

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INFLUÊNCIA DO TEOR PROTÉICO DA DIETA HIPOCALÓRICA E
DO SEXO SOBRE A PERDA E POSTERIOR MANUTENÇÃO DO
PESO EM GATOS OBESOS.**

Ricardo Souza Vasconcellos

Médico Veterinário

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Julho de 2008

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INFLUÊNCIA DO TEOR PROTÉICO DA DIETA HIPOCALÓRICA E
DO SEXO SOBRE A PERDA E POSTERIOR MANUTENÇÃO DO
PESO EM GATOS OBESOS.**

Ricardo Souza Vasconcellos

Orientador: Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Medicina Veterinária (Clínica médica).

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Julho de 2008

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Ricardo Souza Vasconcellos nasceu em São José dos Campos no dia 8 de abril de 1978. Graduado em medicina veterinária pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) em 2001, especializou-se em clínica e cirurgia de cães e gatos, pela mesma instituição, em 2002. Concluiu o Mestrado em clínica médica, na área de nutrição de cães e gatos, pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) em 2004. Foi professor assistente da Universidade Estadual de Maringá (UEM), no Campus Avançado de Umuarama (CAU), no período entre 2006-2007 e nutricionista animal da Perdigão Agroindustrial S/A entre 2007-2008.

Dedico este trabalho aos meus pais e meu irmão, que sempre contribuíram para minha formação e apoiaram minhas decisões.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Aulus C. Carciofi, por todo o conhecimento, apoio, viabilização de recursos para a realização da pesquisa e amizade.

Aos professores Julio Carlos Canola e Francisco José A. de Paula (USP) pela excelente co-orientação e viabilização de recursos para a pesquisa, além de excelentes referências profissionais a serem seguidas.

Ao professor Euclides Braga Malheiros por todo auxílio e competência na realização de toda a análise estatística do trabalho.

A toda equipe envolvida diretamente no trabalho: às pós-graduandas Naida Borges e Karina Venturelli; aos funcionários do laboratório de nutrição, Marcos Rocha, Alessandro e Ana; aos funcionários do laboratório de pesquisa da UNESP, Cláudia, Renata e Paulo; aos funcionários do laboratório de patologia clínica da UNESP, Eugênio e Matheus; aos funcionários do laboratório de nutrição da UNESP, Ana Paula e Orlando; ao funcionário do laboratório de endocrinologia da USP, Sebastião; aos funcionários da fábrica de rações da UNESP, Fernando, Osvaldo e Sandra.

À equipe de nutrição de cães e gatos da UNESP: os pós-graduandos Márcio Brunetto, Eliana Teshima, Luciana Oliveira e Márcia Sampaio; à residente Sandra; às secretárias Vilaine Amaral e Natália Gea.

Ao corpo clínico e cirúrgico do Hospital veterinário da UNESP pela avaliação clínica de animais quando necessário.

Aos amigos Sabrina Calazans, Ana Gabriela Valério, Simone Crestoni, Fernanda Gonçalves, Viviane Portella, Maria Luisa de Cápuia, Maria Eliana Vechetini, Naida Borges, Márcio Brunetto, Márcia Oliveira, Fabiano Santos, Livia Arruda, Carmem, Marcos Rocha, e Rodrigo Bazolli pelo companheirismo e bons momentos em Jaboticabal.

À Mogiana Alimentos S.A. (Guabi) pelo auxílio técnico e financeiro no projeto.

À FAPESP (processo 2004/15.416-9) e à FUNDUNESP, que financiaram a maior parte do estudo.

Aos professores Francisco José A. de Paula (USP), Júlio Carlos Canola, José Jurandir, Atushi, César Esper e Áureo Evangelista que cederam suas unidades experimentais para a realização de etapas do estudo.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	10
SUMMARY.....	11
CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	12
Revisão de literatura	12
Referências	18
CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DA PERDA DE PESO EM GATOS OBESOS ALIMENTADOS COM RAÇÕES HIPOCALÓRICAS CONTENDO DIFERENTES TEORES PROTÉICOS.....	21
Resumo.....	21
Introdução.....	23
Material e Métodos.....	25
Resultados e Discussão.....	33
Conclusões.....	58
Referências.....	59
CAPÍTULO 3 – EFEITO DO SEXO NA PERDA DE PESO E SUBSEQUENTE MANUTENÇÃO DO PESO EM GATOS OBESOS CASTRADOS.....	68
Resumo.....	68
Introdução.....	69
Material e Métodos.....	71
Resultados e Discussão.....	78
Conclusões.....	87
Referências.....	88

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 2: AVALIAÇÃO DA PERDA E POSTERIOR MANUTENÇÃO DO PESO EM GATOS OBESOS ALIMENTADOS COM RAÇÕES HIPOCALÓRICAS CONTENDO DIFERENTES TEORES PROTÉICOS

Tabela 1	Composição dos alimentos hipocalóricos fornecidos aos gatos obesos submetidos a perda de peso e acompanhados durante 17 semanas na fase de manutenção do peso	27
Tabela 2	Coeficientes de digestibilidade aparente e energia metabolizável das rações hipocalóricas oferecidas aos gatos obesos dos grupos Controle (Co) e alta proteína (AP) durante a fase de perda (Ração Controle e Alta Proteína) e manutenção do peso (Ração Light). Valores médios $\pm$ erro padrão	35
Tabela 3	Peso, taxa de perda de peso, condição corporal e composição corporal dos gatos, pertencentes ao grupo controle (Co; n=8) e alta proteína (AP; n=7), durante a fase de emagrecimento e após 17 semanas de manutenção do peso. Valores médios $\pm$ erro padrão.	37
Tabela 4	Ingestão de energia metabolizável (EM) e proteína digestível (PD) dos gatos obesos submetidos à perda de peso, pertencentes aos grupos controle (Co; n=8) e alta proteína (AP; n=7), durante a fase de perda de peso e manutenção do peso. Valores médios $\pm$ erro padrão. Médias $\pm$ erro-padrão da média	42
Tabela 5	Exames bioquímicos e enzimáticos séricos dos gatos obesos pertencentes ao grupo controle (Co, n=8) e alta proteína (AP, n=7). Valores médios $\pm$ erro padrão.	51
Tabela 6	Concentrações séricas hormonais dos grupos controle (n=8) e alta proteína (n=7) durante a fase de perda de peso. Valores médios $\pm$ erro padrão.	55

CAPÍTULO 3 – EFEITO DO SEXO NA PERDA DE PESO E SUBSEQUENTE MANUTENÇÃO DO PESO EM GATOS OBESOS CASTRADOS

Tabela 1	Composição química das rações oferecidas aos gatos obesos, machos (n=7) e fêmeas (n=8), durante as fases de perda controlada de peso e 17 semanas de manutenção do peso. Valores determinados	74
Tabela 2	Peso, taxa de perda de peso e composição corporal dos gatos obesos, machos (n=8) e fêmeas (n=7), durante as fases de perda controlada de peso e 17 semanas de manutenção do peso. Valores médios $\pm$ erro padrão.	79
Tabela 3	Ingestão de energia metabolizável (EM) dos gatos obesos, machos (n=7) e fêmeas (n=8), na fase de perda controlada de peso e 17 semanas de manutenção do peso. Valores médios $\pm$ erro padrão.	82

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 3 – EFEITO DO SEXO NA PERDA DE PESO E SUBSEQUENTE MANUTENÇÃO DO PESO EM GATOS OBESOS CASTRADOS

Figura 1	Massa magra corporal, em porcentagem, de gatos machos (n=8) e fêmeas (n=7) obesos, após 10% de perda de peso (10%PP), aos 20% de perda de peso (20%PP) e durante o período de manutenção do peso. * diferença entre médias machos e fêmeas ($p \leq 0,05$).	80
Figura 2	Massa gorda corporal, em porcentagem, de gatos machos (n=8) e fêmeas (n=7) obesos, após 10% de perda de peso (10%PP), aos 20% de perda de peso (20%PP) e durante o período de manutenção do peso.	80
Figura 3	Ingestão de energia metabolizável ($\text{kcal/kg}^{0,40}$) de gatos machos (n=8) e fêmeas (n=7) nos intervalos entre 0-10% de perda de peso (0-10% PP), entre 10-20% de perda de peso (10-20%PP) e durante o período de manutenção do peso. Valores médios por período.	83

INFLUÊNCIA DO TEOR PROTÉICO DA DIETA E DO SEXO SOBRE A PERDA E POSTERIOR MANUTENÇÃO DO PESO EM GATOS OBESOS.

RESUMO – Objetiva-se com o tratamento da obesidade em gatos a redução de massa corporal gorda com mínima perda de massa magra, bem como o fornecimento de nutrientes em quantidade suficiente para manter a saúde dos animais durante a perda de peso e favorecer a manutenção do peso após o término do regime. A elevação nas concentrações de proteína em dietas para perda de peso tem se mostrado benéfica em muitas espécies. Neste trabalho foram avaliadas duas rações com diferentes concentrações de proteína bruta na perda de 20% do peso corporal e subsequente manutenção do peso em gatos. Constituíram-se dois grupos, sendo um grupo controle (Co; n=8), que recebeu dieta com 29% de proteína e outro que recebeu dieta com 42% de proteína, denominado alta proteína (AP; n=7). As características da perda de peso em machos (n=8) e fêmeas (n=7) também foram avaliadas. Composição corporal (DXA), ingestão de energia metabolizável (EM), concentrações hormonais e bioquímicas séricas e balanço de nitrogênio dos animais foram quantificadas durante a perda de peso. Houve perda de massa magra (MM) no grupo Co ($p<0,05$), mas não no grupo AP ($p>0,05$) durante o emagrecimento. Embora não tenha sido encontrada diferença na taxa de perda de peso, a dieta AP possibilitou maior ingestão calórica (EM/kg de peso^{0,4}) que Co para se atingir igual emagrecimento semanal. Houve redução ($p<0,05$) na leptinemia ao longo da perda de peso, em ambos os grupos, sem outras alterações hormonais detectáveis. Após a perda de peso, os animais foram introduzidos numa fase de manutenção do peso (MAN) por 17 semanas. Ambos os grupos passaram a receber um mesmo alimento hipocalórico, em quantidade suficiente para manter o peso corporal. Os gatos que receberam maior quantidade de proteína durante a perda de peso (AP) apresentaram maior necessidade energética que Co durante a MAN ($p<0,001$). Não houve diferença nos parâmetros de composição corporal entre os grupos ao término da MAN ($p>0,05$). Machos apresentaram maior MM e mantiveram a mesma perda de peso ingerindo maior quantidade de EM que as fêmeas ($P<0,001$). Concluiu-se que, em gatos, elevada ingestão de proteína favoreceu a manutenção da MM durante a perda de peso e possibilitou maior ingestão calórica durante a manutenção do peso. As necessidades calóricas de machos foram maiores, quando comparadas às fêmeas.

Palavras-chave: composição corporal; felinos; ingestão calórica; obesidade; proteína.

INFLUENCE OF DIETARY PROTEIN CONTENT AND SEX ON WEIGHT LOSS AND WEIGHT MAINTENANCE OF OBESE CATS

SUMMARY – Treatment of cat obesity aims to minimize the loss of lean body mass, to supply nutrient quantities sufficient for maintaining animal health during weight loss and to facilitate weight loss maintenance once dieting is completed. Elevated protein concentrations in weight loss diets have shown to be beneficial for many species. In this study, two diets with differing crude protein concentrations (29% versus 42%) were evaluated for 20% weight loss and subsequent weight loss maintenance in cats. A control group (Co; n=8) received the 29% protein diet while another group, denominated high protein (HP; n=7), received the 42% diet. Weight loss characteristics of males (n=8) and females (n=7) were also evaluated. Body composition (DXA), ingestion of metabolizable energy (ME), hormonal and biochemical serum concentrations and nitrogen balance of the animals were quantified during the weight loss period. The lean mass (LM) loss observed for Co group ($p<0.05$) during weight reduction was not observed for HP group ($p>0.05$). HP diet allowed a greater cat caloric ingestion (ME/kg body weight^{0.4}) to maintain the same weekly weight loss than Co group ($p<0.05$). There was a reduction ($p<0.05$) in leptin throughout the weight loss period in both groups. After weight loss, animals began a 17 weeks phase of weight loss maintenance (MAN). Both groups were fed a same commercial hypocaloric food, in quantity sufficient to maintain body weight. Cats of the HP group presented a greater energy requirement during to stabilize body weight after regimen ($p<0.001$). There were no differences in body composition parameters between the two groups at the end of MAN ($p>0.05$). Males presented greater LM and less body fat, and required more ME to achieve the same weight loss rate than females ($p<0.001$). It was concluded that, for cats, HP diet aided LM maintenance during weight loss and allowed for greater caloric ingestion during MAN. Caloric requirements for males were greater than for females.

Keywords: body composition, felines, caloric ingestion, obesity, protein.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Revisão de literatura

A obesidade é tida como a doença nutricional mais comum em gatos, com taxas de ocorrência estimadas entre 9% (ANDERSON, 1973) a 40% (SLOTH, 1992). Em estudo com 2.000 gatos, SCARLETT et al. (1994) reportaram que 25% dos animais apresentavam sobrepeso e 5% eram obesos. SCARLETT e DONOGHUE (1998) citam que entre as causas associadas a esse quadro incluem-se predisposições raciais, o estilo de vida, o sedentarismo e a gonadectomia. No Brasil inexitem dados epidemiológicos relatando a ocorrência desta doença em felinos.

Apesar da origem da obesidade ser considerada essencialmente nutricional, fatores genéticos, sociais, nutricionais, culturais, metabólicos e endócrinos determinam o caráter multifatorial dessa doença (LEWIS et al., 1994; CASE et al., 1998; HARPER et al. 2001). A associação destes fatores determinantes produz desequilíbrio entre consumo e gasto energético, conduzindo a persistente excesso calórico acumulado na forma de gordura, com conseqüente ganho de peso e mudanças na composição corporal (CASE et al., 1998; McCRORY et al., 2000).

SLOTH (1992), avaliando o manejo da obesidade em cães e gatos, afirmou que a chave para o sucesso de programas de redução de peso está na formulação da dieta adequada e no contínuo monitoramento do paciente, pois assim é possível manter a cooperação do proprietário.

Para o controle da obesidade se estabelece uma situação de balanço energético negativo, que pode ser conseguida por meio da diminuição da ingestão calórica, associada ou não ao aumento do gasto energético. Com isto o animal mobiliza seus estoques orgânicos de gordura (MARKWELL e BUTTERWICK, 1994). Aventa-se que as principais características dos alimentos destinados à perda de peso devem ser a baixa densidade energética, concentrações mais elevadas de proteínas e fibras alimentares e o emprego de amido de assimilação lenta (OLIVEIRA et al., 2006; VASCONCELLOS et al., 2006a; VASCONCELLOS et al., 2006b). Eleva-se, ainda, as concentrações de algumas vitaminas e minerais que auxiliam no metabolismo de gorduras e carboidratos. Esta recomendação geral, no entanto, carece de comprovação e estudos em diversos aspectos, especialmente quanto às concentrações nutricionais mais adequadas para serem utilizadas.

As proteínas são as moléculas mais abundantes nas células vivas, constituindo 50 a 75% do seu peso seco. Desempenham funções estruturais, bioquímicas, imunológicas e endócrinas. A avaliação de sua qualidade nutricional envolve fatores como seu perfil de aminoácidos e a sua digestibilidade. Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta dos alimentos podem variar desde valores inferiores a 60% até superiores a 85%, de acordo com a fonte protéica empregada e as características de processamento dos ingredientes e da ração (CASE et al., 1998). Déficit de aminoácidos para o organismo pode ocorrer tanto pela quantidade insuficiente do nutriente na dieta quanto pela deficiência de um único aminoácido. Esta pode ocasionar perda de massa muscular, emaciação, hipoproteinemia, lipidose hepática, perda da qualidade da pelagem, prejuízo na função imunológica, infertilidade, entre outros (POND et al., 1995).

Os gatos são animais essencialmente gliconeogênicos, isto é, sintetizam parte da glicose que utilizam a partir do *pool* de aminoácidos ingeridos. Sua dieta natural, composta de tecidos animais ricos em proteínas e pobres em carboidratos, levou à seleção de um sistema enzimático hepático especializado em remover o grupo amina dos aminoácidos e utilizar seu esqueleto carbônico para a produção de energia. Isto faz com que a necessidade protéica dos gatos seja elevada (MORRIS, 2001). Esta especialização dos gatos fez com que estes sejam incapazes de regular a atividade das deaminases e transaminases hepáticas. ROGERS et al. (1977), ao fornecerem dietas com diferentes teores protéicos para felinos, observaram que, ao contrário do que ocorre em outras espécies, os gatos não diminuem a degradação de aminoácidos para a produção de energia quando alimentados com rações contendo baixos teores deste nutriente, acentuando a depleção muscular ocasionada pelo balanço nitrogenado negativo. Associado a estas características fisiológicas, BLOURGE et al. (1997) constataram que a suplementação protéica em gatos obesos submetidos à rápida perda de peso, decorrente de restrição calórica intensa, reduz o acúmulo de triglicérides hepáticos e o risco de desenvolvimento de lipidose hepática. Segundo estes autores, a suplementação protéica favorece a síntese adequada de lipoproteínas para o transporte de ácidos graxos pelo organismo.

Desta forma, o regime de restrição alimentar e energética que os pacientes obesos são submetidos faz com que seja também prudente a elevação dos teores protéicos do alimento com vistas à minimizar a perda de massa muscular e um possível comprometimento orgânico. Outro ponto a ser considerado é que existe uma correlação negativa entre a concentração de fibra da ração, que normalmente está elevada em dietas hipocalóricas e a

digestibilidade da proteína da dieta, que pode tornar-se comprometida (FEKETE et al., 2004). Estas suposições levam a crer que elevadas concentrações de proteína durante o tratamento da obesidade podem ser benéficas para a manutenção da massa magra corporal e da homeostase do organismo. Além disso, a utilização de fontes protéicas que apresentem maiores coeficientes de digestibilidade e que sejam ricas em aminoácidos essenciais são preferíveis, uma vez que reduzem a necessidade protéica para manter o balanço nitrogenado dos animais, conforme constatado por ZENTEK et al. (1998).

Uma das maiores preocupações relativas aos programas de emagrecimento, tanto em animais de estimação quanto em seres humanos, é o subsequente ganho de peso após o regime. Este fenômeno parece ser favorecido tanto pela ocorrência de deficiência protéica como por uma excessiva restrição calórica durante o regime, que induzem a um intenso catabolismo protéico, culminando com a perda de massa muscular (BUTTERWICK E MARKWELL, 1996; LAFLAMME et al., 1997). A depleção muscular promove significativa redução do metabolismo basal, fração que corresponde a aproximadamente 70% do gasto energético diário do organismo (POND et al., 1995). Esta diminuição das necessidades calóricas diárias parece favorecer, por fim, o estabelecimento precoce de um balanço calórico positivo no animal que é retirado do regime alimentar e volta a ser alimentado normalmente, situação que pode promover um retorno mais fácil à condição de obesidade. Este fato pode ser ilustrado no estudo de CROWELL DAVIS et al. (1995), que submeteram cães obesos a diferentes graus de restrição calórica e observaram que animais com perda de peso superior a 1,5% do peso por semana apresentaram maior tendência a recuperar o peso após o término da restrição calórica.

A avaliação do processo de perda de peso em gatos domésticos envolve desde a determinação da composição e peso corporais até a realização de exames bioquímicos, tais como dosagens séricas de bilirrubina, alanina e aspartato aminotransferases e fosfatase alcalina, no sentido de se descartar possível comprometimento hepático e de saúde (CENTER, 2003). O acompanhamento do emagrecimento em gatos obesos baseando-se simplesmente nas pesagens e avaliação do escore de condição corporal é bastante subjetivo e relativamente empírico na avaliação da qualidade da perda de peso dos animais, não refletindo adequadamente as alterações metabólicas propiciadas pela dieta e restrição alimentar empregadas. A disponibilização de exames de composição corporal, bioquímicos e hormonais fornece importantes informações quanto à suficiência do aporte nutricional empregado, alterações nas respostas glicêmica e insulínica, prevenção ao desenvolvimento

de lipídose hepática e possíveis alterações no metabolismo basal dos animais. Desta maneira, pode-se avaliar mais amplamente os impactos à saúde decorrentes das diferentes dietas para perda de peso e conseqüentemente se estabelecer o melhor alimento para esta finalidade.

Dentre os métodos disponíveis para a determinação da composição corporal em gatos a análise química da carcaça ainda é o método mais preciso, porém de execução inconveniente. Mediante esta dificuldade, estudos comprovaram alta correlação da técnica de DXA (absorção de raios-x de dupla energia) com o exame químico (LAUTEN et al., 2001), validando a absorciometria como meio de predizer a composição corporal *in vivo* em diversas espécies animais, inclusive em gatos.

Para avaliar as conseqüências da obesidade de gatos sobre a sensibilidade insulínica e a tolerância à glicose, APPLETON et al. (2001) compararam animais antes e após ganho de peso. Verificaram nos obesos aumento da glicemia e insulinemia basais e que a glicemia e insulinemia não retornavam aos valores basais após 120 minutos do início do teste endovenoso de tolerância à glicose (TEVTG). Estas alterações caracterizam uma reduzida sensibilidade insulínica e tolerância à glicose prejudicada nestes animais, fatores predisponentes ao desenvolvimento de Diabetes mellitus tipo II.

Outro método de avaliar o comportamento glicêmico dos animais sob restrição alimentar é a quantificação das proteínas glicosiladas. A formação delas se dá quando moléculas de glicose presentes no sangue ligam-se covalentemente à proteínas, por meio de uma reação não enzimática irreversível e independente da insulina. Quando a proteína do complexo cetoamina-proteína é a hemoglobina, dá-se o nome de hemoglobina glicada e quando é a albumina ou proteínas do soro o produto é chamado de frutossamina. Essas proteínas refletem a glicemia média durante o período médio de vida da hemoglobina e da albumina e fornecem informações importantes à respeito do controle glicêmico a longo prazo (KANEKO et al., 1997).

DAMINET et al. (2003) observaram que cães obesos submetidos à perda de peso sofrem significativa redução nas concentrações séricas de Triiodotironina total (T3 Total) e hormônio estimulante da tireóide (TSH). A redução na concentração de T3 total tem efeito protetor no organismo, durante períodos de jejum ou de restrição calórica, reduzindo a taxa metabólica dos animais. As concentrações séricas dos hormônios tireoideanos se correlacionam positivamente com a taxa metabólica basal e negativamente com a colesterolemia (KANEKO et al., 1997).

