2000; VILLAREAL et al., 2011).

Além disso, as alterações nas vias metabólicas da massa magra e de gordura também têm sido estudadas nos cães. Informações recentes demonstraram alterações de transcrição dentro da via de sinalização da insulina (HERRERA URIBE et al., 2015). O grupo de cães que realizou atividade física apresentou musculatura com maior expressão de genes envolvidos na utilização de glicose e preservação da massa magra, o que pode refletir em influência positiva sobre a sinalização de insulina durante o protocolo de perda de peso.

Alguns estudos investigaram os efeitos positivos do exercício durante a perda de peso. Um deles empregou a avaliação da composição corporal pela densitometria óssea (DEXA) e demonstrou que a massa magra foi mantida em cães que realizaram atividade física durante um programa de perda de peso, quando comparado com uma população controle, sem atividade física (VITGER et al., 2016). Segundo Larsson et al. (2014) como a massa livre de gordura (massa magra) é considerada o componente metabolicamente mais ativo da taxa metabólica basal, a maximização da massa magra é benéfica para a redução de peso em pacientes obesos.

Em um programa de perda de peso, a massa magra em pessoas pode ser conservada através da utilização de uma dieta de restrição calórica com alta proteína, particularmente uma dieta rica em aminoácidos ramificados, que demonstram atenuar o catabolismo da proteína muscular (VERREIJEN et al., 2013; DUDGEON et al., 2016).

A redução de peso pode reduzir ainda mais deficiências físicas e condições ortopédicas relacionadas à idade. Através da combinação entre restrição calórica e a atividade física, estas atividades conferem alterações positivas no sistema cardiopulmonar, no metabolismo, e no desempenho físico (VILLAREAL et al., 2011). Em cães submetidos a um programa de perda de peso, a saúde cardiopulmonar apresentou melhoras com base em resultados medidos pelo teste de caminhada de 6 minutos, frequência cardíaca e SpO2 pós-exercício (MANENS et al., 2014).

O desempenho físico, a obesidade e doença ortopédica tendem a estar estreitamente relacionados tanto em pessoas como em cães. A obesidade é um fator de risco para osteoartrite do joelho em seres humanos, como a articulação deve suportar maiores forças mecânicas através de uma amplitude de movimento fisiológico (ZHENG & CHEN, 2015), a progressão da osteoartrite é ainda mais exacerbada quando é observada maior carga em toda a superfície articular (FELSON et al., 2004).

Uma análise mais aprofundada na osteoartite e na progressão da atividade física também podem revelar correlações que vão além do estresse mecânico, e provar que a perda de peso tem efeitos que irão beneficiar a osteoartrite. Além disso, os benefícios da atividade física se estendem além da perda de peso, e incluem a melhoria da mobilidade, das funções metabólicas, do sistema cardiopulmonar e da musculatura.

O estado de saúde do paciente e a capacidade do proprietário pode sim impedir determinadas atividades, tornando o planejamento das atividades o principal ponto de partida para alguns proprietários. Assim, com base na literatura atual, um programa de exercícios bem planejado, combinado com uma dieta de restrição calórica adequada deve ser recomendado como o tratamento ideal para cães com excesso de peso ou obesos, independentemente da presença de osteoartrite, desde que a dor e a condição de saúde do animal sejam controladas.

8. CONCLUSÕES

Os dados do presente estudo demonstraram que a atividade física foi uma prática importante para auxiliar na preservação e no ganho de massa muscular ao longo do programa de emagrecimento. Como principal benefício, foi observado redução das concentrações de insulina circulantes e melhora da sensibilidade insulínica. A associação da restrição energética com a atividade física regular não resultou em efeitos na capacidade antioxidante total dos cães.

9. REFERÊNCIAS

- American Pet Products Association (APPA). 2012. **2011/2012 National Pet Owner's Survey**. APPA, Greenwich, CT.
- BLANCHARD, G.; NGUYEN, P.; GAYET, C.; LERICHE, I.; SILIART, B.; PARAGON, B. Rapid weight loss with high-protein low-energy diet allows the recovery the ideal body composition and insulin sensitivity in obese dogs. **The Journal of Nutrition**, v.134, n.8, p.2148S-2150S, 2004.
- 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. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)**, v. 41, n. 2, p. 266-271, 2011.
- BURKHOLDER, W.J.; TOLL, P.W. Obesity. In: Hand MS, Thatcher CD, Remillard RL, Roudebush P (eds) **Small Animal Clinical Nutrition**, 4a edição. Mark Morris Institute, Topeka, p.401-430, 2000.
- BURNS, K. M. Managing overweight or obese pets. **Veterinary Technician**, v.27, p.385-389, 2006.
- COLLIARD, L.; ANCEL, J.; BENET, J. J.; PARAGON, B. M.; BLANCHARD, G. Risk Factors for Obesity in Dogs in France. **The Journal of Nutrition**, v.136, n.7, p.1951S-1954S, 2006.
- COPPACK, S. W. Pro-inflammatory cytokines and adipose tissue. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.60, n.3, p.349-356, 2001.
- DAVIES, K. J., QUINTANILHA, A. T., BROOKS, G. A., PACKER, L. Free radicals and tissue damage produced by exercise. **Biochemical and biophysical research communications**, v.107, n.4, p.1198-1205, 1982.
- DENG, P; SWANSON, K. S. Companion Animals Symposium: Future Aspects and Perceptions of Companion Animal Nutrition and Sustainability. **Journal of Animal Science**, v.93, n.3, p. 823-834, 2015.
- EDNEY, A.T.; SMITH, P.M. Study of obesity in dogs visiting veterinary practices in the United Kingdom. **The Veterinary Record**, v.118, n.14, p.391-396, 1986.
- FERREIRA, C. S.; SILVA, F. L.; PEDREIRA, R. S.; VENDRAMINI, T. H.; SILVA, C. G. P.; BRUNETTO, M. A. Controle da ingestão energética e sua relação com a obesidade em cães e gatos. **Archives of Veterinary Science**, 2016.
- FERRIER, L.; ROBERT, P.; DUMON, H.; MARTIN, L.; NGUYEN, P. Evaluation of Body Composition in Dogs by Isotopic Dilution Using a Low-Cost Technique, Fourier-Transform Infrared Spectroscopy. **The Journal of Nutrition**, v.132, n.6, p.1725S-1727S, 2002.