Com relação ao metabolismo lipídico, foi observado por HOENIG et al. (2003) após o ganho de peso em gatos aumento das concentrações de colesterol, triglicerídeos e HDL e diminuição das concentrações de todos esses compostos, com exceção do HDL que aumentou ainda mais, após a perda de peso. Por outro lado BUTTERWICK et al. (1994) observaram aumento das concentrações de colesterol após a perda de peso em gatos obesos. O aumento no “turnover” das lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) em gatos obesos, conforme constatado por HOENIG et al. (2003), pode ser conseqüente à elevação na resistência periférica à ação da insulina nestes animais. Por outro lado, as elevadas concentrações séricas de lipoproteínas de alta densidade (HDL), componente responsável pelo transporte do colesterol dos tecidos periféricos para o fígado, podem ter um efeito protetor ao desenvolvimento de aterosclerose nesta espécie.

A leptina é um hormônio sintetizado pelo tecido adiposo em resposta à elevação da insulinemia pós-prandial. O aumento de tamanho dos adipócitos funciona como estímulo da secreção de leptina (MARTIN et al., 2000). Este hormônio apresenta dois efeitos metabólicos importantes em resposta à elevação na glicemia: a ativação dos neuro-receptores do núcleo ventro-medial do hipotálamo, conseqüentemente estimulando a saciedade e a elevação na termogênese. Estes eventos ocorrem simultaneamente, auxiliando no controle do peso corporal dos animais. APPLETON et al. (2002), ao estudar os efeitos do ganho de peso em gatos, observaram que o aumento do peso corporal e a subseqüente elevação da concentração sérica de leptina não resultou em diminuição da ingestão calórica ou maior gasto energético. Este paradoxo tem sido observado em outras espécies e foi hipotetizado como conseqüência de uma “resistência leptínica” (MAFFEI et al., 1995; CONSIDINE et al., 1996). Não se conhece o efeito da composição da dieta sobre a leptinemia em gatos.

Tem sido postulado, também, o envolvimento da leptina em algumas das conseqüências decorrentes da obesidade, dentre elas a resistência à insulina. APPLETON et al. (2002) observaram que aumentos nas concentrações de leptina estão associados com a diminuição da sensibilidade insulínica em gatos, independente da quantidade de gordura corporal presente.

Tendo em vista o exposto anteriormente, este trabalho tem por objetivos gerais avaliar dois teores protéicos em dietas hipocalóricas no manejo nutricional para emagrecimento e manutenção do peso em gatos obesos.

Pretende-se, como objetivos específicos, comparar os efeitos das duas dietas sobre:

- alterações na composição corporal dos gatos durante a perda de peso e posterior manutenção do peso;
- mudanças nos perfis bioquímicos e hormonais séricos, avaliando-se os impactos à saúde dos animais resultantes da composição das dietas experimentais e condições de manejo;
- a ingestão calórica de gatos obesos durante a perda de peso e necessidades calóricas para a manutenção do peso;
- a ingestão calórica e composição corporal de machos e fêmeas, castrados, durante a perda e manutenção do peso, avaliando-se a importância de possíveis diferenças no manejo nutricional de acordo com o sexo.

Referências

- ANDERSON, R.S. Obesity in the dog and cat. **Veterinary Annual**, Bristol, v.14, p.182-186, 1973.
- APPLETON, D. J. et al. Determination of reference values for glucose tolerance , insulin tolerance , and insulin sensitivity tests in clinically normal cats. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 62, n. 4, p. 630-636, 2001a.
- APPLETON, D. J.; RAND, J. S.; SUNVOLD, G. D. Insulin sensitivity decreases with obesity, and lean cats with low insulin sensitivity are at greatest risk of glucose intolerance with weight gain. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, Mission Viejo, v. 3, n. 4, p. 211-228, 2001b.
- APPLETON, D.J.; RAND, J.S.; SUNVOLD, G.D. Plasma leptin concentrations are independently associated with insulin sensitivity in lean and overweight cats. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v.4, p.83-93, 2002.
- BIOURGE, V. C. et al. Effects of weight gain and subsequent weight loss on glucose tolerance and insulin response in healthy cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Lakewood, v. 11, n. 2, p. 86-91, 1997.
- BUTTERWICK, R. F. et al. A study of obese cats on a calorie- controlled weight reduction programme. **Veterinary Record**, London, v. 134, p. 372-377, 1994.
- BUTTERWICK, R. F.; MARKWELL, P. J. Changes in the body composition of cats during weight reduction by controlled dietary energy restriction. **The Veterinary Record**, London, v.13, n.138, p. 354-357, 1996.
- CASE, L. P.; CAREY, D. P.; HIRAKAWA, D. A. Desenvolvimento e tratamento da obesidade. In: CASE, L. P.; CAREY, D. P.; HIRAKAWA, D. A. **Nutrição canina e felina: manual para profissionais**. Harcourt: Brace, 1998. p. 247-268.
- CENTER, S. Obesity prevention. **PetFood Industry**, Illinois, v.45 n.1, p.12-17, 2003.
- CONSIDINE R. V. et al. Serum immunoreactive leptin concentrations in normal-weight and obese humans. **New England Journal of medicine**, v. 334, p. 292-295, 1996.
- CROWELL DAVIS, S.L.; BARRY, K.; BALLAM, J.M.; LAFFLAMME, D.P. The effect of caloric restriction on the behavior of pen-housed dogs: Transition from restriction to maintenance diets and long-term effects. **Applied Animal Behavior Science**, v.43, p. 43-61, 1995. de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. p. 716-724.
- DAMINET, S. et al. Evaluation of thyroid function in obese dogs and in dogs undergoing a weight loss protocol. **J Vet Med** 2003; A-50: 213-218.
- FEKETE, S.G. et al. Effect of different fibre types on the digestibility of nutrients in cats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 88, p. 138 – 142, 2004.

HARPER, E.J.; STACK, D.M.; WATSON, T.D.G.; MOXHAM, G. Effects of feeding regimens on bodyweight, composition and condition score in cats following ovariohysterectomy. **Journal of Small Animal Practice**, London, v.42, n.9, p.433-438, 2001.

HOENIG, M. et al. Effects of obesity on lipid profiles in neutered male and female cats. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 64, n. 3, p. 299-303; 2003.

KANEKO, J. J. Carbohydrate metabolism and its disease. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5.ed. San Diego: Academic Press, 1997. p. 45-81.

LAFFLAMME, D.P.; KUHLMAN, G., LAWLER, D.F. Evaluation of weight loss protocols for dogs. **J Am Anim Hosp Assoc** 1997, 33:253-259.

LAUTEN, S.D. et al. Recent advances in canine and feline nutritional research. In: IAMS NUTRITION SYMPOSIUM, 1998. **Proceedings**... Wilmington: Orange Frazer Press, 1998.

LAUTEN, S.D. et al. Use of dual energy x-ray absorptiometry for noninvasive body composition measurement in clinically normal dogs. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 62, n. 8, p. 1295-301. 2001.

LEWIS, L.D.; MORRIS, M.L; HAND, M.S. Obesity. In: LEWIS, L.D.; MORRIS, M.L.; HAND, M.S. **Small Animal Clinical Nutrition III**. Topeka, Kansas: Mark Morris Institute, 1994, p. 1-39.

MAFFEI, M. et al. Leptin levels in humans and rodents: measurement of plasma leptin and *ob* RNA in obese and weight-reduced subjects. **Nature Medicine**, v. 1, p. 1155-1161, 1995.

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, 1994. p. 131-148.

Mc CRORY, M. A. et al. Dietary determinants of energy intake and weight regulation in healthy adults. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.130, p.276S - 279S, 2000.

MORRIS, J. G. Unique nutrient requirements of cats appear to be diet-induced evolutionary adaptations. **Recent Advances in Animal Nutrition**, London, v. 13, n. 3, p. 365-373, 2001.

OLIVEIRA, L. D. ; TAKAKURA, F. S. ; VASCONCELLOS, Ricardo Souza ; BAZOLLI, R. S. ; CARCIOFI, A. C. ; PRADA, F. . Digestibility of starch sources for dogs and cats. In: 10th Congress of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition, 2006, Nantes. 10th Congress of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition. Nantes : APERDPA Ecole Nationale vétérinaire de Nantes, 2006. p. 101-101.

POND, W.G.; CHURCH, D.C.; POND, K.R. **Basic Animal Nutrition and feeding**, New York, John Wiley & Sons, 4th. Ed., 1995, 615p.

ROGERS, Q. R.; MORRIS, J. G.; FREEDLAND, R. A. Lack of hepatic enzymatic adaptation to low and high levels of dietary protein in adult cat. **Enzyme**, Basel, v. 22, n. 5, p. 348-356, 1977.

SCARLETT, J. M.; DONOGHUE, S. Association between body condition and disease in cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 212, n. 11, p. 1725-1731, 1998.

SCARLETT, J. M.; DONOGHUE, S.; SAIDLA, J. et. al. Overweight cats: prevalence and risk factors. **International Journal of Obesity**, v.18 (suppl.), 1994, p. S22-S28.

SLOTH, C. Practical management of obesity in dogs and cats. **Journal of Small Animal Practice**, London, v.33, p. 178-182, 1992.

VASCONCELLOS, Ricardo Souza ; CARCIOFI, A. C. ; BORGES, N. C. ; PAULA, F. J. A. ; CANOLA, J. C. ; GONCALVES, K. N. V. . The influence of protein intake on the weight loss of obese cats. In: Nestlé Purina Forum, 2006, St Louis. Petfood industry (electronic newsletter). internet, 2006. v. 6. p. 7-7.

VASCONCELLOS, Ricardo Souza ; CARCIOFI, A. C. ; BORGES, N. C. ; PAULA, F. J. A. ; GONCALVES, K. N. V. ; CANOLA, J. C. . Efeito do tratamento da obesidade sobre a glicemia e insulinemia de gatos. In: VII Congresso Paulista de Diabetes e metabolismo, 2006, Guarujá. Arquivos brasileiros de endocrinologia e metabologia, 2006. v. 50. p. s188-s188.

ZENTEK, J. et al. Influence of dietary protein quality on nitrogen balance and some blood parameters in cats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v.80, p.63-66, 1998.

CAPÍTULO 2 - AVALIAÇÃO DA PERDA E POSTERIOR MANUTENÇÃO DO PESO EM GATOS OBESOS ALIMENTADOS COM RAÇÕES HIPOCALÓRICAS CONTENDO DIFERENTES TEORES PROTÉICOS

RESUMO - Avaliaram-se os efeitos de dois teores protéicos em dietas hipocalóricas sobre a perda e posterior manutenção do peso em gatos obesos. Foram utilizados 15 gatos adultos gonadectomizados, separados em dois grupos experimentais. O grupo Controle (Co) recebeu uma ração com 89,7 gramas de proteína bruta por 1000 kcal (g de PB/1000kcal) de ração e o grupo Alta Proteína (AP) recebeu ração contendo 118,6 g de PB/1000kcal de ração, até atingirem 20% de perda controlada de peso. Foi quantificada a composição corporal, pela técnica de absorção de raios-x de dupla energia (DXA), dosagens séricas hormonais (leptina, insulina, T3 total, T4 total, TSH e cortisol) e exames bioquímicos dos gatos. Estas dosagens foram realizadas no início do estudo (T-0), quando cada animal atingiu 10% de perda de peso (T-1) e aos 20% de perda de peso (T-2). A taxa de perda de peso não diferiu entre os grupos ($p>0,05$), sendo de $0,92\pm0,2\%$ do peso corporal por semana para Co e $0,90\pm0,2\%$ para AP. A ingestão de energia metabolizável (EM) foi maior ($p\leq0,01$) no grupo AP durante os primeiros 10% da perda de peso ($AP-95,0\pm2,7$ kcal/kg^{0,40} vs $Co-83,8\pm4,4$ kcal/kg^{0,40}). O mesmo ocorreu com a ingestão de proteína digestível, que foi sempre maior ($p\leq0,01$) em AP quando comparado a Co. Houve redução significativa na massa magra corporal em Co ($T0 - 2,84\pm0,2$ kg vs $T2 - 2,61\pm0,2$ kg; $p\leq0,05$), mas em AP esta redução não foi significativa ($T0 - 3,06\pm0,2$ kg vs $T2 - 2,96\pm0,2$ kg; $p>0,05$). A gordura corporal e a leptina sérica dos animais se reduziram significativamente em ambos os grupos ($p\leq0,001$). Foram observadas algumas alterações ($p\leq0,05$) nos parâmetros bioquímicos ao longo do emagrecimento, mas todos os parâmetros mantiveram-se dentro dos limites de normalidade da espécie. Após a perda de peso programada, os gatos foram alimentados com uma dieta com 117,1 g de PB/1000kcal em quantidade suficiente para manter o peso corporal constante (MAN), durante um período de 17 semanas. Ao término da MAN, não houve diferença na composição corporal entre os grupos ($p>0,05$). As necessidades calóricas foram aumentando gradativamente e não se estabilizaram até o término da MAN, em ambos os grupos. As necessidades energéticas foram semelhantes nas primeiras 6 semanas da MAN (Co: $93,6\pm2,8$ kcal/kg^{0,4} e AP: $97,2\pm1,9$ kcal/kg^{0,4}), mas foi maior em AP nas semanas 7 a 12 (Co: $96,7\pm2,2$ kcal/kg^{0,4}; AP: $111,9\pm1,8$ kcal/kg^{0,4}; $p<0,001$) e nas semanas 13 a 17 (Co: $110,6\pm2,2$ kcal/kg^{0,4}; AP: $127,7\pm2,0$ kcal/kg^{0,4}; $p<0,01$). Pode-se concluir que a utilização de ração com elevado teor protéico para gatos obesos promove a

manutenção da massa magra corporal durante a perda de peso e permite maior ingestão calórica pelos animais durante o emagrecimento e a fase posterior de manutenção do peso.

Palavras-chave: obesidade; composição corporal; energia metabolizável; proteína; gatos.

Introdução

A ocorrência de sobrepeso e obesidade em gatos nos Estados Unidos estão relatadas ao redor de 25% dos animais atendidos em clínicas e hospitais veterinários (SLOTH, 1992). O excesso de peso nestes animais está relacionado com o surgimento de diversas outras doenças, sendo as mais freqüentes o Diabetes mellitus, claudicação e dermatopatias não-alérgicas (SCARLETT e DONOGHUE, 1998). Por estes motivos, a prevenção do desenvolvimento de obesidade e o tratamento dos animais obesos podem contribuir significativamente para a melhora na qualidade de vida dos mesmos.

A redução da densidade calórica dos alimentos pela diminuição do teor de gordura e elevação nas concentrações de fibra da ração é uma estratégia amplamente utilizada no manejo da obesidade em animais de companhia, visando maior estímulo de saciedade e maior volume de ingestão alimentar. Além disso, dietas com maior teor protéico têm sido sugeridas, devido aos seus possíveis efeitos termogênicos e estimulantes de saciedade. Em alguns estudos em cães e humanos foi demonstrado que a elevação na concentração protéica em alimentos para perda de peso minimiza a perda de massa magra durante o tratamento da obesidade (DIEZ et al., 2004). Em estudo com felinos, LAFFLAMME e HANNA (2005) demonstraram conservação de massa magra corporal durante o regime de animais alimentados com ração contendo 45% da energia proveniente da proteína.

A elevação da proteína em dietas para perda de peso talvez seja ainda mais importante para felinos, pois estes apresentam dificuldade em adaptar as enzimas do catabolismo protéico hepático, especialmente as gliconeogênicas e ureagênicas, à baixa ingestão de proteína. Nesta espécie, o catabolismo protéico permanece acelerado constantemente mesmo em situações de baixa oferta deste nutriente (ROGERS et al., 1977), o que pode ocorrer em regimes para perda de peso como consequência da menor oferta de alimentos (SILVA e MERCER, 1985). Além da proteína, o grau de restrição calórica também pode intensificar a perda de massa magra, sendo prudente controlar a taxa de perda de peso de animais obesos (NGUYEN et al., 2002).

Acredita-se, ainda, que o manejo alimentar e deita empregados durante a perda de peso podem se refletir nas necessidades calóricas após o regime (CROWELL-DAVIS et al., 1995). Cães que receberam severa restrição calórica durante a perda de peso tornaram-se mais predispostos a ganhar peso novamente após o término do regime. Dentre os fatores implicados nesta predisposição ao novo acúmulo de gordura inclui-se as reduções no

metabolismo basal e na massa magra corporal, como consequência do déficit nutricional (DAMINET et al., 2003; LAFFLAMME e KUHLMAN, 1995). Em humanos, uma redução no peso corporal entre 7,5-10% resulta em uma redução de 12-15% do gasto energético diário (AGUS et al., 2000).

Não foram localizados estudos que determinaram as necessidades calóricas de gatos após a perda de peso. Considerando que a ingestão protéica pode influenciar a perda de massa magra corporal durante o emagrecimento e que as necessidades calóricas estão diretamente relacionados com a massa magra dos animais (BURKHOLDER e TOLL, 2000), é possível que a ingestão protéica durante a perda de peso possa influenciar, também, a necessidade calórica para manutenção do peso de gatos após o regime.

Tendo em vista os possíveis efeitos benéficos da elevação das concentrações de proteína em alimentos para perda de peso de felinos, neste trabalho compararam-se dois alimentos hipocalóricos com diferentes teores de proteína bruta quanto aos seus efeitos na composição corporal, parâmetros bioquímicos e hormonais, e necessidade calórica durante a perda de peso e subsequente manutenção do peso em gatos obesos castrados.

Material e métodos

O experimento foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa os gatos foram divididos em dois grupos, e submetidos a uma perda controlada de 20% do peso. Nesta fase, cada grupo recebeu uma de duas rações, que diferiram quanto ao teor de proteína bruta. Após o emagrecimento deu-se início a segunda etapa experimental quando todos os gatos, independente do grupo para perda de peso passaram a receber uma mesma ração em quantidade suficiente para manter o peso corporal durante 17 semanas.

Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de ética e bem-estar animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista - FCAV-UNESP, Campus de Jaboticabal.

Animais

Foram empregados no estudo 18 gatos adultos castrados com escore de condição corporal (ECC) entre 8 e 9 (LAFFLAMME, 1997), sendo dez gatos machos e oito fêmeas com idade entre quatro e oito anos. Todos os gatos encontravam-se obesos a pelo menos 12 meses antes do início do estudo, tendo a obesidade ocorrido naturalmente, como consequência do comportamento alimentar individual. O estado de saúde dos animais foi previamente avaliado por meio de exame físico e hematológico, urinálise e determinação do perfil bioquímico sérico, incluindo a determinação da glicose, uréia, creatinina, fosfatase alcalina, alanina aminotransferase, gama-glutamil transferase, proteína plasmática total e albumina. Todos os animais foram considerados saudáveis.

Grupos experimentais e manejo

Antes do início do experimento a composição corporal dos gatos foi determinada pela técnica de absorciometria de raios-x de dupla energia (DXA). Os gatos obesos foram distribuídos em dois grupos, equilibrados quanto à composição corporal e sexo. O grupo controle (Co) foi constituído por nove gatos (cinco machos e quatro fêmeas) e o grupo alta proteína (AP), da mesma forma, formado por nove animais (cinco machos e quatro fêmeas). Durante o ensaio os gatos permaneceram 14 horas em gaiolas individuais (0.80 x 0.80 x 1.0 m), das 18h às 8h, seguidos por 10h (das 8-18h) soltos em gatil coletivo com 50m² para prática de exercício e sociabilização. Para controlar a ingestão alimentar, o alimento foi fornecido somente quando os animais estavam nas gaiolas individuais, sendo este fornecido

as 18 horas e 7 horas. O ambiente em que os animais permaneceram apresentava iluminação natural e artificial, mantendo-se um ciclo claro:escuro de 12:12h, respectivamente. A temperatura ambiente média foi de $21,75 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$.

Dietas

Fase de perda de peso: Duas dietas experimentais com teor moderado de fibras foram empregadas durante a perda de peso, uma contendo menor teor de proteína bruta, fornecida ao grupo Co e outra contendo teor mais elevado de proteína, fornecida ao grupo AP. As dietas experimentais foram produzidas na Fábrica de Rações da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus de Jaboticabal, em extrusora experimental de rosca simples (*Extru-tech*) com capacidade de produção de aproximadamente 150 kg/h. O processo de extrusão das rações foi controlado pela aferição da densidade (g/L). As dietas experimentais foram secas e recobertas com gordura de aves e palatilizante, sendo então armazenadas em sacos plásticos. Cada ração foi formulada de acordo com as recomendações nutricionais para gatos da Association of American Feed Control Officials (AAFCO, 2004) e balanceada para suprir as necessidades de manutenção dos animais. Os ingredientes das dietas foram os mesmos, com variação apenas no percentual de inclusão das fontes de proteína e amido. A formulação e composição química das rações para perda de peso estão apresentadas na Tabela 1.

Fase de manutenção: quando cada gato emagreceu 20% em relação ao peso inicial obeso, independente do grupo ao qual pertenciam, passaram a receber um mesmo alimento comercial light para gatos adultos (Tabela 1) durante a fase de manutenção (MAN).

Tabela 1. Composição dos alimentos hipocalóricos fornecidos aos gatos obesos submetidos a perda de peso e acompanhados durante 17 semanas na fase de manutenção do peso ^{1, 2}.

	Fase de perda de peso		Fase de manutenção
	Dieta controle ²	Dieta alta proteína ²	Dieta light ⁵
<i>Composição nutricional (gramas por 1000 kcal de energia metabolizável) ¹</i>			
Proteína bruta ⁴	89.75	118.6	117.12
Extrato etéreo em hidrólise ácida ⁴	27.33	26.67	25.38
Fibra bruta ⁴	15.53	14.72	5.41
Fibra dietética total ⁴	40.37	40.56	-
Amido ⁴	118.01	67.22	-
Cinzas ⁴	21.74	19.44	26.46
Cálcio ⁴	4.35	3.89	3.60
Fósforo ⁴	3.42	3.06	2.40

¹- valores expressos sobre a matéria seca;

²- ingredientes empregados nas rações para perda de peso: glúten de milho 60%; farinha de subprodutos de frango; fígado em pó; celulose; quirera de arroz, albumina, lentilha; casca de soja; farinha de peixe; levedura de cerveja; ovo em pó; fosfato bicálcico; óleo de peixe; premix mineral e vitamínico; cloreto de sódio; cloreto de potássio; fruto-oligossacarídeo; cloreto de colina; taurina; DL-metionina; antioxidante.

³- adição por quilograma de ração: 25000 UI de vitamina A; 1400 UI de vitamina D₃; 400mg de vitamina E; 3mg de vitamina K₃; 18mg de vitamina B₁; 19mg de vitamina B₂; 18mg de vitamina B₆; 0,06mg de vitamina B₁₂; 85mg de niacina; 35mg de ácido pantotênico; 1,30mg de ácido fólico; 0,32mg de biotina; 80mg de vitamina C; 300mg de carnitina; 120mg de ferro; 20mg de cobre; 20mg de manganês; 100mg de zinco; 0,7mg de cobalto; 1,5mg de iodo; 0,20mg de selênio.

⁴-todas as amostras foram analisadas em duplicata aceitando-se um coeficiente de variação < 5%.

⁵- -Guabi Natural Light, Mogiana Alimentos S.A. ingredientes: Carne de Frango, Farinha de Carne de Frango, Arroz Integral, Polpa de Beterraba, Fosfato Bicálcico, Gordura de Frango, Óleo de Peixe Refinado, Cloreto de Potássio, Hexametáfosfato de Sódio, Cloreto de Sódio (Sal comum), Óleo de Canola, Ácido Cítrico, Cloreto de Colina, Mannan-oligossacarídeos, Taurina, Essência de Alecrim, Proteinato de Zinco, Tocoferol, Vitamina E, L-Carnitina, Sulfato de Ferro, Vitamina B12 (Cianocobalamina), Sulfato de Manganês, Niacina, Ácido Pantotênico, Vitamina B1 (Tiamina), Vitamina A (Retinol), Iodato de Potássio, Vitamina B2 (Riboflavina), Selenito de Sódio, Vitamina B6 (Piridoxina), Vitamina D3 (Colecalciferol).

Cálculos das necessidades calóricas e da quantidade de alimento

Fase de perda de peso: para a perda de peso os gatos foram alimentados com 60% das suas necessidades calóricas de manutenção estimada para o peso meta, o qual foi considerado como 20% abaixo do peso atual. A quantidade de energia metabolizável fornecida foi calculada pela seguinte fórmula:

Necessidade calórica para perda de peso = $[70 \times \text{peso meta}^* (\text{kg}) \times 0.6]$ kcal por dia.

*- peso meta = peso obeso menos 20%

A quantidade diária de alimento foi inicialmente estimada considerando-se, então, a necessidade energética para perda de peso de cada felino e a energia metabolizável (EM) de cada uma das rações, determinada por ensaio *in vivo*. Esta quantidade foi, então, dividida em duas porções diárias. A água foi fornecida *ad libitum*. Foi estabelecido para ambos os grupos uma taxa de emagrecimento de 1% do peso corporal por semana. Para isto, os gatos foram pesados semanalmente, sempre pela manhã antes da primeira refeição, na mesma balança. Quando necessário, a quantidade de alimento oferecida foi ajustada, visando atingir a meta de perda de peso estabelecida. Para se determinar o consumo calórico a quantidade de ração fornecida e recusada diariamente foi pesada, sendo a quantidade consumida multiplicada pela EM da dieta.

Fase de manutenção do peso: durante esta etapa os animais receberam a quantidade de alimento light necessária para manter o peso corporal constante, durante um período aproximado de 17 semanas. Os gatos foram pesados semanalmente, sempre pela manhã antes da primeira refeição e na mesma balança, promovendo-se, quanto necessário, ajustes na quantidade de alimento fornecido.

Ensaio de digestibilidade e energia metabolizável

Antes do início do estudo, os coeficientes de digestibilidade e a EM das três rações empregadas foram determinados em ensaios *in vivo*, segundo o método de coleta total de fezes e urina (AAFCO, 2004). Para cada ração foram empregados seis gatos adultos, alojados em gaiolas de metabolismo em inox, medindo 0,9x0,8x0,9 m, com aparato para a

separação de fezes e urina. Adotou-se período de adaptação de 10 dias, seguidos de 10 dias de colheita quantitativa de fezes e urina. Os animais foram alimentados às 9:00h e 17:00h, em quantidade suficiente para atender sua demanda energética de manutenção (NRC, 2006). Os comedouros eram removidos das gaiolas antes da próxima refeição e as sobras pesadas, de modo a se quantificar o consumo. No primeiro dia da fase de colheita, antes das 8:00h, todas as fezes e urina dos gatos foram recolhidas das gaiolas e descartadas. Fezes e urina foram recolhidos, então, durante os próximos 10 dias no momento das refeições. As fezes eram pesadas e congeladas (-15°C) e a urina recolhida em recipiente plástico contendo 1ml de ácido sulfúrico (1 mol/L), sendo então congeladas (-15°C).

Ao final do período de colheita fezes e urina foram descongeladas e homogeneizadas, compondo-se uma amostra por animal. Posteriormente as amostras de fezes foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h. A urina foi colocada (cerca de 50 mL) em placas de petri e mantidas em estufa de ventilação forçada (320-SE, FANEM, São Paulo) a 55°C , por 24 horas, para redução do volume. Este procedimento foi repetido por mais duas vezes, totalizando 150 mL de urina. As amostras de fezes e rações, foram moídas em moinho tipo faca (MOD 340, ART LAB, São Paulo), com peneira de 1mm. Rações e fezes foram analisadas, então, de acordo com os procedimentos descritos pela AOAC (1995) para matéria seca, cinzas, proteína bruta, extrato etéreo em hidrólise ácida, fibra bruta, cálcio e fósforo. O método de Prosky et al. (1992) foi usado para a determinação da fibra dietética total nas rações. A quantidade de amido das rações foi determinada de acordo com Miller (1959) e Hendrix (1993). O conteúdo de energia bruta das dietas, fezes e urina foi determinado por calorimetria em bomba calorimétrica (1281, PARR Instruments, EUA). Todas as análises foram conduzidas em duplicata, sob um coeficiente de variação menor de 5%.

Acompanhamento da perda e manutenção do peso

As fases de emagrecimento e manutenção do peso foram acompanhadas pelos exames e parâmetros relacionados no Quadro 1.

Quadro 1: Exames e procedimentos de acompanhamento e avaliação do emagrecimento e manutenção do peso dos gatos.

	Fase de perda de peso			Fase de manutenção			
	inícioPP	10%PP	20%PP ^a	Início ^a	6 sem	13 sem	17 sem
Exames bioquímicos ¹	X	X	X				
Exames hormonais ¹	X	-	X				
Composição corporal	X	-	X	X		-	X
Ingestão calórica	XX	XX		XX	XX	XX	
Peso corporal	X	X	X	X	X	X	X
Balanço de nitrogênio ¹	X		X				

¹ exames realizados somente durante a perda de peso; ^a 20% de perda de peso equivale ao início da manutenção.

inícioPP – início do experimento; 10%PP – 10% de perda de peso; 20%PP – 20% de perda de peso; início – início da fase de manutenção; 6 sem – sexta semana da fase de manutenção; 13 sem – décima terceira semana da fase de manutenção; 17 sem – décima sétima semana da fase de manutenção.

x – indica o momento em que foi realizado o exame; xx – indica o intervalo em que foram agrupados os dados para avaliação dos resultados.

O consumo de alimento foi determinado diariamente e o peso corporal semanalmente, porém, os dados foram agrupados em intervalos para permitir a análise estatística. O balanço de nitrogênio, exames bioquímicos e hormonais foram efetuados somente na perda de peso, sendo estes testes não realizados na fase de manutenção. A composição foi determinada em ambas as fases.

Dosagens bioquímicas: para a realização destes exames foram colhidas amostras de aproximadamente 10 mL de sangue venoso dos animais, diretamente da veia jugular. Todos os exames foram realizados a partir de amostras de soro sangüíneo dos gatos e imediatamente após a colheita, que ocorreu com os animais em jejum de 12 horas.

Para a quantificação laboratorial da uréia, creatinina, fosfatase alcalina, bilirrubina direta e total, alanina e aspartato aminotransferase, frutossamina, triglicerídeos totais, colesterol total, lipoproteína de alta densidade (HDL), proteínas totais e albumina foram utilizados kits comerciais* seguindo-se as metodologias recomendadas pelos fabricantes. A leitura e obtenção dos resultados foram realizadas em analisador semi-automático LABTEST, modelo LABQUEST BIO 2000. Todas estas análises foram efetuadas no Laboratório de Clínica Experimental do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da FCAV/ UNESP.

A determinação da glicose sangüínea foi realizada pelo sistema enzimático “GOD - ANA” para analisadores semi-automáticos, utilizando “kits da LABTEST®”† no Laboratório de Clínica Experimental do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da FCAV-UNESP Jaboticabal. Ela foi realizada a partir de uma amostra de 1mL de sangue venoso, colhido como anteriormente descrito, e conservado em tubos contendo EDTA fluoretado.

Dosagens hormonais: todas as dosagens hormonais foram efetuadas a partir de amostras de soro dos animais, que foi obtido imediatamente após a colheita de sangue e acondicionado em freezer à -70°C até o momento das análises laboratoriais.

A leptina foi dosada em amostras de soro por radioimunoensaio, utilizando kit Multispecies leptin RIA da Linco Research Incorporation. Este kit foi desenvolvido para a dosagem de leptina em várias espécies animais e o seu uso em gatos foi validado por BACKUS et al. (2000). As concentrações séricas de T3 e cortisol foram determinadas por radioimunoensaio de fase sólida, empregando-se kit contendo hormônio marcado com I¹²⁵ (Diagnostic Products Corporation LA, CA USA; Total T3, catálogo TKT31; Cortisol, catálogo TCT1). As concentrações séricas de T4 total e TSH foram determinadas utilizando-se kits específicos para cães (Diagnostic Products Corporation LA, CA USA, Canine Total T4, catálogo LKCT1; Canine TSH, catálogo TKKT1) pelo método de imunoquimioluminescência

* LABTEST diagnóstica S.A., Lagoa Santa, Brasil.

† LABQUEST, Labtest Diagnóstico S.A

em aparelho específico (Diagnostic Products Corporation LA, CA USA, analisador IMMULITE 1000).

A insulina foi dosada nas amostras de soro por radioimunoensaio, utilizando “kits Coat a Count” com padrões humanos, anticorpo específico e o I^{125} como hormônio traçador, seguindo as recomendações do fabricante DPC (Diagnostic Products Corporation LA, CA USA). A metodologia e o kit empregados no presente estudo já haviam sido validados por outros autores em felinos (NELSON et al., 1990). Para o conhecimento da variabilidade do método, realizou-se um intra-ensaio empregando-se uma amostra controle e cinco repetições, obtendo-se um coeficiente de variação de 6,73% e um erro padrão de 0,42UI/mL, demonstrando pequena variabilidade de resultados.

Todas as análises foram processadas no Laboratório de Endocrinologia e Metabologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, campus de Ribeirão Preto (FMRP/USP - Ribeirão Preto).

Composição corporal

Os gatos foram submetidos a jejum alimentar 12h antes dos exames e então anestesiados com uma combinação de levomepromazina, cloridrato de tiletamina e cloridrato de zolazepam, administrados em uma mesma seringa pela via intramuscular, nas doses de 0,5, 2,5 e 2,5 mg/kg, respectivamente. Após a perda do reflexo postural, os animais foram posicionados sobre a mesa de exame de acordo com a metodologia descrita por LAUTEN et al. (2000, 2001).

A composição corporal foi determinada pela média de três varreduras consecutivas do DXA, sem reposicionamento dos gatos entre cada varredura. As imagens de corpo total foram analisadas usando o software pediátrico, com o qual se obteve os dados relativos a massa magra corporal (MM), gordura corporal (MG) e massa total (peso). Após o exame cada gato recebeu, pela via subcutânea, 30mL/kg de solução estéril de cloreto de sódio 0,9% para melhor recuperação anestésica.

Balanço orgânico de nitrogênio

Ao início e final do emagrecimento os gatos foram mantidos durante um período de cinco dias confinados em gaiolas metabólicas de inox, medindo 0,9x0,8x0,9 m, equipadas

com aparato para colheita separada de fezes e urina. Nesta período foi quantificado todo o consumo alimentar, assim como a excreção fecal e urinária dos gatos. Para se evitar perda de nitrogênio na urina, os frascos coletores acoplados às gaiolas receberam 1 mL de solução 0,1 M de ácido sulfúrico. Fezes e urina foram recolhidas três vezes ao dia e armazenadas em freezer. Ao final do período as fezes foram descongeladas, homogeneizadas e secas à 55°C conforme descrito anteriormente. A urina foi descongelada e homogeneizada, sendo avaliada sem prévio tratamento (na forma líquida). Fezes, urina e alimento foram, então, conduzidos ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UNESP – Jaboticabal, onde se procedeu à quantificação de nitrogênio pelo método Kjeldhal (AOAC, 1996). O balanço de nitrogênio (BN) foi calculado pela diferença entre o nitrogênio ingerido (Ningerido) e excretado nas fezes (Nfecal) e urina (Nurinário), pela seguinte fórmula:

$$\text{BN} = \text{Ningerido} - (\text{Nfecal} + \text{Nurinário}).$$

Análise estatística

O estudo teve um delineamento em blocos (composição corporal e sexo) em um esquema de parcelas subdivididas, sendo as rações as parcelas e os períodos as subparcelas. Cada animal representou uma unidade experimental. A análise estatística foi conduzida usando a função GLM do SAS (SCHLOTZHAUER & LITTELL, 1997). Os efeitos e interações entre animais e grupos (Co e AP) foram verificados. Teste de Tukey foi empregado para a comparação das médias, usando-se um nível de significância de 5%. Todas as variáveis foram inicialmente testadas para normalidade pelo método de Shapiro-Wilk e todas apresentaram distribuição normal. Os dados estão apresentados como média $\pm$ erro padrão (EP).

Resultados e Discussão

Coefficientes de digestibilidade aparente e energia metabolizável das rações experimentais

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e energia metabolizável aparente das rações encontram-se na Tabela 2. Os CDA não foram diferentes para os gatos magros e obesos ($P>0,05$), de forma que a média destas duas avaliações é apresentada. Em ratos Zucker submetidos à perda de 40% do peso corporal por meio de restrição calórica foi encontrada uma elevação no coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, que aumentou cerca de 6% (WILLIAMS e SENIOR, 1981). SARTOR et al. (2006), por outro lado, não observaram diferença nos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo de suínos submetidos a restrição calórica. Estas variações de resultados podem ser devidas ao grau de emagrecimento, WILLIAMS e SENIOR (1981) verificaram estas diferenças a partir de 30,5% de perda de peso corporal, diferentemente do presente estudo em que a perda foi de apenas 20%.

Tabela 2: Coeficientes de digestibilidade aparente e energia metabolizável das rações hipocalóricas oferecidas aos gatos obesos dos grupos Controle (Co) e alta proteína (AP) durante a fase de perda (Ração Controle e Alta Proteína) e manutenção do peso (Ração Light). Valores médios $\pm$ erro padrão:

Item	Ração Controle ¹ (n=6)	Ração alta proteína ¹ (n=6)	Ração Light (n=6)
Coeficiente de digestibilidade			
Matéria Seca	70,8 $\pm$ 1,9	73,8 $\pm$ 1,9	75,0 $\pm$ 0,92
Matéria Orgânica	74,1 $\pm$ 1,8	77,7 $\pm$ 1,6	78,9 $\pm$ 0,89
Proteína Bruta	86,4 $\pm$ 0,9	87,7 $\pm$ 1,0	80,2 $\pm$ 0,87
Extrato etéreo ácido	84,7 $\pm$ 2,2	86,8 $\pm$ 0,9	81,3 $\pm$ 1,4
Extrativos não-nitrogenados	68,8 $\pm$ 2,8	76,2 $\pm$ 2,0	80,3 $\pm$ 0,86
Energia Metabolizável (kcal/g)	3,22 $\pm$ 0,06	3,60 $\pm$ 0,04	3,53 $\pm$ 0,04

¹ - os coeficientes de digestibilidade obtidos no início (gatos obesos) e final do experimento (gatos magros) foram semelhantes ($p>0,05$), sendo apresentada a média das duas avaliações.

As diferenças de energia metabolizável das rações hipocalóricas empregadas no emagrecimento se refletiram no consumo alimentar durante a perda de peso, de forma que os gatos alimentados com AP receberam um volume menor de ração. Embora as fontes de carboidratos das duas rações tenham sido as mesmas, o coeficiente de digestibilidade aparente dos extrativos não-nitrogenados da ração Co foi 7,6 pontos percentuais inferior ao da ração AP. Alguns fatores que influenciam na digestibilidade dos carboidratos das rações são o grau de moagem (BAZOLLI, 2007), a extrusão (MORRIS et al., 1977), a fonte de amido da dieta (OLIVEIRA et al, 2007) e as características do trato digestório da espécie em estudo (BUDDINGTON et al, 1991; LEGRAND-DEFRETIN, 1994). Assim como outras espécies carnívoras, a absorção intestinal de carboidratos dos gatos não responde a elevação na concentração dos mesmos na dieta (BUDDINGTON et al, 1991), o que pode justificar a menor digestão dos extrativos não-nitrogenados neste estudo e, conseqüentemente, o menor valor de energia metabolizável da ração controle.

De acordo com os resultados obtidos para os coeficientes de digestibilidade e energia metabolizável (Tabela 2), percebe-se maior proximidade nos valores das rações alta proteína e light, que são resultantes da composição nutricional de ambas, também próximas, enquanto os menores valores foram da ração controle. Estas diferenças numéricas são

explicadas pela menor digestibilidade dos extrativos não-nitrogenados verificados na dieta controle.

Peso e composição corporais

Fase de perda de peso:

Dois gatos, um macho e uma fêmea pertencentes ao grupo que foi alimentado com a ração AP foram removidos do estudo após apresentarem doença do trato urinário inferior e suspeita de lipidose hepática, respectivamente. Um macho do grupo que recebeu a ração Co também foi removido após apresentar episódios de diarreia não relacionados à dieta experimental, acompanhados de acentuada perda de peso. Desta forma, completaram o experimento sete gatos em AP e oito em Co.

O protocolo experimental foi efetivo em promover redução moderada de peso em ambos os grupos ($p \leq 0,001$), sendo esta semelhante entre os tratamentos ($p > 0,05$). Estes dados encontram-se na Tabela 3. O DXA é considerado um método preciso, exato e sensível em detectar pequenas alterações na composição corporal dos animais (BORGES, 2006; LAUTEN, 2002). LAUTEN (2002) estudou a composição corporal média em gatos de 45 dias a mais de 5 anos e obtiveram um percentual de MG de 20,9% e MM de 76,0%. BRENNAM et al. (2004) submeteram gatos castrados ao ganho de peso e verificaram 25% de gordura corporal nos gatos magros e 31,8% nos animais obesos. Neste estudo, os percentuais de gordura corporal dos gatos após a perda de peso foram superiores aos de LAUTEN (2002) e semelhantes aos de BRENNAM et al. (2004).

Tabela 3: Peso, taxa de perda de peso, condição corporal e composição corporal dos gatos do grupo controle (Co; n=8) e alta proteína (AP; n=7), durante a fase de emagrecimento e após 17 semanas de manutenção do peso. Valores médios±EPM.

	0%PP	10%PP	20% PP/ início MAN ²	17sem MAN
<i>Peso (kg)</i>				
Controle (n=8)	4,91 ^a ±0,5	4,30 ^b ±0,4	3,86 ^c ±0,4	3,80 ^a ±0,4
Alta proteína (n=7)	5,17 ^a ±0,3	4,56 ^b ±0,3	4,05 ^c ±0,3	3,99 ^a ±0,3
P¹	0,005	0,002	0,02	0,02
<i>Escore de condição corporal³</i>				
Controle (n=8)	8,63 ^a ±0,18	8,13 ^a ±0,23	6,38 ^b ±0,32	6,38 ^a ±0,32
Alta proteína (n=7)	8,57 ^a ±0,20	7,86 ^a ±0,26	6,29 ^b ±0,42	6,29 ^a ±0,42
P¹	0,88	0,45	0,64	0,64
<i>Massa magra corporal (kg)</i>				
Controle (n=8)	2,84 ^a ±0,2	2,77 ^{ab} ±0,2	2,61 ^b ±0,2	2,72 ^a ±0,2
Alta proteína (n=7)	3,06 ^a ±0,2	2,98 ^a ±0,2	2,96 ^a ±0,2	2,90 ^a ±0,2
P¹	0,03	0,03	0,001	0,05
<i>Massa gorda corporal (kg)</i>				
Controle (n=8)	1,95 ^a ±0,2	1,42 ^b ±0,2	1,14 ^c ±0,2	0,97 ^a ±0,2
Alta proteína (n=7)	1,98 ^a ±0,2	1,45 ^b ±0,2	0,96 ^c ±0,2	0,97 ^a ±0,1
P¹	0,62	0,52	0,11	0,81
<i>Conteúdo mineral ósseo (kg)</i>				
Controle (n=8)	0,122 ^a ±0,01	0,109 ^b ±0,01	0,108 ^b ±0,01	0,109 ^b ±0,01
Alta proteína (n=7)	0,133 ^a ±0,01	0,129 ^b ±0,01	0,122 ^b ±0,01	0,125 ^b ±0,01
P¹	0,02	0,0001	0,003	0,0002
<i>Densidade mineral óssea (g/cm²)</i>				
Controle (n=8)	0,451 ^a ±0,01	0,437 ^a ±0,01	0,436 ^a ±0,01	0,436 ^a ±0,01
Alta proteína (n=7)	0,462 ^a ±0,01	0,462 ^a ±0,01	0,461 ^a ±0,01	0,457 ^a ±0,01
P¹	0,21	0,001	0,001	0,003
<i>Massa magra corporal (%)</i>				
Controle (n=8)	58,5 ^c ±1,6	65,6 ^b ±2,7	68,4 ^a ±1,6	72,2 ^a ±1,1
Alta proteína (n=7)	59,3 ^c ±2,2	65,9 ^b ±3,2	73,5 ^a ±3,1	72,8 ^a ±2,8
P¹	0,87	0,72	0,006	0,9
<i>Massa gorda corporal (%)</i>				
Controle (n=8)	38,9 ^a ±1,6	31,8 ^b ±2,8	28,8 ^c ±1,6	24,9 ^c ±2,2
Alta proteína (n=7)	38,1 ^a ±2,3	31,2 ^b ±3,3	23,4 ^c ±3,2	24,1 ^c ±1,9
P¹	0,83	0,85	0,005	0,84
<i>Perda de peso semanal (%)</i>				
Controle (n=8)	-	0,93 ^a ±0,2	0,87 ^a ±0,1	0,09 ^b ±0,02
Alta proteína (n=7)	-	0,83 ^a ±0,2	1,02 ^a ±0,2	0,10 ^b ±0,02
P¹	-	0,83	0,76	0,96

0%PP – momento inicial da fase de perda de peso; 10%PP – 10% de perda de peso; 20%PP – 20% de perda de peso; início MAN – momento inicial da fase de manutenção do peso; 17sem MAN – 17 semanas do período de manutenção.