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

GOSSELLIN, J.; WREN, J. A.; SUNDERLAND, S.J. Canine obesity: An overview. **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**, v.30, p.1-10, 2007.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. Oxygen is a toxic gas: an introduction to oxygen toxicity and reactive oxygen species. **Free radicals in biology and medicine**, v.3, p. 1-35, 1999.

HEATH, S.; WILSON, C. Canine and feline enrichment in the home and kennel: A guide for practitioners. **Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice**, v.44, p. 427-449, 2014.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2013. **Pesquisa Nacional de Saúde**, v.2, n.1, p. 26-27

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

JEUSETTE, I.C.; DETILLEUX, J.; SHIBATA, H. Effects of chronic obesity and weight loss on plasma ghrelin and leptin concentrations in dogs. **Research in Veterinary Science**, v.79, n.2, p.169-75, 2005a.

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**, v.66, n.1, p. 81-86, 2005b.

LAFLAMME, D. P. Understanding and Managing Obesity in Dogs and Cats. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v.36, n.6, p.1283-1295, 2006.

LUND, E. M.; ARMSTRONG, P. J.; KIRK, C. A.; KLAUSNER, J. S. Prevalence and risk factors for obesity in adult dogs from private US veterinary practices. **International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, v.4, p.177-186, 2006.

MAO, J.; XIA, Z.; CHEN, J.; YU, J. Prevalence and risk factors for canine obesity surveyed in veterinary practices in Beijing, China. **Preventive Veterinary Medicine**, v.112, n.3-4, p.438-442, 2013.

MARKWELL, P.J.; BUTTERWICK, R.F. Obesity. In: **WILLS, J.M.; SIMPSON, K.W. The Waltham Book of Clinical Nutrition of the Dog & Cat**, Oxford: Pergamon, p.131-148, 1994.

MCGREEVY, P. D.; THOMSON, P. C.; PRIDE, C.; FAWCETT, A.; GRASSI, T.; JONES, B. Prevalence of obesity in dogs examined by Australian veterinary practices and the risk factors involved. **Veterinary Record-English Edition**, v.156, n.22, p. 695-701, 2005.

MOORE, A. *Healthy Dog: The ultimate fitness guide for you and for your dog: health experts share their secrets.* **Bow Tie Press**, 2004.

MORRISON, R.; PENPRAZE, V.; BEBER, A.; REILLY, J. J.; YAN, P. S.: Associations between obesity and physical activity in dogs: a preliminary investigation. **Journal of Small Animal Practice**, v.54, p.570–574, 2013.

ROBERTSON, I. D. The association of exercise, diet and other factors with owner-perceived obesity in privately owned dogs from metropolitan Perth, WA. **Prev Vet Med**, v.58, p. 75-83, 2003.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/STAT: guide for personal computers.** Version 9.3. Cary, NC: SAS Inc.

SERPELL, J. A. Antropomorphism and Antropomorphic Selection – Beyond the “cute” response. **Society & Animals**, Leiden, v.11, n.1, 2003.

SIKARIS, K. A. The clinical biochemistry of obesity. **The Clinical Biochemist Reviews**, v.25, n.3, p.165–81, 2004.

SWANSON, K. S.; BELSITO, K. R.; VESTER, B. M.; SCHOOK, L. B. Adipose tissue gene expression profiles of healthy young adult and geriatric dogs. **Archives of Animal Nutrition**, v. 63, n.2, p.160-171, DOI: 10.1080/17450390902733934, 2009.

SWITONSKI, M.; MANKOWSKA, M. Dog obesity—the need for identifying predisposing genetic markers. **Research in Veterinary Science**, v.95, n.3, p.831-836, 2013.

TOWELL, Todd L. **Guía práctica para el control de peso de perros y gatos.** Buenos Aires - República Argentina: Inter-médica S.A.I.C.I., 2011. 224 p.

URAKAWA, H.; KATSUKI, A.; SUMIDA, Y. Oxidative stress is associated with adiposity and insulin resistance in men. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, 88(10):4673–6, 2003.

ZORAN, D. L. Obesity in dogs and cats: a metabolic and endocrine disorder. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice** v.40, p.221–239, 2010.

HUANG et al. 2005, citado na metodologia empregada (análise da Capacidade Anti Oxidante - CAT).