¹ probabilidade de rejeição da hipótese de nulidade

² os resultados obtidos aos 20% de perda de peso e momento inicial da fase de manutenção são os mesmos

³ de acordo com LAFFLAMME (1997)

^{a,b,c} Médias nas linhas sem uma letra em comum são diferentes pelo teste de Tukey (p≤0,05)..

A avaliação da composição corporal demonstrou perda significativa de massa magra (MM) em Co ($p \leq 0,001$), enquanto os gatos alimentados com a dieta AP mantiveram a MM ao longo da perda de peso. Verificou-se redução do conteúdo mineral ósseo (CMO) em ambos os grupos ($p \leq 0,005$), mas não houve redução da densidade mineral óssea (DMO), que se manteve constante durante todo o experimento ($p > 0,05$).

A perda de peso resultou em redução significativa da gordura corporal (MG) nos dois grupos ($p \leq 0,01$). Esta redução foi significativa entre cada uma das avaliações ao longo da perda de peso. Em sua avaliação percentual, tanto a MM% como a MG% se alteraram significativamente em Co e AP, verificou-se elevação de 14,2% da MM% em AP e de 9,9% em Co ao final do emagrecimento ($p \leq 0,05$). Da mesma forma, a redução percentual de MG foi maior em AP, quando comparado a Co ($p \leq 0,01$). Estas diferenças resultaram em alteração significativa da composição corporal entre os grupos ($p \leq 0,01$). Assim, se no início do estudo não havia diferença da composição corporal dos gatos (avaliada pelas proporções de MG% e MM%), pois este foi o critério empregado para a constituição dos grupos experimentais, ao final da perda de peso o grupo Co apresentava, proporcionalmente, mais gordura e menos massa magra que AP ($p \leq 0,006$).

A substituição de carboidratos por proteína em alimentos para perda de peso tem-se mostrado benéfica para a composição corporal em humanos (PIATTI et al., 1994), cães (BLANCHARD et al., 2004) e gatos (LAFFLAMME e HANNAH, 2005) obesos, uma vez que estes nutrientes favorecem a manutenção da massa magra corporal durante o emagrecimento. As concentrações mais elevadas de proteína parecem causar maior efeito na saciedade, na termogênese corporal, além de favorecer maior perda de gordura corporal (PARKER et al., 2002). No entanto, além da dieta, o manejo alimentar também é importante pois BLANCHARD et al. (2004) verificaram que a perda de peso em cães promovida com uma ração rica em proteína (103g de PB/1000 kcal), mas em taxa elevada de 2-3% de perda de peso por semana, resultou em 30% de perda de massa magra.

A maior perda de tecido magro e menor de tecido gordo em indivíduos que consomem dietas com maior concentração de carboidratos, especialmente aqueles de elevado índice glicêmico, são possivelmente devido à maior liberação de insulina e menor de glucagon promovida por estes alimentos. Sabe-se que a insulina inibe a gliconeólise e lipólise, suprimindo as concentrações de glicose e ácidos graxos na corrente sanguínea. Esta baixa concentração de combustíveis metabólicos estimula um mecanismo contra-regulatório hormonal, alguns dos quais com atividade proteolítica (GELFAN et al., 1984). Apesar destes

aspectos metabólicos não terem sido estudados diretamente no presente estudo, foi possível se verificar a preservação de massa magra com o aumento da ingestão protéica. É possível que o maior consumo de proteína em AP tenha sido capaz de fornecer aminoácidos em quantidades suficientes para serem utilizados na gliconeogênese, poupando os aminoácidos musculares.

A preservação da massa magra parece ser importante, também, para minimizar a redução no metabolismo basal dos animais e evitar novo ganho de peso após o término do regime (LAFFLAMME e HANNAH, 2005). Em humanos, quando o peso corporal reduz-se entre 7,5-10%, o metabolismo basal tende a diminuir cerca de 10-12% como um efeito protetor para manter estoques de nutrientes e preservar os tecidos corporais (AGUS et al, 2000). Perda de massa magra associada à perda de peso e estreita correlação entre o gasto energético diário e massa magra corporal já foram demonstradas em humanos por RAVUSSIN et al. (1985) há mais de 20 anos. Considerando que o gasto energético diário em gatos também está diretamente relacionado com a massa magra do animal (NGUYEN et al., 2001), sua preservação durante o emagrecimento parece, também, assumir papel central nas necessidades calóricas e saúde dos animais após a dieta de emagrecimento.

LAFFLAMME e HANNAH (2005) utilizaram protocolo e tratamentos para a perda de peso em gatos obesos semelhantes ao do presente estudo e verificaram, da mesma forma, que a maior ingestão protéica durante a perda de peso, promove maior redução no percentual de gordura corporal e menor perda de massa magra corporal. Estas autoras também verificaram que a taxa próxima a 1% de perda de peso por semana é considerada segura para gatos, tendo em vista a redução do risco de desenvolvimento de lipidose hepática felina e redução acentuada nas necessidades calóricas após o término do regime.

NGUYEN et al. (2002), apesar de empregarem duas rações contendo elevados teores protéicos (>127gPB/1000kcal) para perda de peso em gatos, verificaram que cerca de 24% da perda foi proveniente de massa magra corporal, sendo esta significativa. No presente estudo, a ração AP tinha 118gPB/1000kcal e apenas 8% da perda de peso foi proveniente da massa magra, sugerindo que o fator decisivo destas diferenças foi, possivelmente, a taxa de perda de peso semanal, que foi de 1,6% no estudo de NGUYEN et al. (2002) e de apenas 1% no presente trabalho. Outro aspecto importante, que não pode ser descartado, é a qualidade das proteínas das dietas, que podem ter sido diferentes entre os dois estudos, o que infelizmente não pode ser comparado.

A técnica de DXA para a determinação da composição corporal pode, também, ter contribuído parcialmente com as diferenças encontradas na massa magra corporal dos animais antes e após a perda de peso. HAROUN et al. (2005) observaram que há diferença na composição da massa magra entre indivíduos obesos e magros. Pelo modelo dos 3 compartimentos, estes autores verificaram maior hidratação e menor densidade do tecido magro em crianças obesas e o exame de DXA não é capaz de detectar estas diferenças. Partindo deste achado, não se pode descartar a possibilidade que o DXA superestime a massa magra em indivíduos obesos e que parte da perda que ocorre na massa magra durante a restrição calórica seja conseqüente à redução na hidratação do tecido corporal magro com o emagrecimento. Isto, no entanto, não parece ter sido um evento importante no presente estudo pois o grupo AP não apresentou redução da MM (kg) com o a redução de 20% do peso corporal, apenas o grupo Co, o que sugere que esta redução tenha sido, provavelmente, real.

A maior perda de massa magra no grupo Co ocorreu na fase final da perda de peso, quando os animais já não estavam mais tão obesos, apresentando a proporção de 1,65 gramas de gordura perdida para cada grama de massa magra perdida, ou seja, praticamente metade da perda de peso neste período foi decorrente da massa magra. No grupo que recebeu alta proteína, esta relação foi de 19,4 gramas de gordura por grama de tecido magro. A ingestão protéica no final do emagrecimento parece, então, ser muito importante para poupar a massa muscular. Estas alterações e preferências metabólicas no uso dos substratos energéticos foram descritas por DUNN et al. (1985). Estes avaliaram o catabolismo muscular de ratos magros e obesos, alimentados ou não, e demonstram maior perda de massa magra em animais magros em jejum e maior síntese protéica nos obesos alimentados, sugerindo preferência na utilização de substratos energéticos pelo organismo a depender da condição corporal.

FARNWORTH et al. (2003) estudaram o impacto do teor protéico das dietas para perda de peso em homens e mulheres sobre o *turnover* ósseo, sem verificar diferenças de acordo com a composição da dieta. No presente trabalho, não foram quantificados os marcadores de remodelamento ósseo, porém, pela avaliação da densidade mineral óssea e conteúdo mineral ósseo, ambas as dietas proporcionaram alterações similares nos parâmetros avaliados.

Fase de manutenção:

Peso corporal, composição corporal e condição corporal foram semelhantes dentro de cada grupo ao longo da MAN ($p>0,05$), conforme os dados mostrados na Tabela 3. O peso corporal foi diferente entre os grupos no início e término da MAN ($p<0,05$), o que interferiu nas comparações dos valores absolutos, em quilogramas, entre os grupos. No início da MAN, o grupo AP apresentou maior MM (%) e menor MG (%) que o grupo Co ($p<0,01$), uma vez que estes dados equivalem àqueles do término da perda de peso. Considerando que antes da perda de peso a composição corporal foi semelhante entre os grupos ($p>0,05$), a maior ingestão protéica pelo grupo AP durante a perda de peso pode explicar estas diferenças no início da MAN. Ao final da MAN, MM e MG foram similares entre os grupos Co e AP ($p=0,8$).

Assim, durante a fase de manutenção, a elevação do percentual de massa magra no grupo Co sugere um possível efeito da proteína dietética em promover o aumento na massa magra (NGUYEN et al., 2004), de forma que o elevado teor protéico da dieta light empregada (39,6%) foi capaz de melhorar a composição corporal destes gatos. Outro efeito possível durante esta fase é o aumento da conversão alimentar, descrito em ratos (MACLEAN et al., 2004), que pode também ter contribuído para o aumento percentual da massa magra no grupo Co. O conhecimento deste fato é importante, uma vez que demonstra o quanto dietas contendo elevados teores protéicos exercem influência na composição corporal de espécies carnívoras, como os gatos.

A restrição calórica promove ativação do sistema ubiquitina-proteasoma (UP) das fibras musculares, que são proteínas envolvidas no catabolismo protéico e atrofia muscular. Apesar deste mecanismo não ser completamente elucidado, participam deste evento alguns hormônios e citocinas. Em cães, a ingestão de dietas com baixo teor protéico (12%) promoveu aumento de gordura corporal e perda de massa magra, quando comparada à dieta contendo 28% de proteína, o que se deveu à maior ativação do sistema UP. Apesar do efeito catabólico nestes casos, o organismo de cães parece reagir a perda de massa magra, reduzindo a atividade de enzimas envolvidas no sistema UP (WAKSHLAG et al., 2003). Este é, então, outro ponto a ser considerado na recuperação da massa magra verificada no grupo Co, esta pode ter sido favorecida pela soma de fatores como a inibição do sistema UP, maior atividade anabólica devido ao aumento na ingestão calórica e aumento na ingestão protéica.

Ingestão de nutrientes e balanço de nitrogênio

Houve diferença entre as ingestões de proteína digestível (PD) e energia metabolizável (EM) entre os grupos no período de 0-10% de perda de peso, sendo maior a ingestão de nutrientes em AP (Tabela 4). Embora no período entre 10-20% de perda de peso estas diferenças não tenham sido significativas, quando empregado o peso metabólico utilizando-se o fator 0,40 (recomendado para gatos obesos), estas diferenças foram significativas considerando-se o nível de significância 10% ($p=0,09$; Tabela 4). A ingestão de PD foi maior ($p\leq 0,001$) em AP durante todo o estudo. O consumo de EM ($\text{kcal/kg}^{0,4}$) e foi diferente entre a primeira e segunda fase da perda de peso no grupo que recebeu AP, sendo necessário maior restrição de calorias na segunda fase de emagrecimento.

Tabela 4: Ingestão de energia metabolizável (EM) e proteína digestível (PD) dos gatos obesos submetidos à perda de peso, pertencentes aos grupos controle (Co; $n=8$) e alta proteína (AP; $n=7$), durante a fase de perda de peso e manutenção do peso. Valores médios $\pm$ erro padrão. Médias $\pm$ erro-padrão da média

Tratamento	Fase de perda de peso		Fase de manutenção do peso		
	0-10%PP	10-20%PP	0-6sem	7-12sem	13-17sem
<i>Ingestão de energia metabolizável ($\text{kcal/kg}^{0,40}$)</i>					
Controle ($n=8$)	83,8 ^a $\pm$ 4,4	80,6 ^a $\pm$ 3,2	93,58 ^c $\pm$ 2,80	96,66 ^b $\pm$ 2,21	110,61 ^a $\pm$ 2,18
Alta proteína ($n=7$)	95,0 ^a $\pm$ 2,7	85,5 ^b $\pm$ 3,2	97,19 ^c $\pm$ 1,85	111,90 ^b $\pm$ 1,81	127,70 ^a $\pm$ 1,98
P	0,0001	0,09	0,17	0,0001	0,0001
<i>Ingestão de energia metabolizável (kcal/kg de massa magra)</i>					
Controle ($n=8$)	53,3 ^a $\pm$ 1,5	50,9 ^a $\pm$ 1,1	-	-	-
Alta proteína ($n=7$)	57,6 ^a $\pm$ 1,4	50,0 ^b $\pm$ 0,9	-	-	-
P	0,02	0,73			
<i>Ingestão de proteína digestível ($\text{g/kg}^{0,67}$)</i>					
Controle ($n=8$)	3,5 ^a $\pm$ 0,1	3,5 ^a $\pm$ 0,1	-	-	-
Alta proteína ($n=7$)	5,5 ^a $\pm$ 0,1	5,1 ^a $\pm$ 0,2	-	-	-
P	0,0001	0,0001			

10%PP – 10% de perda de peso; 20%PP – 20% de perda de peso;

¹ probabilidade de rejeição da hipótese de nulidade

^{a,b,c} Médias nas linhas sem uma letra em comum são diferem pelo teste de Tukey ($p\leq 0,05$).

A perda de peso média próxima a 1% mantida neste estudo foi possível com o fornecimento de aproximadamente 65% das necessidades calóricas de manutenção de gatos na condição corporal de sobrepeso, de $130 \text{ kcal/kg}^{0,4}$ (NRC, 2006). HILL e SCOTT (2004) sugerem o emprego do cálculo das necessidades calóricas para gato dependente da

superfície corporal dos animais. Extrapolando as recomendações destes autores para o presente estudo, as sugestões de ingestão calórica para manutenção do peso para os gatos seria de 149 kcal/kg^{0,4}. Por este critério, a ingestão calórica para a perda de peso dos animais ficou estimada em aproximadamente 57% das necessidades calóricas de manutenção.

Apesar do efeito termogênico da proteína ser relatado como um dos fatores que contribuem para a maior perda de peso ou menor predisposição à obesidade quando os indivíduos foram alimentados com dietas hiperprotéicas, CRIST E ROMSOS (1987) não observaram efeito termogênico da dieta em cães. Da mesma forma, SKOV et al. (1999) verificaram que a proteína mais elevada em dietas durante a perda de peso propiciou maior taxa de perda de peso, sendo este efeito atribuído a menor ingestão calórica proporcionada por este alimento, uma vez que não foi observado qualquer efeito termogênico adicional em relação à dieta com elevado teor de carboidratos, sugerindo um possível efeito da proteína no estímulo da saciedade nos animais. No presente trabalho, a taxa de perda de peso foi a mesma e a ingestão calórica foi superior no grupo AP ($p < 0,05$) o que, diferentemente dos trabalhos citados acima, sugere algum efeito pós-absorptivo da maior ingestão protéica em beneficiar a perda de peso. No entanto, os dados obtidos nos estudos até o momento não permitem nenhuma conclusão. LAFFLAMME e HANNAH (2005) verificaram que teor mais elevado de proteína para perda de peso em gatos foi capaz de manter a massa magra, porém, não observaram qualquer diferença no consumo calórico para manter a mesma taxa de perda de peso e perda de peso total, quando comparado a ração contendo maior concentração de carboidratos. As informações a este respeito são escassas na literatura até o momento, no entanto, alguns fatores devem ser considerados, como o efeito de alguns aminoácidos na saciedade dos indivíduos e maior custo calórico dos aminoácidos para se transformar em energia depositada na carcaça dos animais, entre outros. Com relação a este último fator, o maior custo calórico da proteína parece ser devido à pequena capacidade de estocagem dos aminoácidos no organismo, que consomem maior quantidade de energia para serem biotransformados em outros substrato, comparativamente aos lipídeos e carboidratos. Em uma revisão sistemática, foi demonstrado em cinco trabalhos em humanos, que a proteína tem efeito em curto prazo, no maior estímulo de saciedade e na maior taxa de perda de peso em obesos, embora os mecanismos exatos pelo qual isto ocorre ainda não estejam preparados (HALTON e HU, 2004).

A ingestão calórica necessária para estabilizar o peso corporal aumentou durante as 17 semanas de observação e não atingiu um platô. Em ambos os grupos, as necessidades calóricas diferiram entre as três fases da MAN (inicial, intermediária e final). Quando feita a comparação entre os grupos, as necessidades para estabilizar o peso foi maior no grupo AP nas fases intermediária e final ($p < 0,05$). No grupo AP o consumo de EM aumentou aproximadamente 31% na fase final em relação à inicial da MAN, enquanto no Co, esta elevação foi de apenas 18%.

A divisão do período de manutenção do peso em fases foi importante para verificar a ingestão calórica, que aumentou de maneira gradual entre a primeira e décima sétima semana após o término do regime. Neste estudo, não foi possível atingir a estabilidade na ingestão calórica dos gatos durante o período de manutenção. No entanto, diferentemente do presente trabalho, em ratos, após a perda de peso, a ingestão calórica permaneceu estável durante as 16 semanas do período de manutenção e menor em relação à ingestão calórica de indivíduos magros que nunca foram obesos (MacLean et al., 2004).

Possíveis explicações para isto residem no fato que em ratos, há uma redução em torno de 17% no gasto energético após uma redução de 10% do peso corporal, sendo esta redução diretamente proporcional à perda de peso (Hill et al., 1985; MacLean et al., 2004), enquanto em gatos não foi observada esta redução na taxa metabólica após a perda de peso (Nguyen et al., 2002). Ballor (1991) verificou que ratas submetidas à restrição calórica moderada ou severa sofreram redução da taxa metabólica em repouso de aproximadamente 12% e 19%, respectivamente. Além disto, após o término do regime, há uma melhora significativa na eficiência alimentar dos animais, com melhor utilização de carboidratos e gorduras alimentares, em ratos. A soma destes fatores, aliada ao aumento da fome, predispõem os ratos ao novo ganho de peso após o término do regime (MacLean et al., 2004^a).

Algumas adaptações metabólicas importantes que ocorrem com a restrição calórica podem contribuir com as reduções nas necessidades calóricas de indivíduos submetidos à perda de peso. Dentre tais alterações podem-se citar redução nos batimentos cardíacos, taxa metabólica basal e stress oxidativo que, por um lado, favorecem maior longevidade e, por outro, reduzem a taxa de perda de peso dos animais sob restrição calórica (EVANS et al., 2005). No presente estudo, em ambos os grupos, pode-se verificar que o consumo calórico ao final da perda de peso foi significativamente inferior àquele obtido após 17

semanas de manutenção, o que sugere uma adaptação do gasto energético de acordo com o consumo de alimento. Além das adaptações metabólicas, CROWELL-DAVIS et al. (1995) observaram uma reduzida atividade física (nível de movimentação) em cães sob restrição calórica, o que foi inversamente proporcional ao grau de restrição calórica. O controle do fornecimento de calorias aos gatos durante a fase inicial da MAN foi importante para prevenir novo ganho de peso, pois em humanos, os principais fatores que predispõem ao novo ganho de peso pós-regime são perda de peso recente e taxa de perda de peso muito acelerada (McGUIRE et al., 1999).

Isto pois o chamado efeito “rebote” está relacionado com o método de alimentação empregado após o término do regime. A alimentação ad libitum após a perda de peso predispõe a novo acúmulo de gordura, sendo este relacionado com o grau de restrição calórica aplicado durante a fase de emagrecimento. Assim, o método recomendado é a alimentação por quantidade controlada, acompanhada com pesagens frequentes visando manter o peso corporal (LAFFLAMME e KUHLMAN, 1995), conforme realizado neste trabalho.

As necessidades calóricas de gatos adultos em manutenção variam de 37-83 kcal/kg, com valores médios aproximados de 50 kcal/kg para animais castrados (NRC, 2006). No presente estudo, esta foi atingida a partir da sétima semana por gatos que receberam a ração com maior teor protéico durante a perda de peso e a partir da décima segunda semana, nos gatos pertencentes ao grupo controle. Quando comparadas as necessidades energéticas de indivíduos magros, utilizando-se a fórmula recomendada pelo NRC (2006), de $100 \times \text{peso}^{0,67}$, nenhum dos grupos atingiu esta ingestão durante as semanas de manutenção, o maior valor foi verificado para o grupo que recebeu maior quantidade de proteína, de $87 \times \text{peso}^{0,67}$. Algumas possíveis explicações são a castração, redução nas necessidades energéticas após o término do regime, maior eficiência alimentar, alterações hormonais ou, ainda, a necessidade de período maior para atingirem tal necessidade calórica.

Considerando-se que a fórmula atualmente recomendada (NRC, 2006) não faz distinção entre animais castrados e não-castrados, quando considerado o *status* sexual, os resultados médios de alguns estudos (n=7) apontam uma necessidade de $82,04 \pm 4,12$ kcal/kg^{0,67} para gatos castrados. No presente estudo, a ingestão calórica dos gatos após a sétima semana de manutenção, para o grupo que recebeu a dieta com alta proteína, e a partir da décima segunda, para o grupo controle, aproximou-se dos valores sugeridos da

literatura para gatos castrados, evidenciado o possível efeito da castração na baixa necessidade energética dos gatos no presente estudo (NRC, 2006).

NGUYEN et al. (2004) verificaram que a ingestão de aproximadamente 48 kcal/kg/dia para gatos promoveu perda de peso (0,36% de perda de peso semanal; $p < 0,001$) no grupo que recebeu uma ração contendo aproximadamente 30% de PB e manteve o peso corporal (0,12% de perda de peso semanal; $p > 0,05$) no grupo que recebeu ração com aproximadamente 53% de PB. O achado, favorável ao grupo que recebeu a ração com alta proteína no estudo citado, foi que a ingestão calórica para manter o peso constante melhorou a composição corporal pelo aumento da massa magra dos animais. No entanto, no presente trabalho, a ingestão da dieta com 117gPB/1000kcal pelos grupos Co e AP durante a MAN, melhorou a composição corporal do grupo Co, embora esta alteração não tenha sido significativa. Este achado indica a importância de considerar a dieta prévia dos animais, que possivelmente foi responsável pelas diferentes respostas entre os grupos frente a uma mesma ração.

O balanço de nitrogênio (BN) foi realizado no início e término da perda de peso. No início do estudo, o BN foi negativo em Co ($-0,33 \pm 0,42$ g/kg de peso corporal) e positivo em AP ($1,85 \pm 0,61$ g/kg de peso corporal). Quando os animais atingiram 20% de perda de peso, o BN foi positivo em ambos os grupos, sendo de $0,65 \pm 0,31$ g/kg em Co e $1,45 \pm 0,75$ g/kg em AP. Apesar da aparente diferença numérica, o BN não diferiu entre os grupos ou entre os momentos ($p > 0,05$).

Embora seja relatado que os gatos não são capazes de regular o metabolismo protéico à baixa ingestão do nutriente (ROGERS et al., 1977), BIOURGE et al. (1994) verificaram que o jejum prolongado nestes animais foi acompanhado de um balanço de nitrogênio na primeira semana de -306 mg/kg e de -181 mg/kg após 5 semanas de jejum, embora esta capacidade de adaptação não seja muito eficiente como em espécies omnívoras. No presente estudo, pode ser observado que ocorreu uma adaptação semelhante, principalmente no grupo Co, que apresentou um BN positivo ao término do estudo.

De qualquer forma, não existe um consenso sobre a adaptação metabólica dos gatos ao baixo consumo de nitrogênio, no entanto, de acordo com RUSSEL (2002), que sugere que a atividade hepática das enzimas envolvidas no catabolismo protéico não sofre grandes alterações, mas a quantidade absoluta de proteína catabolisada pode variar, no presente trabalho, a alteração no BN de nitrogênio dos gatos alimentados com a dieta Co

antes e após a perda de peso, sugere que houve uma adequação da perda de nitrogênio pelos gatos ao longo da restrição protéico-energética. No entanto, esta sugestão não pode ser comprovada pelo fato do BN ser influenciado por diversos fatores, tais como, atividade intestinal microbiana, oferta de nitrogênio aos microorganismos do intestino grosso, função hepática, atividade e massa muscular, função renal, fonte protéica da ração, relação entre aminoácidos essenciais e não-essenciais da ração entre outros, sendo necessários estudos controlados com este propósito. MILLER e ALLISON (1957) verificaram que os gatos reduzem a perda urinária de uréia em resposta a ingestão crônica de dietas livres de proteína e determinaram uma ingestão de 200mg de nitrogênio/kg para manter um BN neutro (igual a 0).

AGUS et al. (2000) também verificaram em humanos obesos que a restrição calórica a partir de uma dieta com maior concentração de carboidratos proporciona um BN mais negativo, quando comparado à outra dieta com maior concentração protéica. As enzimas envolvidas no ciclo da uréia (arginase, arginosuccinato sintetase, arginosuccinato liase, entre outras) assim como aquelas que preparam amino-grupos para serem introduzidos no ciclo da uréia (alanina aminotransferase; aspartato aminotransferase; glutamato desidrogenase) têm sua atividade diretamente regulada em função da ingestão de nitrogênio dietético e, em resposta à baixa ingestão deste elemento, a perda de nitrogênio urinário tende a se reduzir como adaptação metabólica à ingestão protéica insuficiente (DAS e WATERLOW, 1974). Esta adaptação é diretamente ligada à demanda de nitrogênio hepático e também à qualidade da fonte protéica ingerida em ratos saudáveis, sendo perceptível nos casos de aumento ou redução na ingestão de proteína dietética (DAS e WATERLOW, 1974).

A excreção urinária de nitrogênio é um importante componente do metabolismo protéico basal, sendo utilizado como indicador do valor biológico da fonte protéica empregada na dieta e também em cálculos fatoriais para a verificação dos teores de proteína bruta em rações para animais adultos (HENDRIKS et al., 1997). Considera-se a necessidade diária de uma determinada fonte de aminoácidos, quando o balanço nitrogenado (BN) iguala-se a zero. Foi também encontrado que as excreções urinárias diárias de nitrogênio e uréia são diretamente proporcionais à ingestão de proteína na ração em gatos (HENDRIKS et al., 1997). HENDRIKS et al. (1997) verificaram que submetidos à ingestão de dietas livres de nitrogênio, os gatos perdem em torno de $243 \text{ mgN/kg}^{0.75}$, valor este muito superior dos encontrados para humanos (CALLOWAY e MARGEN, 1971), cães (KENDALL et al., 1982) e ratos (YOKOGOSHI et al., 1977).

Em seres humanos, magros ou obesos, a perda de 10% de peso é acompanhada por uma redução de 6-8kcal de gastos por kg de massa magra, enquanto o ganho de 10% de peso é acompanhado de aumento de 8-9kcal de gastos por kg de massa magra, ou seja, frente ao ganho de peso, o organismo aumenta o gasto energético buscando manter o peso anterior. O mesmo ocorre quando o indivíduo perde peso, quando há uma redução no metabolismo visando poupar energia do indivíduo para conter a perda de peso (LEIBEL et al., 1995). Estas alterações são justificadas pela teoria do “set point”, que prevê que o organismo se adapta a um determinado peso e as alterações metabólicas ocorrem constantemente para manter o peso usual. Por outro lado, FETTMAN et al. (1998) não observaram mudança no metabolismo basal de gatos após ganharem ou perderem cerca de 20% do peso corporal.

A composição corporal dos gatos não influencia a oxidação de nutrientes, porém, LESTER et al. (1999) verificaram que o aumento na ingestão de gordura pelos animais é também acompanhado por uma elevação no catabolismo orgânico deste nutriente, o que possivelmente está relacionado como uma resposta adaptativa para prevenir o ganho de peso na espécie e que não se descarta a teoria do “set point” para felinos. O presente estudo também dá suporte à esta teoria, uma vez que a restrição alimentar foi acompanhada de redução nas necessidades calóricas dos animais e que durante a MAN, quando o alimento passou a ser fornecido em maior quantidade, esta foi elevando-se gradativamente.

HOENIG et al. (2006) relataram em gatos que a oxidação de nutrientes é influenciada pela composição da dieta durante o emagrecimento e que a elevação nas concentrações de proteína em gatos magros, mas não em obesos, aumenta o gasto energético diário dos animais. Este achado sugere a importância da utilização de dietas com maior teor protéico durante a fase de manutenção do peso.

Em humanos moderadamente obesos submetidos à perda de peso com dietas que diferiram quanto às concentrações de proteína e carboidratos, observaram-se uma incidência de novo ganho de peso durante a fase de manutenção aproximadamente 4 vezes inferior no grupo alimentado com maior teor protéico durante a perda de peso (LEJEUNE et al., 2005). No presente trabalho, o fato de ter sido necessária maior ingestão calórica do grupo AP durante a MAN pode significar, da mesma forma, que esta dieta venha a minimizar o ganho de peso após o término do regime, o que se confirmado seria um importante aspecto prático para o manejo da obesidade. Além disto, LEJEUNE et al. (2005) também verificaram em humanos que no grupo que perdeu peso recebendo mais proteína, quando houve novo

ganho de peso durante a fase de manutenção, esta foi acompanhada de aumento na massa magra, ao passo que o grupo que recebeu mais carboidrato, ganhou tanto massa magra como massa gorda durante a fase de manutenção. Estes achados diferem do presente trabalho, em que foi observado uma melhora na composição corporal durante a MAN no grupo Co (perda de massa gorda e ganho de massa magra), reforçando, novamente, a importância da dieta de manutenção na adaptação orgânica à redução de peso e que existem diferenças metabólicas nos felinos que não permitem a simples extrapolação de outras espécies, como a humana ou canina.

Parâmetros hormonais e bioquímicos durante a perda de peso

Notou-se elevação da glicemia basal dos gatos aos 10% de perda de peso, tendo o valor retornado ao inicial ao final do emagrecimento (Tabela 5). DIEZ et al. (2004) também não verificaram diferença na glicemia em jejum em cães obesos submetidos à perda de peso, no estado obeso e após atingirem o peso corporal ideal. Estes autores também não verificaram efeito da dieta para perda de peso (Alta proteína vs. Alta fibra) na glicemia em jejum dos animais. GONÇALVES (2006) comparou a glicemia em jejum de gatos obesos antes e após a perda de peso, com aquela de gatos magros e também não observou diferença nos valores basais.

No animal normal, a homeostase da glicose sangüínea é mantida pelo equilíbrio entre a entrada e a remoção desse açúcar das células, controladas pelo balanço endócrino. A insulina leva à diminuição da glicemia, ao passo que o glucagon, hormônio do crescimento e hormônio adrenocortical apresentam efeito oposto, tendendo a aumentá-la. A obesidade é freqüentemente associada às alterações na homeostase da glicose e, muitas vezes, à resistência da ação da insulina. Essa resistência pode ser definida como uma habilidade prejudicada da insulina em disponibilizar a glicose circulante para os tecidos periféricos (NELSON et al., 1990; KIRK et al., 1993; FETTMAN et al., 1998; APPLETON et al., 2001; HOENIG et al., 2003). Além disto, a expressão de membrana da proteína transportadora de glicose GLUT-4 é reduzida na obesidade felina, o que prejudica a entrada de glicose nas células (BRENNAM et al., 2004).

Para avaliar as conseqüências do ganho de peso de gatos sobre a sensibilidade insulínica e a tolerância à glicose, APPLETON et al. (2001) compararam animais antes e após engordarem. A obesidade levou ao aumento das concentrações de glicose e insulina

plasmáticas basais e ao não retorno da glicemia e insulinemia aos valores basais após 120 minutos do início do teste de tolerância à glicose intra-venoso. Embora não tenha sido encontrada diferença nos valores de glicemia basais, uma simples dosagem como no caso do presente estudo não é suficiente para se avaliar a capacidade das células em absorver suficientemente a glicose circulante, o que só pode ser adequadamente estudado por meio dos testes de tolerância à glicose, tanto oral ou como intra-venoso (HOENIG et al., 2002), e pela avaliação da sensibilidade insulínica pelo clamp euglicêmico e hiperinsulinêmico (GELONEZE et al., 2001).

Tabela 5: Exames bioquímicos e enzimáticos séricos dos gatos obesos pertencentes ao grupo controle (Co, n=8) e alta proteína (AP, n=7). Valores médios $\pm$ erro padrão.

Tratamento	T0 (início)	0-10%PP	10-20%PP
<i>Glicose (mg/dL)</i>			
Controle (n=8)	68,0 ^b $\pm$ 3,7	78,1 ^a $\pm$ 6,2	71,6 ^{ab} $\pm$ 3,8
Alta proteína (n=7)	67,2 ^b $\pm$ 1,0	80,1 ^a $\pm$ 7,4	67,4 ^{ab} $\pm$ 2,7
P ¹	0,89	0,62	0,5
<i>Frutosamina (mg/dL)</i>			
Controle (n=8)	1,3 ^c $\pm$ 0,05	1,4 ^b $\pm$ 0,04	1,66 ^a $\pm$ 0,06
Alta proteína (n=7)	1,3 ^c $\pm$ 0,05	1,5 ^b $\pm$ 0,05	1,7 ^a $\pm$ 0,08
P	0,61	0,49	0,67
<i>Creatinina (mg/dL)</i>			
Controle (n=8)	1,6 ^a $\pm$ 0,05	1,7 ^a $\pm$ 0,09	1,6 ^a $\pm$ 0,07
Alta proteína (n=7)	1,6 ^a $\pm$ 0,08	1,5 ^a $\pm$ 0,08	1,5 ^a $\pm$ 0,08
P	0,83	0,01	0,2
<i>Uréia (mg/dL)</i>			
Controle (n=8)	58,6 ^a $\pm$ 2,9	46,4 ^b $\pm$ 2,1	44,0 ^b $\pm$ 1,7
Alta proteína (n=7)	55,9 ^a $\pm$ 3,4	57,7 ^a $\pm$ 2,9	53,7 ^a $\pm$ 2,1
P	0,57	0,005	0,02
<i>Bilirrubina total (mg/dL)</i>			
Controle (n=8)	0,35 ^a $\pm$ 0,04	0,25 ^b $\pm$ 0,02	0,26 ^b $\pm$ 0,03
Alta proteína (n=7)	0,33 ^a $\pm$ 0,03	0,24 ^b $\pm$ 0,03	0,21 ^b $\pm$ 0,02
P	0,57	0,7	0,21
<i>Bilirrubina direta (mg/dL)</i>			
Controle (n=8)	0,04 ^a $\pm$ 0,006	0,07 ^a $\pm$ 0,005	0,05 ^a $\pm$ 0,005
Alta proteína (n=7)	0,06 ^a $\pm$ 0,007	0,06 ^a $\pm$ 0,003	0,06 ^a $\pm$ 0,009
P	0,055	0,49	0,6
<i>Triglicerídeos totais (mg/dL)</i>			
Controle (n=8)	59,4 ^a $\pm$ 13,8	39,7 ^b $\pm$ 2,6	39,0 ^b $\pm$ 6,2
Alta proteína (n=7)	50,8 ^a $\pm$ 12,9	56,3 ^a $\pm$ 9,4	36,7 ^b $\pm$ 6,4
P	0,43	0,15	0,83
<i>Colesterol total (mg/dL)</i>			
Controle (n=8)	123,9 ^a $\pm$ 11,5	141,3 ^a $\pm$ 9,57	127,5 ^a $\pm$ 15,1
Alta proteína (n=7)	139,0 ^a $\pm$ 16,6	141,1 ^a $\pm$ 9,8	135,7 ^a $\pm$ 17,0
P	0,06	0,98	0,28
<i>Lipoproteína de alta densidade (mg/dL)</i>			
Controle (n=8)	108,1 ^a $\pm$ 5,6	95,7 ^b $\pm$ 6,6	84,1 ^b $\pm$ 9,2
Alta proteína (n=7)	121,2 ^a $\pm$ 16,6	93,5 ^b $\pm$ 8,3	88,6 ^b $\pm$ 11,0
P	0,11	0,73	0,52
<i>Proteínas totais (g/dL)</i>			
Controle (n=8)	6,76 ^b $\pm$ 0,2	7,28 ^a $\pm$ 0,1	7,25 ^a $\pm$ 0,2
Alta proteína (n=7)	6,45 ^b $\pm$ 0,2	7,31 ^a $\pm$ 0,1	7,19 ^a $\pm$ 0,1
P	0,19	0,8	0,82
<i>Albumina (g/dL)</i>			
Controle (n=8)	2,25 ^a $\pm$ 0,1	2,27 ^a $\pm$ 0,1	2,10 ^a $\pm$ 0,1
Alta proteína (n=7)	2,37 ^a $\pm$ 0,1	2,43 ^a $\pm$ 0,1	2,19 ^a $\pm$ 0,1
P	0,22	0,13	0,46

10%PP – 10% de perda de peso; 20%PP – 20% de perda de peso

¹ probabilidade de rejeição da hipótese de nulidade

^{a,b,c} Médias nas linhas sem uma letra em comum são diferentes pelo teste de Tukey (p $\leq$ 0,05).

Encontrou-se diferença significativa ($p \leq 0,05$) nas concentrações de creatinina sérica entre os grupos, aos 10% de perda de peso, sendo os maiores valores encontrados no grupo Co (Tabela 5). A creatinina é um metabólito da degradação não-enzimática da creatina muscular (KANEKO, 1997), tendo sua concentração plasmática influenciada diretamente pela quantidade de tecido muscular metabolicamente ativo (PROCTOR et al., 1999). Tendo em vista que as maiores alterações no BN foram encontradas no início da perda de peso no grupo Co, associado às alterações verificadas na creatinina sérica, possíveis alterações no catabolismo muscular podem ter influenciado no maior valor de creatinina encontrado no grupo Co em relação ao AP.

Nos momentos 10% e 20% de perda de peso foi encontrada diferença significativa ($p \leq 0,05$) na uréia sérica entre os grupos, podendo estas diferenças ser atribuídas às alterações ocorridas no grupo Co, que apresentou redução significativa da uréia sérica durante a perda de peso ($p \leq 0,001$). A concentração de uréia plasmática está inversamente relacionada com a proporção energia da ração : nitrogênio dietético, de forma que RENOÓ et al. (2000) observaram que a concentração de uréia plasmática sofre redução quanto maior for esta relação na alimentação de novilhas. LAYMAN et al. (2003) observaram que a concentração plasmática de uréia sofre influência direta da composição da dieta, período que decorre entre as refeições e duração da restrição calórica. No entanto, estes mesmos autores verificaram uma adaptação e restabelecimento das concentrações deste metabólito no plasma a partir da quarta semana de restrição calórica nos indivíduos alimentados com elevada relação carboidratos : proteína na dieta. Em cães submetidos à restrição calórica observou-se uma relação direta entre a ingestão protéica e concentração de uréia plasmática nos indivíduos durante o processo de perda de peso (DIEZ et al., 2003). Os achados dos demais trabalhos estão em concordância com o presente trabalho, em que o grupo Co apresentou menor concentração de proteína bruta na ração. A relação Energia metabolizável : nitrogênio dietético das rações também foi menor para o grupo AP quando comparado ao grupo Co, sendo de 51,5 e 66,7, respectivamente. Diferentemente destes achados, LAFFLAMME e HANNAH (2006) empregaram protocolo para perda de peso e dietas semelhantes ao do presente estudo, porém, não encontraram redução na uréia plasmática no grupo alimentado com 35% da energia advinda de proteína (dieta rica em carboidratos).

Redução significativa ($p \leq 0,05$) também foi encontrada nas concentrações de bilirrubina total, porém, sem a concomitante redução na dosagem da bilirrubina direta (fração não-conjugada). A principal fonte de bilirrubina é a hemoglobina proveniente da lise de

eritrócitos maduros, a qual contribui com cerca de 80-85% de sua produção total. O fígado ocupa papel central no metabolismo da bilirrubina, sendo responsável por sua captação, conjugação e excreção. Em condições normais, a bilirrubina não conjugada (ligada à molécula de albumina) é rapidamente captada e metabolizada pelo fígado, pela conjugação com o ácido glicurônico (bilirrubina indireta ou conjugada), que a prepara para ser eliminada. Quando esse passo do metabolismo da bilirrubina é comprometido, ocorre diminuição da excreção de bilirrubina para a bile e regurgitação da bile para o sangue, elevando as concentrações de bilirrubina indireta no sangue (MARTINELLI, 2004). Neste estudo, no entanto, houve redução da bilirrubina total sem a redução da bilirrubina direta. Utilizando-se o método de cálculo para encontrar-se a concentração da bilirrubina indireta, pode-se verificar uma redução na fração indireta da bilirrubina, o que demonstra que estes indicadores de função hepática em gatos permaneceram dentro dos valores de referência, sem nenhum indício de alteração funcional hepática durante a perda de peso.

Também houve redução significativa ($p < 0,05$) nas concentrações de triglicerídeos totais e lipoproteínas de alta densidade (HDL-colesterol) em ambos os grupos no decorrer da perda de peso. Em gatos obesos há uma elevação no turnover de triglicerídeos para o fígado, verificado pelo aumento nas concentrações séricas de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), quando comparados aos gatos magros (HOENIG et al., 2003). Da mesma forma que no presente estudo, foi encontrada uma elevação das lipoproteínas de alta densidade em gatos obesos, que parece agir como um fator protetor ao desenvolvimento da aterosclerose em felinos, doença não-relatada na espécie (HOENIG et al., 2003). Por outro lado, os achados deste estudo diferiram dos encontrados por IBRAHIM et al. (2000) que submeteram gatos ao ganho de 30% de peso corporal e rápida perda de peso posteriormente. Os autores verificaram uma elevação nas concentrações plasmáticas de colesterol total e manutenção nas concentrações de lipoproteínas de alta densidade, sendo que, nesta última, houve influência direta da composição da ração, de forma que o percentual mais elevado de ácidos graxos poliinsaturados na dieta manteve mais alta a concentração de HDL. Possíveis explicações para estas diferenças são as fontes de gordura empregadas nas dietas para perda de peso, constituídas principalmente por gordura de aves e de peixe, ricas fontes de ácidos graxos poliinsaturados. LAYMAN et al. (2003) observaram que a redução na relação carboidratos : proteína da dieta para perda de peso proporciona maiores concentrações de HDL plasmáticas em humanos. No entanto, neste estudo houve

redução nas concentrações de HDL nos grupos AP e Co, independente do tratamento dietético empregado.

Proteínas totais também apresentaram modificações em suas concentrações plasmáticas ao longo do estudo. Verificou-se elevação nas concentrações de proteínas totais nos momentos 10% e 20% de perda de peso, em relação ao início do estudo ($p \leq 0,05$). Apesar destas alterações terem sido verificadas durante a perda de peso e entre os grupos, todos os parâmetros analisados mantiveram-se dentro dos limites de normalidade da espécie.

Os resultados das análises hormonais encontram-se na Tabela 6. Não foi significativa a interação entre tratamento (dieta para perda de peso) e fase para os hormônios estudados, ou seja, houve o mesmo comportamento para estes parâmetros ao longo do estudo ($p > 0,05$). Desta forma, foi possível comparar as médias obtidas entre os momentos independentes do tratamento que os animais receberam.

As concentrações de leptina ao término da perda de peso foram menores em ambos os grupos, em relação ao início da perda de peso ($p < 0,05$). AGUS et al. (2000) verificaram que dietas com maior concentração protéica durante a restrição calórica em humanos, promoveu maior redução nas concentrações plasmáticas de leptina, que segundo os autores, pode ser devido à redução concomitante da secreção de insulina, que é um dos principais secretagogos de leptina. No presente estudo não houve alteração na insulinemia basal, nem tampouco influencia das dietas na leptinemia dos felinos, de modo que não se sabe se este efeito é também válido para felinos.

Tabela 6: Concentrações séricas hormonais dos grupos controle (n=8) e alta proteína (n=7) durante a fase de perda de peso. Valores médios $\pm$ erro padrão.

Tratamento	T0 (início)	0-10%PP	10-20%PP
<i>Insulina (μUI/ml)</i>			
Controle (n=8)	5,8 ^a $\pm$ 1,6	6,4 ^a $\pm$ 1,7	5,7 ^a $\pm$ 2,5
Alta proteína (n=7)	8,0 ^a $\pm$ 2,0	7,9 ^a $\pm$ 2,4	5,1 ^a $\pm$ 2,0
P	0,66	0,83	0,7
<i>Leptina (ng/ml)</i>			
Controle (n=8)	21,3 ^a $\pm$ 3,6	13,06 ^{ab} $\pm$ 1,9	12,2 ^b $\pm$ 2,7
Alta proteína (n=7)	16,3 ^a $\pm$ 1,9	15,7 ^{ab} $\pm$ 4,2	10,9 ^b $\pm$ 2,8
P	0,06	0,1	0,78
<i>Hormônio estimulante da tireóide (ng/ml)</i>			
Controle (n=8)	0,03 ^a $\pm$ 0,002	0,03 ^a $\pm$ 0,00	0,05 ^a $\pm$ 0,02
Alta proteína (n=7)	0,05 ^a $\pm$ 0,01	0,03 ^a $\pm$ 0,002	0,05 ^a $\pm$ 0,006
P	0,048	0,81	0,74
<i>Tiroxina total (ng/dL)</i>			
Controle (n=8)	2,0 ^a $\pm$ 0,09	1,9 ^a $\pm$ 0,12	2,2 ^a $\pm$ 0,41
Alta proteína (n=7)	1,9 ^a $\pm$ 0,09	1,7 ^a $\pm$ 0,14	1,9 ^a $\pm$ 0,21
P	0,74	0,39	0,4
<i>Triiodotironina total (ng/dL)</i>			
Controle (n=8)	39,2 ^a $\pm$ 0,8	35,9 ^a $\pm$ 2,7	32,7 ^a $\pm$ 4,6
Alta proteína (n=7)	40,8 ^a $\pm$ 3,4	40,1 ^a $\pm$ 3,9	35,1 ^a $\pm$ 4,4
P	0,41	0,16	0,67
<i>Cortisol (μg/dL)</i>			
Controle (n=8)	3,4 ^a $\pm$ 0,6	2,9 ^a $\pm$ 0,3	1,6 ^a $\pm$ 0,4
Alta proteína (n=7)	3,1 ^a $\pm$ 0,4	2,9 ^a $\pm$ 0,6	2,7 ^a $\pm$ 0,6
P	0,75	0,83	0,28

10%PP – 10% de perda de peso; 20%PP – 20% de perda de peso

¹ probabilidade de rejeição da hipótese de nulidade

^{a,b,c} Médias nas linhas sem uma letra em comum diferem pelo teste de Tukey (p $\leq$ 0,05).

A secreção de leptina pelo tecido adiposo é diretamente proporcional ao percentual de gordura corporal em gatos, humanos e roedores (APPLETON et al., 2002; BACKUS et al., 2000). APPLETON et al. (2000) verificaram os valores de referência de leptina plasmática para gatos e observaram que estes triplicaram em gatos obesos, quando comparados aos mesmos animais magros. Quando os gatos apresentaram entre 34,2-48,7% de gordura corporal, as concentrações de leptina média foram de 24,5 $\pm$ 12,1 ng/ml, enquanto nos gatos magros, esta concentração foi de 6,41 $\pm$ 2,19 ng/ml. No presente trabalho, as concentrações de leptina reduziram-se em 74,5% no grupo Co e 49,5% no grupo AP, durante a perda de peso, sendo estas diferenças também significativas (p<0,05). A elevação das concentrações plasmáticas de leptina em gatos obesos tem sido incriminada como um dos fatores predisponentes ao desenvolvimento da resistência insulínica e do diabetes mellitus tipo II,

embora esta associação ainda não esteja completamente estabelecida (APPLETON et al., 2002).

A redução das concentrações plasmáticas de leptina após a perda de peso estão relacionadas com reduções concomitantes na secreção de hormônios tireoideanos e, conseqüentemente, redução no metabolismo basal em humanos (ROSENBAUM et al., 2002). Estes autores realizaram aplicação exógena de leptina nos indivíduos após a perda de peso e observaram uma elevação no gasto energético em 24h, em relação ao grupo não-tratado.

No presente trabalho não foi encontrada nenhuma alteração significativa nas concentrações do hormônios tireoideanos dos gatos durante a perda de peso. Apesar disto, houve redução de 19,8% nas concentrações de T3 total no grupo Co e de 16,2% no grupo AP. A redução nas concentrações séricas de hormônios tireoideanos e também da atividade lipolítica pelas fibras simpáticas podem estar associada com a redução no metabolismo basal (RAVUSSIN et al., 1985). Os principais componentes do gasto energético do organismo são o metabolismo basal, a termogênese da dieta e intensidade atividade física, que são determinantes nas necessidades calóricas diárias dos indivíduos. A redução no gasto energético diário é uma das adaptações metabólicas que decorrem da restrição calórica e faz com que a perda de peso em longo prazo seja mais lenta, a sensação de fome aumente e predispõe os indivíduos ao novo ganho de peso após o término do regime. SKINNER (1998) observou uma redução nas concentrações de T3 e T4 totais em gatos durante o envelhecimento e FETTMAN et al. (1998) observaram uma redução nas concentrações de T3 total em gatos submetidos à perda de peso. A redução nas concentrações de hormônios tireoideanos durante o processo de perda de peso parece ser diretamente relacionada com o grau de restrição calórica, conforme verificado durante a perda de peso em cães obesos (LAFFLAMME e KUHLMAN, 1995).

Apesar do presente estudo não ter evidenciado alteração significativa nas concentrações de cortisol plasmático, YANOVSKI et al. (1997) verificaram uma redução nas concentrações plasmáticas de cortisol em mulheres obesas submetidas ao longo período de restrição calórica (26 semanas). Segundo os autores, esta redução não foi devido a alterações no eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal, mas sim devido a uma redução nas concentrações de proteínas transportadoras de cortisol. Além disto, dietas mais ricas em carboidratos e restrição calórica intensa, podem reduzir o metabolismo basal em maior intensidade, o que é um dos fatores que levam a redução de proteínas plasmáticas e cortisol

(BARROWS et al., 1987). Neste estudo, não foi verificada redução na proteína plasmática, porém, apesar de não significativo, pode-se constatar uma redução mais intensa nas concentrações séricas de cortisol no grupo que recebeu a dieta Co (Tabela 6).

Conclusões

A elevação dos teores de proteína bruta em dietas para perda de peso em gatos obesos é benéfica nos seguintes aspectos do tratamento da obesidade:

- favorece a manutenção da massa magra corporal durante a fase de perda de peso;
- propicia maior ingestão calórica durante a fase de manutenção do peso, sendo importante na prevenção de novo ganho de peso;

Além dos achados acima, o teor empregado de proteína em dietas de manutenção do peso, favoreceu o ganho de massa magra corporal em animais que perderam massa magra durante a perda de peso.

Referências

AGUS, M.S.D. et al. Dietary composition and physiologic adaptations to energy restriction.

American Journal of Clinical Nutrition, v.71, p.901-907, 2000.

AOAC – ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS. Official and tentative methods of analysis. 16ed. Arlington, Virginia: **AOAC International**, 1995, p.16-9.

APPLETON, D. J.; RAND, J. S.; SUNVOLD, G. D. Insulin sensitivity decreases with obesity, and lean cats with low insulin sensitivity are at greatest risk of glucose intolerance with weight gain. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, Mission Viejo, v. 3, n. 4, p. 211-228, 2001.

APPLETON, D.J.; RAND, J.S.; SUNVOLD, G.D. Plasma leptin concentrations are independently associated with insulin sensitivity in lean and overweight cats. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v.4, p.83-93, 2002.

APPLETON, D.J.; RAND, J.S.; SUNVOLD, G.D. Plasma leptin concentrations in cats: reference range, effect of weight gain and relationship with adiposity as measured by dual energy X-ray absorptiometry. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v.2, n.4, p.191-199, 2000.

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS (AAFCO). **Official Publication 2004**. Association of American Feed Control Officials, 2004.

BACKUS, R.C. et al. Relation between serum leptin immunoreactivity and body fat mass as estimated by use of a novel gas-phase Fourier transform infrared spectroscopy deuterium dilution method in cats. **American Journal of Veterinary Research**, v.61, n.7, p.796-801, 2000.

BALLOR, D.L. Effect of dietary restriction and/or exercise on 23-h metabolic rate and body composition in female rats. **J Appl Physio**, v.71, p801-806, 1991.

BARROWS, K.; SNOOK, J.T. Effect of a high-protein, very-low-calorie diet on resting metabolism, thyroid hormones, and energy expenditure of obese middle-aged women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.45, n.2, p.391-398, 1987.

BAZOLLI et al. **Influence of particles size of corn, sorghum and rice in extruded dog foods on diet digestibility and postprandial glucose response**. In: Proceedings of the 11th ESVCN Congress 2007, resumo..., p.55, 2007.

BIOURGE, V. C. et al. Effects of weight gain and subsequent weight loss on glucose tolerance and insulin response in healthy cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Lakewood, v. 11, n. 2, p. 86-91, 1997.

BLANCHARD, G. et al. Rapid Weight Loss with a High-Protein Low-Energy Diet Allows the Recovery of Ideal Body Composition and Insulin Sensitivity in Obese Dogs. **J. Nutr.** v.134, p.2148S–2150S, 2004.

BORGES, N.C. **Avaliação da composição corporal por meio de absorciometria de raios-x de dupla de energia, biometria, bioimpedância corporal, ultra-sonografia e desenvolvimento de equações para a estimativa de massa gorda em gatos submetidos à perda de peso**. 2005, 72p. Tese..., Universidade Estadual Paulista (UNESP).

BRENNAM, C.L.; HOENIG, M.; FERGUSON, D.C. GLUT4 but not GLUT1 expression decreases early in the development of feline obesity. **Domestic Animal Endocrinology**, V.26, p.291–301, 2004.

BUDDINGTON, R.K.; CHEN, J.W. DIAMOND, J.M. Dietary regulation of intestinal brush-border sugar and amino acid transport in carnivores. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, V.261, p.R793-R801, 1991.

BURKHOLDER, W.J.; TOLL, P.W. Obesity. In: HAND, M.S., TATCHER, C.D., REMILLARD, R.I., ROUDEBUSCH, P. **Small animal clinical nutrition**. 4.ed. Topeka. Mark Morris Institute. 2000. p.401-430.

CALLOWAY, D. H.; MARGEN, D. Variation in endogenous nitrogen excretion and dietary nitrogen utilization as determinants of human protein requirements. **J. Nutr.**, v.101, p.205–216, 1971.

CRIST, K.A.; ROMSOS, D.A. Evidence for Cold-Induced but Not for Diet-Induced Thermogenesis in Adult Dogs. **J. Nutr.** v.117, p.1280-1286,1987.

CROWELL-DAVIS, S.L.; BARRY, K.; BALLAM, J.M.; LAFFLAMME, D.P. The effect of caloric restriction on the behavior of pen-housed dogs: Transition from restriction to maintenance diets and long-term effects. **Applied Animal Behavior Science**, v.43, p. 43-61, 1995.

DAMINET, S. et al. Evaluation of thyroid function in obese dogs and in dogs undergoing a weight loss protocol. **Journal of Veterinary Medicine**, Berlin, v.A-50, p. 213-218, 2003.

DAS, T.K.; WATERLOW, J.C. The rate of adaptation of urea cycle enzymes, aminotransferases and glutamic dehydrogenase to changes in dietary protein intake. **British Journal of Nutrition**, v.74, p.353-373, 1974.

DIEZ, M.; MICHAUX, C.; JEUSETTE, I. et al. Evolution of blood parameters during weight loss in experimental obese Beagle dogs. **J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.** V88, p166-171, 2004.

DULOO, A.G.; GIRARDIER, L. 24 hour energy expenditure several months alter weight loss in the undrefed rat: evidence for a chronic increase in whole-body metabolic efficiency. **Int J Obes Relat Metab Disord**, v.17, n.2, p.115-123, 1993.

EVANS, S.A.; PARSONS, A.D.; OVERTON, J.M. Homeostatic responses to caloric restriction: influence of background metabolic rate. **J Appl Physiol**, v. 99, p.1336–1342, 2005.

FARNWORTH, E. et al. Effect of a high-protein, energy-restricted diet on body composition, glycemic control, and lipid concentrations in overweight and obese hyperinsulinemic men and women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.78, p.31-39, 2003.

FETTMAN, M.J. et al. Effects of weight gain and weight loss on metabolic rate, glucose tolerance, and serum lipids in domestic cats. **Research in Veterinary Science**, v.64, p.11-16, 1998.

GELFAND, R.A. et al. Role of counterregulatory hormones in the catabolic response to stress. **J Clin Invest.** v.74, n.6, p.2238–2248, 1984.

GELONEZE, B. et al., The insulin tolerance test in morbidly obese patients undergoing bariatric surgery. **Obesity Research**, Silver Spring, v.9, n. 12, p. 763-769, 2001.

GONÇALVES, K.N.V. **Efeito do tratamento da obesidade sobre a glicemia e a insulinemia de gatos.** 2006, 85p., Dissertação... Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista (UNESP).

HALTON, T.L.; HU, F.B. The Effects of High Protein Diets on Thermogenesis, Satiety and Weight Loss: A Critical Review. **Journal of the American College of Nutrition**, v.23, n.5, p.373-385, 2004.

HAROUN, D. et al. Composition of the fat-free mass in obese and nonobese children: matched case–control analyses. **International Journal of Obesity**, v.29, p.29-36, 2005.

HENDRIKS, W.H.; MOUGHAN, P.J.; TARTTELIN, M.F. Urinary Excretion of Endogenous Nitrogen Metabolites in Adult Domestic Cats Using a Protein-Free Diet and the Regression Technique. **Journal of Nutrition**, v.127, p.623-629, 1997.

HENDRIX, D.L. Rapid extraction and analysis of nonstructural carbohydrates in plant tissues. **Crop. Sci.**, Madison, v.25, p.1306-1311, 1993.

HILL, R.C.; SCOTT, K.C. Energy requirements and body surface area of dogs and cats. **J Am Vet Med Assoc**, v.225, n.5, p.689-694, 2004.

HOENIG, M. et al. Effects of obesity on lipid profiles in neutered male and female cats. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 64, n. 3, p. 299-303; 2003.

HOENIG, M. et al. Insulin sensitivity, fat distribution, and adipocytokine response to different diets in lean and obese cats before and after weight loss. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, v. 292, p.R227-R234, 2007.

HOENIG, M.; FERGUSON, D. C. Effects of neutering on hormonal concentrations and energy requirements in male and female cats. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 63, n. 5, p. 634-639, 2002.

IBRAHIM, W.H. et al. Effect of dietary protein quality and fatty acid composition on plasma lipoprotein concentrations and hepatic triglyceride fatty acid synthesis in obese cats undergoing rapid weight loss. **Am. J. Vet. Res.** v.61, n.5, p.566-572, 2000.

KANEKO, J. J. Carbohydrate metabolism and its disease. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5.ed. San Diego: Academic Press, 1997. p. 45-81.

KENDALL, P.T., HOLME, D.W. Studies on the digestibility of soya bean products, cereals, cereal and plant by-products in diets of dogs. **Journal of the science of food and agriculture**, v.33, n.9-10, p.813-822, 1982.

KIENZLE, E.; BERGLER, R. Human-animal relationship of owners of normal and overweight cats. **Journal of Nutrition**, v.136, 1947S-1950S, 1993.

KIRK, C. A.; FELDMAN, E. C.; NELSON, R. W. Diagnosis of naturally acquired type-I and type-II diabetes mellitus in cats. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 54, n. 3, p. 463-467, 1993.

LAFFLAMME, D.P.; HANNAH, S.S. Increased Dietary Protein Promotes Fat Loss and Reduces Loss of Lean Body Mass During Weight Loss in Cats. **Intern. J. Appl. Res. Vet. Med.** V.3, N.2, P.62-69, 2005.

LAFLAMME, D. P. Development and validation of a body condition score system for cats: a clinical tool. **Feline Practice**, Santa Barbara, v. 25, n. 5-6, p. 13-17, 1997.

LAFLAMME, D.P.; KUHLMAN, G.; LAWLER, D.F. Evaluation of weight loss protocols for dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**, Schaumburg, v. 33, p.253-259, 1995.

LAUTEN, S.D. **Body composition analysis in dogs and cats during growth and aging**. 2002, 196p., Tese..., Faculty of Auburn – Alabama.

LAUTEN, S.D. et al. Body composition of growing and adult cats as measured by use of. dual energy x-ray absorptiometry. **Comparative Medicine**, New York, v. 50, n. 2, p. 175-183, 2000.

LAUTEN, S.D. et al. Use of dual energy x-ray absorptiometry for noninvasive body composition measurement in clinically normal dogs. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg ,v. 62, n. 8, p. 1295-301. 2001.

LAYMAN, D.K. et al. A Reduced Ratio of Dietary Carbohydrate to Protein Improves Body Composition and Blood Lipid Profiles during Weight Loss in Adult Women. **J. Nutr.**, v.133, p.411–417, 2003.

LEGRAND-DEFRETIN, V. Energy requirements of dogs and cats – what goes wrong? **Int J Obes Relat Metab Disord**. V.18, suppl:1, S8-S13, 1994.

LEJEUNE, M.P.G.M.; KAVACS, E.M.R.; WESTERTERP-PLANTENGA, M.S. Additional protein intake limits weight regain after weight loss in humans. **British Journal of Nutrition**, v.93, p.281–289, 2005.

McGUIRE, M.T. et al. What Predicts Weight Regain in a Group of Successful Weight Losers? **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, v.67, n.2, p.177-185, 1999.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Anal. Chem.**, Washington, v.31, p.426-428, 1959.

MILLER, S.A.; ALLISON, J.B. THE DIETARY NITROGEN REQUIREMENTS OF THE CAT. **Journal of Nutrition**, p.493-504, 1957.

NELSON, R. W. et al. Glucose tolerance and insulin response in normal - weight and obese cats. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 51, n. 9, p. 1357-1361, 1990.

NGUYEN, P. et al. Weight Loss Does Not Influence Energy Expenditure or Leucine Metabolism in Obese Cats. **Journal of Nutrition**, v.132, p.1649S-1651S, 2002.

NGUYEN, P.G. et al. Effects of dietary fat and energy on body weight and composition after gonadectomy in cats. **American Journal of Veterinary Research**, v.65, n.12, p.1708-1713, 2004.

NRC - Nutrient Requirements of Dogs and Cats. **National Research Council**. The National Academy Press: Washington, D.C. 2006. 398p.

OLIVEIRA, L.D. **Avaliação de fontes de amido em alimentos extrusados para gatos**. 2005, 101p., Dissertação... Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista (UNESP).

PARKER, B. Effect of a High-Protein, High-Monounsaturated Fat Weight Loss Diet on Glycemic Control and Lipid Levels in Type 2 Diabetes. **Diabetes Care**, v.25, p.425-430, 2002.

PAUL, P.S. et al. Metabolic adjustments with the development, treatment, and recurrence of obesity in obesity-prone rats. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, v.287, p.R288-R297, 2004.

PROCTOR, D.N. et al. Comparison of techniques to estimate total body skeletal muscle mass in people of different age groups. **Am. J. Physiol.** v.277 (Endocrinol. Metab. 40): E489–E495, 1999.

PROSKY, L. et al. Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products: Collaborative study. **J. AOAC Int.**, v.75, p.360-367, 1992.

RAVUSSIN, E. et al. Energy expenditure before and during energy restriction in obese patients. **Am J Clin Nutr**, v.41, p.753-759, 1985.

RENOÓ, L.N. et al. Concentração Plasmática de Uréia e Excreções de Uréia e Creatinina em Novilhos. **Rev. bras. zootec.**, v.29, n.4, p.1235-1243, 2000.

ROGERS, Q. R.; MORRIS, J. G.; FREEDLAND, R. A. Lack of hepatic enzymatic adaptation to low and high levels of dietary protein in adult cat. **Enzyme**, Basel, v. 22, n. 5, p. 348-356, 1977.

ROSENBAUM, M. et al. Low dose leptin administration reverses effects of sustained weight reduction on energy expenditure and circulating concentration of thyroid hormones. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v.87, n.5, p.2391–2394, 2002.

RUSSELL, K. Reply to Rogers and Morris. **Journal of Nutrition** (Letters to editor), p.2821-2822, 2002.

SARTOR, C. et al. Digestibilidade aparente da dieta e balanço do nitrogênio em suínos de diferentes grupos genéticos com ou sem restrição alimentar. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.617-623, 2006.

SCARLETT, J. M.; DONOGHUE, S. Association between body condition and disease in cats. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 212, n. 11, p. 1725-1731, 1998.

SCHLOTZHAUER, S.; LITTELL, R.C. **SAS system for elementary statistical analysis**. 2nd. ed. Cary: Sas institute. 1997. p. 456.

SILVA, P.S.; MERCER, J.R. Protein degradation in cat liver cells. **Biochem. J.** v.240, p.843-846, 1986.

SKINNER, N.D. Thyroid Hormone Levels in Cats: Colony Average and the Decrease with Age. **J. Nutr.**, v.128, p.2636S–2638S, 1998.

SKOV, A.R. et al. Randomized trial on protein vs carbohydrate in ad libitum fat reduced diet for the treatment of obesity. **International Journal of Obesity**, v.23, p.528-533, 1999.

SLOTH, C. Practical management of obesity in dogs and cats. **Journal of Small Animal Practice**, London, v.33, p. 178-182, 1992.

WILLIAMS, V.J.; SENIOR, W. Effects of Food Restriction and Body Weight Loss on Metabolic Fecal Nitrogen Excretion in the Rat. **Journal of Nutrition**, v.111, p.581-585, 1981.

YANOVSKI, J.A. et al. Differences in Corticotropin-Releasing Hormone-Stimulated Adrenocorticotropin and Cortisol before and after Weight Loss. **J Clin Endocrinol Metab**, v. 82, p.1874–1878, 1997.

YOKOGOSHI, H.; HAYASE, K.; YOSHIDA, A. Effect of Supplementation of Methionine and Threonine to a Protein Free Diet on Urinary Excretion of Nitrogen and Tissue Free Amino Acids in Rats. **Journal of Nutrition**, v.107, p.783-791, 1971.

CAPÍTULO 3 – EFEITO DO SEXO NA PERDA DE PESO E SUBSEQUENTE MANUTENÇÃO DO PESO EM GATOS OBESOS CASTRADOS

RESUMO - O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do sexo de gatos obesos castrados sobre a perda e subsequente manutenção do peso. Foram utilizados 15 gatos adultos castrados, distribuídos em dois grupos experimentais, compostos por machos (M; n=8) ou fêmeas (F; n=7). Ambos os grupos receberam alimentos hipocalóricos em quantidade restrita para promover perda controlada de 1% do peso por semana. Após atingirem a condição corporal desejada (20% abaixo do peso inicial), os gatos passaram a receber um alimento comercial *light*, por mais aproximadamente 17 semanas. Foi quantificada a composição corporal (DXA) e avaliados os escores corporais dos gatos, sendo estas avaliações feitas no início do estudo (T0), quando cada animal atingiu 10% de perda de peso (T1), aos 20% de perda de peso (T2) e finalmente ao término da fase de manutenção (MAN). A ingestão de energia metabolizável foi maior ($p \leq 0,01$) em machos durante nos períodos T1 (M – $93,6 \pm 4,1$ kcal/kg^{0,40} vs F – $84,3 \pm 3,7$ kcal/kg^{0,40}), T2 (M – $87,9 \pm 2,4$ kcal/kg^{0,40} vs F – $77,4 \pm 2,9$ kcal/kg^{0,40}) e durante a MAN (M – $111,9 \pm 4,1$ kcal/kg^{0,40} vs F – $102,9 \pm 3,9$ kcal/kg^{0,40}). O peso corporal diferiu ($p \leq 0,05$) entre os sexos, no entanto, a condição corporal foi semelhante ($p > 0,05$). Houve redução na de gordura e massa magra corporais em ambos os grupos ($p \leq 0,05$), durante a perda de peso. No entanto, durante a MAN houve uma recuperação da massa magra perdida, em ambos os grupos, enquanto a gordura corporal manteve-se estável. Quando avaliados estes parâmetros em porcentagem, em todos os momentos os machos apresentaram maior massa magra e menor massa gorda ($p \leq 0,05$) que as fêmeas. Pode-se concluir que as necessidades calóricas para a perda e subsequente manutenção do peso em fêmeas são inferiores às dos machos, possivelmente pelas diferenças na composição corporal entre os sexos.

Palavras-chave: obesidade; machos; fêmeas; energia metabolizável; composição corporal; felinos.

Introdução

A obesidade e o sobrepeso são condições que reduzem a expectativa de vida dos animais e propiciam o aparecimento precoce de doenças crônicas, diminuindo a qualidade de vida dos mesmos (MASORO, 2002; KOUBOVA E GUARENTE, 2003). Algumas condições associadas à predisposição ao ganho de peso em gatos são a castração e o sexo, havendo nos animais castrados uma predisposição à obesidade em machos, quando comparados à fêmeas, de 33% vs. 21%, respectivamente (ALLAN et al., 2000). Em outro estudo, realizado na Austrália, observou-se que a raça, castração e o sexo exercem importante influência como fatores de risco para o desenvolvimento da obesidade em cães (McGREEVY et al., 2005).

Para humanos sabe-se que as características da obesidade e resposta à perda de peso são diferenciadas entre homens e mulheres, especialmente em relação à composição corporal e hormônios envolvidos no metabolismo energético (JENSEN, 1995; DUBUC et al., 1998). SARTORIO et al. (2005) verificaram uma taxa de perda de peso em homens superior à de mulheres, porém, mulheres perderam predominantemente gordura corporal, enquanto a perda de peso em homens foi acompanhada de redução significativa de massa magra corporal.

ROOT et al. (1996) avaliaram o efeito da castração em gatos sobre o gasto energético diário e observaram queda significativa do mesmo, havendo redução de aproximadamente 28% das necessidades calóricas em machos e de 33% nas fêmeas. Tais alterações podem decorrer de redução da massa magra corporal, que ocorre devido à diminuição nas concentrações séricas dos hormônios sexuais. No entanto, este aspecto não foi avaliado no estudo. O metabolismo energético de gatos machos também parece diferir do de fêmeas, pois quando submetidos à dietas contendo elevado teor de gordura, os machos apresentaram maior utilização deste substrato como fonte calórica. No entanto, no estudo de ROOT et al. (1996), os machos eram apenas vasectomizados, enquanto as fêmeas eram ovariectomizadas, havendo possibilidade desta diferença ser devido a presença de gônada em machos (LESTER et al., 1999).

Diferenças na composição corporal entre machos e fêmeas felinos também foram relatadas. Lester et al. (1999) encontrou maior percentual de gordura corporal em fêmeas

magras (16,9%) quando comparadas aos machos (10,2%). No entanto, neste mesmo estudo não foi verificada diferença entre a taxa metabólica em repouso de ambos os sexos. LAUTEN et al. (2000) avaliaram a composição corporal de machos e fêmeas felinas por absorciometria de raios-x de dupla energia (DXA) e relataram, em adultos jovens não castrados, teores de gordura corporal de 25,4% em machos e de 22,4% em fêmeas.

Existem poucas informações na literatura sobre as necessidades calóricas de gatos machos e fêmeas. Recentemente revisão sobre o tema (NRC, 2006) mostra que podem existir algumas diferenças entre as necessidades de gatos castrados (machos – 50,1 kcal/kg, n=4 e fêmeas – 49,6 kcal/kg, n=3) e inteiros (machos – 56,2 kcal/kg, n=5 e fêmeas – 57,2 kcal/kg, n=4). Os dados demonstram semelhança entre machos e fêmeas, embora não possam ser tiradas conclusões, devido ao fato dos estudos terem sido realizados em diferentes condições e não se poder extrapolar os resultados para animais obesos.

Este trabalho teve por objetivo caracterizar a ingestão calórica e composição corporal de gatos machos e fêmeas castrados, durante a perda e subsequente manutenção do peso.

Material e Métodos

Este estudo se derivou de um experimento no qual foram comparadas duas rações hipocalóricas para perda de peso em gatos obesos. Como não foi encontrada interação entre tratamento (ração) e sexo (macho ou fêmea) ($p > 0,05$) quanto à composição corporal e ingestão de nutrientes, foi possível a comparação entre os sexos, independentemente do tratamento dietético recebido pelos animais. Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pelo comitê de ética e bem-estar animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP).

Animais

Foram empregados no estudo 18 gatos adultos castrados com escore de condição corporal (ECC) entre 8 e 9 (LAFFLAMME, 1997), sendo dez gatos machos e oito fêmeas com idade entre quatro e oito anos de idade. Todos os gatos encontravam-se obesos a pelo menos 12 meses antes do início do estudo, tendo a obesidade ocorrido naturalmente, como consequência do comportamento alimentar individual. O estado de saúde dos animais foi previamente avaliado por meio de exame físico e hematológico, urinálise e determinação do perfil bioquímico sérico, incluindo a determinação da glicose, uréia, creatinina, fosfatase alcalina, alanina aminotransferase, gama-glutamil transferase, proteína total plasmática e albumina. Todos os animais foram considerados saudáveis.

Grupos experimentais, manejo e dietas

A partir da avaliação do escore de condição ECC, os animais foram distribuídos em dois grupos, sendo um dos grupos constituído somente por gatos machos ($n=10$) e o outro, por fêmeas ($n=8$). Os gatos ficaram 14 horas em gaiolas individuais ($0.80 \times 0.80 \times 1.0$ m), das 18h às 8h, seguidos por 10h (das 8-18h) soltos e gatil coletivo com 50m^2 para a prática de exercício e sociabilização. Para controlar a ingestão alimentar, o alimento foi fornecido somente quando os animais estavam em gaiolas individuais, às 18h e 7h. O ambiente que os animais permaneceram apresentava iluminação natural e artificial, mantendo-se um ciclo

claro:escuro de 12:12h, respectivamente. A temperatura ambiente média durante a perda de peso foi de $21,75 \pm 0,8$ °C.

Fase de perda de peso: Durante este período os animais receberam uma das duas rações empregadas para a perda de peso, de forma que metade dos animais de cada grupo (machos e fêmeas) recebeu uma das dietas. Estas foram produzidas na Fábrica de Rações da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus de Jaboticabal, em extrusora experimental de rosca simples (Extru-tech) com capacidade de produção de aproximadamente 150 kg/h. O processo de extrusão das rações foi controlado pela aferição da densidade das rações. As dietas experimentais foram secas e recobertas com óleo de frango e palatilizante, sendo então armazenadas em sacos plásticos. Cada ração foi formulada de acordo com as recomendações nutricionais para gatos da Association of American Feed Control Officials (AAFCO, 2004) e balanceada para suprir as necessidades de manutenção dos animais. A composição nutricional destas dietas está apresentada na Tabela 1.

Para a perda de peso os gatos foram alimentados com 60% das suas necessidades calóricas de manutenção estimada para o peso meta, o qual foi considerado como 20% abaixo do peso atual. A quantidade de energia metabolizável fornecida foi calculada pela seguinte fórmula:

Necessidade calórica para perda de peso = $[70 \times \text{peso meta}^* (\text{kg}) \times 0.6]$ kcal por dia.

*- peso meta = peso obeso menos 20%

A quantidade diária de alimento foi inicialmente estimada considerando-se a necessidade energética para perda de peso de cada felino e a energia metabolizável (EM) de cada uma das rações, determinada por ensaio *in vivo*. Esta quantidade foi, então, dividida em duas porções diárias. A água foi fornecida *ad libitum*. Foi estabelecido para ambos os grupos uma taxa de emagrecimento de 1% do peso corporal por semana. Para isto, os gatos foram pesados semanalmente, sempre pela manhã antes da primeira refeição, na mesma balança. Quando necessário, a quantidade de alimento oferecida foi ajustada, visando atingir a meta de perda de peso estabelecida. Para se determinar o consumo calórico a quantidade de ração fornecida e recusada diariamente foi pesada, sendo a quantidade consumida multiplicada pela EM da dieta.

Fase de manutenção: quando cada gato, independente do grupo, atingiu 20% da perda de peso, estes foram introduzidos na fase de manutenção do peso. Todos os animais receberam então uma ração comercial *light* para gatos (Tabela 1), em quantidade suficiente para manter o peso corporal constante durante um período aproximado de 17 semanas. Para isto recebiam quantidade controlada de ração e eram pesados semanalmente, na mesma balança. Gatos que ganhavam peso recebiam menos alimento na semana seguinte e gatos que perdiam peso recebiam mais ração, não sendo permitidas oscilações no peso superiores a 5% em relação ao peso inicial desta fase. Ao término deste período, cada gato foi avaliado para quantificar a composição corporal e escore de condição corporal e então foram retirados do estudo.

Tabela 1. Composição química das rações oferecidas aos gatos obesos, machos (n=7) e fêmeas (n=8), durante as fases de perda controlada de peso e 17 semanas de manutenção do peso. Valores determinados ¹, ².

<i>Item</i>	Perda de peso		Manutenção
	Ração controle ³	Ração alta proteína ³	Ração <i>light</i> ⁴
	Gramas por 1000kcal de energia metabolizável		
Proteína Bruta	89,75	118,61	117,12
Extrato Etéreo Hidrólise			
Ácida	27,33	26,67	25,38
Fibra Bruta	15,53	14,72	5,41
Fibra Dietética Total)	40,37	40,56	-
Amido	118,01	67,22	106,58
Matéria Mineral	21,74	19,44	26,43
Cálcio	4,35	3,89	3,60
Fósforo	3,42	3,06	2,40
Energia metabolizável (kcal/g) ⁶	3,22±0,06	3,60±0,04	3,30±0,04

1) valores expressos sobre a matéria seca;

2) n=2, CV≤5%

3) Ingredientes empregados nas rações para perda de peso: Glúten de milho 60%, Farinha de subprodutos de frango, Fígado em pó, Quirera de arroz, Albumina em pó, Lentilha, Celulose, Casca de soja, Sorgo, Farinha de peixe, Levedura seca de cervejaria, Gordura de frango, Ovo em pó, Fosfato bicálcico, Óleo de peixe, Premix mineral e vitamínico, Cloreto de sódio, Cloreto de potássio, Frutooligossacarídeo, cloreto de colina, taurina, DL-metionina, antioxidante. Adição por kilograma de ração: 25000UI de vitamina A; 1400UI de vitamina D₃; 400mg de vitamina E; 3mg de vitamina K₃; 18mg de vitamina B₁; 19mg de vitamina B₂; 18mg de vitamina B₆; 0,06mg de vitamina B₁₂; 85mg de niacina; 35mg de ácido pantotênico; 1,30mg de ácido fólico; 0,32mg de biotina; 80mg de vitamina C; 300mg de carnitina; 120mg de ferro; 20mg de cobre; 20mg de manganês; 100mg de zinco; 0,7mg de cobalto; 1,5mg de iodo; 0,20mg de selênio.

4) Guabi Natural Light, Mogiana Alimentos S.A. Ingredientes: Carne de Frango, Farinha de Carne de Frango, Arroz Integral, Polpa de Beterraba, Fosfato Bicálcico, Gordura de Frango, Óleo de Peixe Refinado, Cloreto de Potássio, Hexametáfosfato de Sódio, Cloreto de Sódio (Sal comum), Óleo de Canola, Ácido Cítrico, Cloreto de Colina, Mannan-oligossacarídeos, Taurina, Essência de Alecrim, Proteinato de Zinco, Tocoferol, Vitamina E, L-Carnitina, Sulfato de Ferro, Vitamina B12 (Cianocobalamina), Sulfato de Manganês, Niacina, Ácido Pantotênico, Vitamina B1 (Tiamina), Vitamina A (Retinol), Iodato de Potássio, Vitamina B2 (Riboflavina), Selenito de Sódio, Vitamina B6 (Piridoxina), Vitamina D3 (Colecalciferol). Premix mineral e vitamínico (por kilograma de produto): 22000UI de vitamina A; 2200UI de vitamina D₃; 90mg de vitamina E; 0,4mg de vitamina K₃; 10ppm de vitamina B₁; 7mg de riboflavina; 18mg de vitamina B₆; 14mg de niacina; 12mg de ácido pantotênico; 0,2ppm de ácido fólico; 22mcg de vitamina B₁₂; 1mg de piridoxina; 0,08mcg de biotina; 0,67ppm de colina; 80mg de vitamina C; 300mg de carnitina; 80ppm de ferro; 7,5mg de cobre; 6ppm de manganês; 140ppm de zinco; 1,5mg de iodo; 0,20mg de selênio.

5) Extrativos não-nitrogenados, valor estimado pelo cálculo: 100 – (PB + EEHA + FB + Umidade + matéria mineral).

6) Valores determinados por meio da realização do ensaio com animais preconizado pela AAFCO (2004) pelo método de coleta total, utilizando-se seis animais em cada ensaio.

Avaliação da ingestão de nutrientes

O consumo de alimento foi determinado diariamente. No entanto, para a realização da análise estatística dos resultados, as ingestões foram agrupadas em três períodos, sendo: T1 correspondente a 0-10% de perda de peso; T2 correspondente a 10-20% de perda de peso; MAN correspondente a fase de manutenção. Para determinar o consumo calórico, a quantidade de ração fornecida e recusada diariamente foi pesada, sendo a quantidade de alimento consumida multiplicada pela energia metabolizável (EM) do mesmo, determinada *in vivo*.

Ensaio de digestibilidade e energia metabolizável

Antes do início do estudo, os coeficientes de digestibilidade e a EM das três rações empregadas foram determinados em ensaios *in vivo*, segundo o método de coleta total de fezes e urina (AAFCO, 2004). Para cada ração foram empregados seis gatos adultos, alojados em gaiolas de metabolismo em inox, medindo 0,9x0,8x0,9 m, com aparato para a separação de fezes e urina. Adotou-se período de adaptação de 10 dias, seguidos de 10 dias de colheita quantitativa de fezes e urina. Os animais foram alimentados às 9:00h e 17:00h, em quantidade suficiente para atender sua demanda energética de manutenção (NRC, 2006). Os comedouros eram removidos das gaiolas antes da próxima refeição e as sobras pesadas, de modo a se quantificar o consumo. No primeiro dia da fase de colheita, antes das 8:00h, todas as fezes e urina dos gatos foram recolhidas das gaiolas e descartadas. Fezes e urina foram recolhidos, então, durante os próximos 10 dias no momento das refeições. As fezes eram pesadas e congeladas (-15° C) e a urina recolhida em recipiente plástico contendo 1ml de ácido sulfúrico (1 mol/L), sendo então congeladas (-15° C).

Ao final do período de colheita fezes e urina foram descongeladas e homogeneizadas, compondo-se uma amostra por animal. Posteriormente as amostras de fezes foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h. A urina foi colocada (cerca de 50 mL) em placas de petri e mantidas em estufa de ventilação forçada (320-SE, FANEM, São Paulo) a 55°C, por 24 horas, para redução do volume. Este procedimento foi repetido por mais duas vezes, totalizando 150 mL de urina. As amostras de fezes, juntamente com as das rações, foram moídas em moinho tipo faca (MOD 340, ART LAB, São Paulo), com peneira de 1mm.

Rações e fezes foram analisadas, então, de acordo com os procedimentos descritos pela AOAC (1995) para matéria seca, cinzas, proteína bruta, extrato etéreo em hidrólise ácida, fibra bruta, cálcio e fósforo. O método de Prosky et al. (1992) foi usado para a determinação da fibra dietética total nas rações. A quantidade de amido das rações foi determinada de acordo com Miller (1959) e Hendrix (1993). O conteúdo de energia bruta das dietas, fezes e urina foi determinado por calorimetria em bomba calorimétrica (1281, PARR Instruments, EUA). Todas as análises foram conduzidas em duplicata, sob um coeficiente de variação menor de 5%.

Composição corporal

Os gatos foram submetidos a jejum alimentar 12h antes dos exames e então anestesiados com uma combinação de levomepromazina, tiletamina e zolazepam cloridratos, administrados em uma mesma seringa pela via intramuscular, nas doses de 0,5, 2,5 e 2,5 mg/kg, respectivamente. Após a perda do reflexo postural, os animais foram posicionados sobre a mesa de exame de acordo com a metodologia descrita por LAUTEN et al. (2000, 2001).

A composição corporal foi determinada pela média de três varreduras consecutivas do DXA, sem reposicionamento dos gatos entre cada varredura. As imagens de corpo total foram analisadas usando o software pediátrico, pelo qual obteve-se os dados relativos a massa magra corporal (MM), gordura corporal (MG) e massa total (peso). Após o exame, cada gato recebeu pela via subcutânea, solução estéril de cloreto de sódio 0,9% para melhor recuperação anestésica e prevenir desidratação.

Análise estatística

O estudo teve um delineamento inteiramente casualizado em um esquema de parcelas subdivididas, sendo os sexos as parcelas e os períodos, as subparcelas. Cada animal representou uma unidade experimental. A análise estatística foi conduzida usando a

função GLM do SAS (SCHLOTZHAUER & LITTELL, 1997). Os efeitos e interações entre animais e grupos (M e F) foram verificados. Teste de Tukey foi empregado para a comparação das médias, usando-se um nível de significância de 5%. As variáveis foram inicialmente testadas para normalidade pelo método de Shapiro-Wilk e todas apresentaram distribuição normal. Os dados estão apresentados como média $\pm$ erro padrão (EP).

Resultados e Discussão

Dois gatos machos foram removidos do estudo após apresentarem doença do trato urinário inferior e episódios de diarreia seguidos de perda de peso. Uma fêmea também foi excluída do estudo sob suspeita de lipidose hepática. Desta forma, completaram o experimento sete fêmeas e oito machos.

O peso corporal dos machos foi superior ($p \leq 0,001$) durante todo o estudo, quando comparados às fêmeas. Estes dados estão expressos na tabela 2. Apesar desta diferença, o escore de condição corporal de ambos os grupos foi semelhante ($p > 0,05$) em todas as fases, assim como a taxa de perda de peso, que não diferiu entre machos e fêmeas ($p > 0,05$).

A massa magra corporal (em kilogramas), conteúdo mineral ósseo e densidade mineral óssea foram diferentes entre machos e fêmeas, em todas as fases do estudo, sendo estes valores sempre superiores nos machos ($p \leq 0,05$). Por outro lado, a quantidade, em kilogramas, de gordura corporal não diferiu entre os grupos em nenhum momento ($p > 0,05$). Estes dados, somados ao percentual de massa magra e gordura corporal, mostram que as fêmeas felinas apresentaram em todos os momentos maior adiposidade em relação aos machos e, conseqüentemente, menor porcentagem de massa magra ($p < 0,05$). Os valores de massa magra em porcentagem encontram-se ilustrados na figura 1, enquanto os de massa gorda (%) na figura 2. Apesar destas diferenças entre os sexos, o padrão de perda e manutenção de peso foi semelhante em ambos os grupos (Tabela 2).

Tabela 2: Peso, taxa de perda de peso e composição corporal dos gatos obesos, machos (n=8) e fêmeas (n=7), durante as fases de perda controlada de peso e 17 semanas de manutenção do peso. Valores médios $\pm$ erro padrão.

Grupo	T0 (início)	T1 (10% perda de peso)	T2 (20% perda de peso)	Manutenção
<i>Peso (kg)</i>				
Fêmeas (n=7)	4,65 ^a $\pm$ 0,36	4,13 ^b $\pm$ 0,34	3,70 ^c $\pm$ 0,30	3,63 ^c $\pm$ 0,29
Machos (n=8)	5,38 ^a $\pm$ 0,40	4,72 ^b $\pm$ 0,39	4,19 ^c $\pm$ 0,36	4,14 ^c $\pm$ 0,33
P ¹	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
<i>Escore de condição corporal</i>				
Fêmeas (n=7)	8,71 ^a $\pm$ 0,18	8,00 ^b $\pm$ 0,31	6,71 ^c $\pm$ 0,42	6,71 ^c $\pm$ 0,42
Machos (n=8)	8,50 ^a $\pm$ 0,19	7,88 ^b $\pm$ 0,23	6,00 ^c $\pm$ 0,27	6,00 ^c $\pm$ 0,27
P	0,43	0,74	0,16	0,16
<i>Massa magra corporal (kg)</i>				
Fêmeas (n=7)	2,58 ^a $\pm$ 0,16	2,52 ^{ab} $\pm$ 0,17	2,51 ^b $\pm$ 0,17	2,54 ^{ab} $\pm$ 0,19
Machos (n=8)	3,26 ^a $\pm$ 0,17	3,19 ^{ab} $\pm$ 0,16	3,02 ^b $\pm$ 0,22	3,05 ^{ab} $\pm$ 0,20
P	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
<i>Massa gorda corporal (kg)</i>				
Fêmeas (n=7)	1,96 ^a $\pm$ 0,21	1,51 ^b $\pm$ 0,21	1,09 ^c $\pm$ 0,14	0,99 ^c $\pm$ 0,14
Machos (n=8)	1,98 ^a $\pm$ 0,24	1,39 ^b $\pm$ 0,24	1,04 ^c $\pm$ 0,20	0,96 ^c $\pm$ 0,14
P	0,87	0,24	0,65	0,77
<i>Conteúdo mineral ósseo (kg)</i>				
Fêmeas (n=7)	0,111 ^a $\pm$ 0,01	0,104 ^b $\pm$ 0,01	0,099 ^b $\pm$ 0,01	0,108 ^b $\pm$ 0,01
Machos (n=8)	0,142 ^a $\pm$ 0,01	0,133 ^b $\pm$ 0,01	0,129 ^b $\pm$ 0,01	0,126 ^b $\pm$ 0,01
P	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
<i>Densidade mineral óssea (g/cm²)</i>				
Fêmeas (n=7)	0,436 ^a $\pm$ 0,01	0,431 ^a $\pm$ 0,01	0,429 ^a $\pm$ 0,01	0,432 ^a $\pm$ 0,01
Machos (n=8)	0,475 ^a $\pm$ 0,01	0,466 ^a $\pm$ 0,01	0,467 ^a $\pm$ 0,01	0,461 ^a $\pm$ 0,01
P	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
<i>Massa magra corporal (%)</i>				
Fêmeas (n=7)	56,01 ^c $\pm$ 1,46	61,85 ^b $\pm$ 2,94	68,50 ^a $\pm$ 1,78	70,27 ^a $\pm$ 2,30
Machos (n=8)	61,30 ^c $\pm$ 1,67	68,84 ^b $\pm$ 2,37	72,78 ^a $\pm$ 2,75	74,23 ^a $\pm$ 1,35
P	0,002	0,0001	0,009	0,015
<i>Massa gorda corporal (%)</i>				
Fêmeas (n=7)	41,58 ^a $\pm$ 1,48	35,64 ^b $\pm$ 2,97	28,81 ^c $\pm$ 1,83	26,94 ^c $\pm$ 2,36
Machos (n=8)	36,04 ^a $\pm$ 1,74	28,30 ^b $\pm$ 2,47	24,10 ^c $\pm$ 2,88	22,66 ^c $\pm$ 1,48
P	0,001	0,0001	0,005	0,009
<i>Perda de peso semanal (%)</i>				
Fêmeas (n=7)	-	0,94 ^a $\pm$ 0,18	0,93 ^a $\pm$ 0,03	0,12 ^b $\pm$ 0,04
Machos (n=8)	-	1,05 ^a $\pm$ 0,15	1,03 ^a $\pm$ 0,10	0,06 ^b $\pm$ 0,07
P		0,63	0,40	0,48

10%PP – 10% de perda de peso; 20%PP – 20% de perda de peso; início MAN – momento inicial da fase de manutenção do peso; 17sem MAN – 17 semanas do período de manutenção.

¹ probabilidade de rejeição da hipótese de nulidade

² os resultados obtidos aos 20% de perda de peso e momento inicial da fase de manutenção são os mesmos

³ de acordo com LAFFLAMME (1997)

^{a,b,c} Médias nas linhas sem uma letra em comum são diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

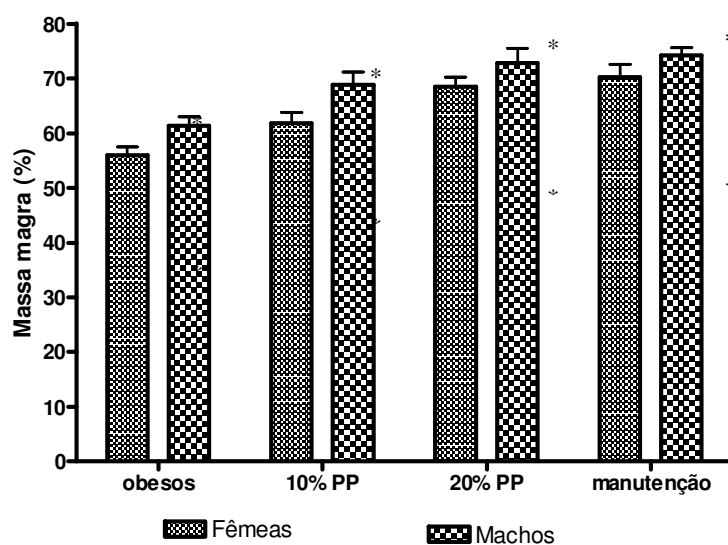


Figura 1: Massa magra corporal, em porcentagem, de gatos machos (n=8) e fêmeas (n=7) obesos, após 10% de perda de peso (10%PP), aos 20% de perda de peso (20%PP) e durante o período de manutenção do peso. * diferença entre médias machos e fêmeas ($p \leq 0,05$).

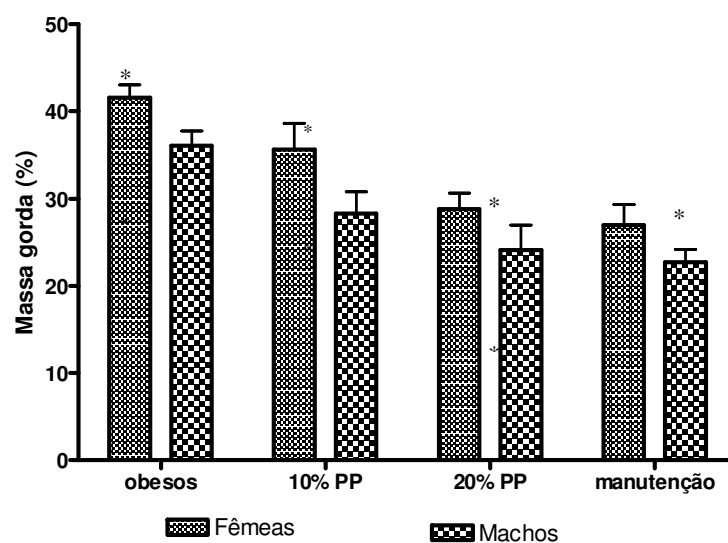


Figura 2: Massa gorda corporal, em porcentagem, de gatos machos (n=8) e fêmeas (n=7) obesos, após 10% de perda de peso (10%PP), aos 20% de perda de peso (20%PP) e durante o período de manutenção do peso. * diferença entre machos e fêmeas ($p \leq 0,05$).

Os resultados de ingestão calórica dos animais encontram-se na tabela 3 e estão ilustrados na figura 3. Para o cálculo da restrição calórica descrito no item Material e

métodos, empregou-se a fórmula do NRC (1986), que considera o peso corporal do animal ao invés do peso metabólico. Em relação ao cálculo inicial, pelo qual as fêmeas receberiam em média 41,9 kcal/kg e machos 42,09 kcal/kg, pode-se perceber que para que houvesse perda de peso próxima a 1% por semana, foi necessário que as fêmeas recebessem apenas $33,8 \pm 1,00$ kcal/kg e machos $34,7 \pm 1,05$ kcal/kg, ou seja, aproximadamente 25% menos calorias do que o valor estimado inicialmente, ou ainda aproximadamente 50% das necessidades calóricas de manutenção.

A ingestão de energia metabolizável, quando considerado apenas o peso corporal dos animais (EM/kg), não diferiu entre machos e fêmeas em nenhum momento do estudo ($p > 0,05$). Por outro lado, quando considerado o peso metabólico em seu fator para animais obesos ($\text{EM/kg}^{0,40}$), a ingestão calórica de machos foi em média 11,1% superior à das fêmeas em todos os momentos ($p \leq 0,05$).

Quando avaliada a ingestão calórica por kilograma de massa magra corporal, apenas durante o primeiro estágio da perda de peso (T1) as fêmeas ingeriram significativamente mais energia que os machos ($p \leq 0,05$). Ao término da perda de peso e manutenção do peso não diferiu a ingestão calórica entre machos e fêmeas (Tabela 4).

Tabela 3: Ingestão de energia metabolizável (EM) dos gatos obesos, machos (n=7) e fêmeas (n=8), na fase de perda controlada de peso e 17 semanas de manutenção do peso. Valores médios $\pm$ erro padrão.

Tratamento	0-10% perda de peso	10-20% perda de peso	Manutenção
<i>Ingestão de energia metabolizável (kcal/kg)</i>			
Fêmeas (n=7)	33,8 ^b $\pm$ 2,23	33,4 ^b $\pm$ 1,83	46,7 ^a $\pm$ 3,11
Machos (n=8)	34,7 ^b $\pm$ 2,32	35,2 ^b $\pm$ 2,45	47,3 ^a $\pm$ 2,57
P	0,58	0,25	0,17
<i>Ingestão de energia metabolizável (kcal/kg^{0,40})</i>			
Fêmeas (n=7)	84,3 ^b $\pm$ 3,65	77,4 ^c $\pm$ 2,88	102,9 ^a $\pm$ 3,89
Machos (n=8)	93,6 ^b $\pm$ 4,12	87,9 ^c $\pm$ 2,40	111,9 ^a $\pm$ 4,09
p	0,0007	0,0001	0,0007
<i>Ingestão de energia metabolizável (kcal/kg de massa magra)</i>			
Fêmeas (n=7)	57,7 ^b $\pm$ 1,63	51,3 ^c $\pm$ 0,92	66,6 ^a $\pm$ 2,78
Machos (n=8)	53,7 ^b $\pm$ 1,53	49,8 ^c $\pm$ 1,09	63,3 ^a $\pm$ 2,53
p	0,048	0,44	0,10

[†] probabilidade de rejeição da hipótese de nulidade

^{a,b,c} Médias nas linhas sem uma letra em comum são diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Quando avaliada a ingestão calórica por kilograma de massa magra corporal, apenas durante o primeiro estágio da perda de peso (T1) as fêmeas ingeriram significativamente mais energia que os machos ($p \leq 0,05$), não havendo diferenças ao término da perda de peso e durante a manutenção do peso ($p > 0,05$).

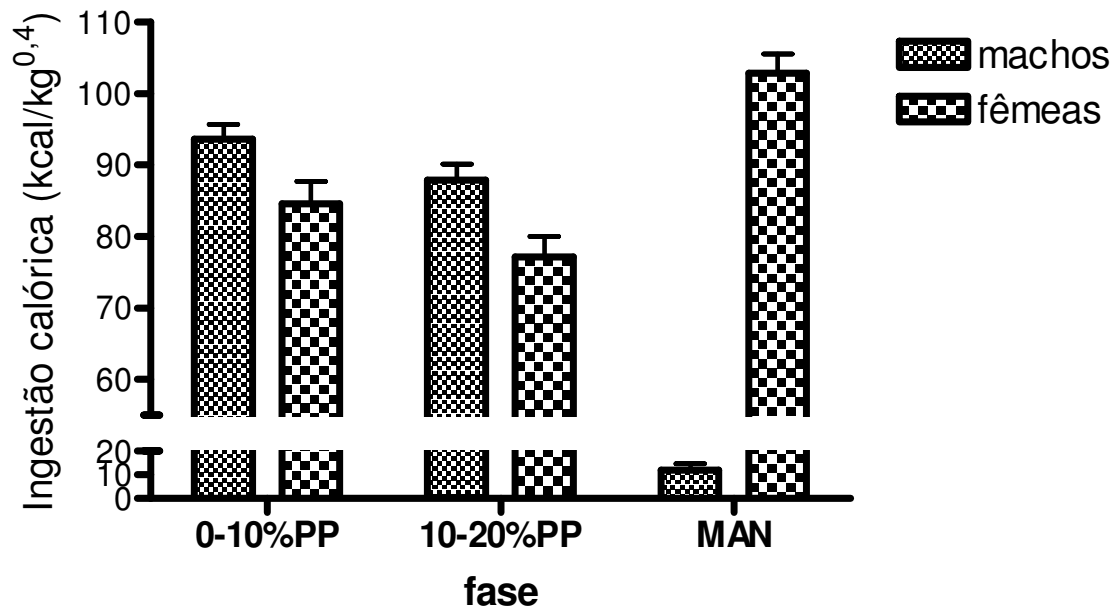


Figura 3: Ingestão de energia metabolizável (kcal/kg^{0,40}) de gatos machos (n=8) e fêmeas (n=7) nos intervalos entre 0-10% de perda de peso (0-10% PP), entre 10-20% de perda de peso (10-20%PP) e durante o período de manutenção do peso. Valores médios por período. * diferença entre machos e fêmeas ($p \leq 0,05$).

Existem poucas informações a respeito das necessidades calóricas de gatos machos e fêmeas. Apesar de terem sido demonstradas diferenças entre animais castrados e inteiros, variações nos requerimentos calóricos decorrentes do sexo não haviam sido constatadas em estudos anteriores ao presente ensaio (NRC, 2006). Estas diferenças também existem em humanos, os requerimentos calóricos das mulheres são estimados como sendo 30% inferiores aos dos homens (BOREL et al., 1984).

Todos os gatos aqui empregados eram castrados há pelo menos dois anos, de modo que diferenças relativas aos hormônios sexuais podem ser afastadas. Desta forma, as diferenças na composição corporal entre os sexos podem ser um ponto de partida para o entendimento dos diferentes consumos de energia. Pela avaliação da composição corporal, independente das diferenças no peso corporal, os machos apresentaram mais massa magra e menos massa gorda que fêmeas. Como a massa magra corporal está diretamente relacionada com o gasto de energia e consumo calórico dos animais (RAVUSSIN et al.,

1985; NGUYEN et al., 2001), esta pode explicar, ao menos parcialmente, as diferenças de necessidade calórica entre machos e fêmeas verificadas no presente estudo.

Tanto é que JOHNSON et al. (1997), comparando os efeitos da restrição calórica em ratos machos e fêmeas, verificaram que a necessidade calórica para manter os animais magros foi 18,2% inferior à ingestão voluntária de fêmeas obesas, enquanto em machos, restrição de 7,2% em relação aos obesos foi suficiente para manter a condição corporal ideal e aumentar a longevidade dos animais. Neste mesmo estudo, os autores verificaram maior percentual de proteína na carcaça de machos, sem diferenças no percentual de gordura entre machos e fêmeas. No presente Tese a massa magra corporal dos machos foi sempre superior a das fêmeas e a gordura menor em valores percentuais. Esta diferença na composição corporal pode ser um possível fator protetor do ganho de peso em machos e que possivelmente permitiu o maior consumo calórico para os gatos machos durante todo o estudo. Um aspecto importante, no entanto, é que apesar de terem sido verificadas diferenças estatísticas na composição corporal e necessidades calóricas no presente trabalho, a população em estudo (15 gatos) é pequena para tornar estas conclusões gerais. Diferenças entre os trabalhos podem ser verificadas na publicação do NRC (2006), e que ilustram a influência da população em estudo sobre a determinação das necessidades calóricas dos gatos e o cuidado que se deve ter quando se extrapolam resultados.

Alguns estudos em ratos apontam, ainda, diferenças na eficiência energética relacionada ao sexo, que possivelmente ocorrem devido às diferenças na produção de calor entre machos e fêmeas. Ratas submetidas a ingestão de uma dieta hipercalórica são mais propensas à obesidade que machos e que estas diferenças podem estar associadas a menor ativação do tecido adiposo marrom nas fêmeas. O mesmo ocorre durante a restrição calórica, quando as fêmeas apresentam uma redução acentuada no consumo de O_2 pelo tecido adiposo marrom. Estas adaptações fazem com que haja maior predisposição à obesidade em fêmeas (VALLE et al., 2005).

No presente estudo, quando a ingestão calórica foi calculada por quilograma de peso corporal durante a fase de manutenção, independente do sexo, obteve-se que 46,65 kcal/kg foi o consumo calórico médio em machos e fêmeas durante as 17 semanas. Já o consumo calórico médio por quilograma de massa magra foi de aproximadamente 64,3 kcal/kg. Desta forma, aproximadamente 20 kcal são consumidos por quilograma de gordura corporal. Conforme também verificado, exceto durante a primeira fase da perda de peso, não houve diferença no consumo calórico por quilograma de massa magra entre machos e fêmeas, o que

permite se deduzir que a maior quantidade de gordura corporal nas fêmeas foi responsável pelo menor gasto calórico, quando comparadas aos machos. Estas informações, aliadas aos achados de VALLE et al. (2005), sugerem que a gordura corporal e o sexo devem receber atenção especial na determinação das necessidades calóricas dos indivíduos.

O gasto energético por unidade de massa magra em gatos orquiectomizados ou inteiros é o mesmo, de forma que o ganho de peso que ocorre em animais castrados é resultante do aumento na ingestão calórica e redução do gasto energético, promovido pela ausência de estrógenos circulantes, tanto em machos quanto em fêmeas (KANCHUCK et al., 2003). O estrógeno, tanto em machos quanto em fêmeas, regula a deposição de gordura no tecido adiposo branco e após a castração há uma predisposição ao ganho de gordura em ambos os sexos (HELNE et al., 2000).

Um importante parâmetro indireto para mensurar a atividade do tecido adiposo marrom é a verificação da temperatura corporal dos animais em resposta à restrição calórica. DUFFY et al. (1989) verificaram que a temperatura corporal de ratos sob restrição calórica foi significativamente menor que a de animais alimentados *ad libitum*. Estas alterações sugerem a importância do tecido adiposo marrom na redução das necessidades calóricas durante a perda de peso e aumento da atividade deste tecido durante o ganho de peso.

Em suínos há redução na deposição de proteína em animais castrados, sendo limitado o aumento na deposição protéica frente à elevação na concentração de proteína dietética, enquanto nos animais inteiros esta deposição é significativamente maior (CAMPBELL e TAVERNER, 1988). NGUYEN e al. (2004) verificaram que gatos castrados, diferentemente de suínos, respondem com aumento de massa magra corporal à elevação das concentrações de proteína na ração. Além disto, em ratos, machos respondem de maneira diferente às alterações no plano dietético, uma vez que acumulam maior quantidade de proteína que fêmeas, quando submetidos ao balanço calórico positivo, enquanto as fêmeas tendem a acumular maior quantidade de gordura (FERREL e KOONG, 1986). Apesar de contraditórios, estes achados, somados às diferenças encontradas na composição corporal e ingestão calórica do presente estudo, sugerem que fêmeas podem se beneficiar com elevações ainda maiores na concentração protéica da dieta, com o intuito de reduzir o percentual de gordura e elevar a massa magra. No entanto, não existem estudos que suportem esta afirmação. Uma vez que machos e fêmeas após a castração tendem a ganhar mais peso proveniente de acúmulo de gordura, a elevação da proteína em dietas para manutenção de animais nestas condições parece ser apropriada (FETTMAN et al., 1997).

Embora tenha se verificado diferenças nas necessidades calóricas e composição corporal de machos e fêmeas, suas respostas à restrição calórica ou elevação no fornecimento de alimentos foi semelhante entre os sexos. O organismo dos animais parece ter um *set point* de peso, que responde reduzindo o metabolismo basal quando submetido à restrição calórica e aumentando a oxidação de substratos calóricos em resposta à elevação do consumo (LEIBEL et al., 1995). No presente trabalho esta hipótese do *set point* foi, de certo modo, confirmada pois o consumo calórico, tanto em machos e fêmeas foi reduzido ao longo da perda de peso e elevou-se gradativamente durante o período de manutenção.

Em ratos, a restrição calórica ao longo de toda a vida aumenta a sobrevivência em aproximadamente 20-30%, quando comparado aos animais alimentados à vontade (JOHNSON et al., 1997). Outras adaptações metabólicas importantes que ocorrem com a restrição calórica e podem contribuir para as reduções nas necessidades calóricas de indivíduos submetidos à perda de peso incluem diminuição dos batimentos cardíacos, da taxa metabólica basal e do stress oxidativo. Estas alterações, se por um lado favorecem maior longevidade, por outro reduzem a taxa de perda de peso dos animais sob restrição calórica (EVANS et al., 2005). No presente estudo, em ambos os grupos, pôde-se verificar que o consumo calórico ao final da perda de peso foi significativamente inferior àquele obtido após 17 semanas de manutenção, confirmando na espécie felina esta adaptação do gasto energético de acordo com o consumo de alimento verificada em outras espécies e modelos animais. Este fato torna-se mais evidente quando se verifica que a ingestão calórica por unidade de massa magra (tabela 3) sofreu redução durante a perda de peso e elevação compensatória durante a fase de manutenção, tanto em machos quanto em fêmeas.

Além das adaptações metabólicas, CROWELL-DAVIS et al. (1995) observaram uma reduzida atividade física (nível de movimentação) em cães sobre restrição calórica, o que foi inversamente proporcional ao grau de restrição calórica empregada.

Conclusões

A partir dos achados do presente estudo, pode-se concluir que gatos machos, mesmo castrados, apresentam maior necessidade calórica que as fêmeas da mesma espécie. Estes dados sugerem que o fornecimento calórico para perda de peso e manutenção do mesmo devem ser considerados de maneira diferenciada entre gatos machos e fêmeas.

Referências

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS (AAFCO). **Official Publication 2004**. Association of American Feed Control Officials, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, **Official Methods of Analysis**, 16th ed. AOAC, Washington DC, USA, chap. 4, p.1-45, 1995.

BOREL, M.J.; RILEY, R.E.; SNOOK, J.T. Estimation of energy expenditure and maintenance energy requirements of college-age men and women. **Am J Clin Nutr.**, v.40, n.6, p.1264-1272, 1984.

CAMPBELL, R.G.; TAVERNER, M.R. Genotype and sex effects on the relationship between energy intake and protein deposition in growing pigs. **J. Anim. Sci.**, v.66, p.676-686, 1988.

CROWELL-DAVIS, S.L.; BARRY, K.; BALLAM, J.M.; LAFFLAMME, D.P. The effect of caloric restriction on the behavior of pen-housed dogs: Transition from restriction to maintenance diets and long-term effects. **Applied Animal Behavior Science**, v.43, p. 43-61, 1995.

DUBUC, G.R.; PHINNEY, S.D.; STERN, J.S.; HAVEL, P.J. Changes of serum leptin and endocrine and metabolic parameters after 7 days of energy restriction in men and women. **Metabolism**, v.47, P.429-434, 1998.

DUFFY, P.H. et al. Effect of chronic caloric restriction on physiological variables related to energy metabolism in the male Fischer 344 rat. **Mech-Ageing-Dev**, v.48, n.2, p.117-133, 1989.

EVANS, S.A.; PARSONS, A.D.; OVERTON, J.M. Homeostatic responses to caloric restriction: influence of background metabolic rate. **J Appl Physiol**, v. 99, p.1336–1342, 2005.

FERRELL, C.L.; KOONG, K.J. Influence of Plane of Nutrition on Body Composition, Organ Size and Energy Utilization of Sprague-Dawley Rats. **J. Nutr.**, v.116, p.2525-2535, 1986.

FETTMAN, M.J. et al. Effects of weight gain and weight loss on metabolic rate, glucose tolerance, and serum lipids in domestic cats. **Research in Veterinary Science**, v.64, p.11-16, 1998.

HEINE, P.A. et al. Increased adipose tissue in male and female estrogen receptor- α knockout mice. **PNAS**, 2000, v.97, n.23, p.12729–12734.

HENDRIX, D.L. Rapid extraction and analysis of nonstructural carbohydrates in plant tissues. **Crop. Sci.**, Madison, v.25, p.1306-1311, 1993.

JENSEN, M.D. Gender differences in regional fatty acid metabolism before and after meal ingestion. **J Clin Invest.** v.96, n. 5, p.2297–2303, 1995.

JOHNSON, P.R. et al. Longevity in obese and lean male and female rats of the Zucker strain: prevention of hyperphagia. **Am J Clin Nutr**, v.66, p.890-903, 1997.

KANCHUK, M.L. et al. Weight Gain in Gonadectomized Normal and Lipoprotein Lipase–Deficient Male Domestic Cats Results from Increased Food Intake and Not Decreased Energy Expenditure. **J. Nutr.** v.133, p.1866–1874, 2003.

KOUBOVA, J.; GUARENTE, L. How does calorie restriction works? **Perspective** v.17, n.3, p313-321, 2003.

LAFLAMME, D. P. Development and validation of a body condition score system for cats: a clinical tool. **Feline Practice**, Santa Barbara, v. 25, n. 5-6, p. 13-17, 1997.

LAUTEN, S.D. et al. Body composition of growing and adult cats as measured by use of. dual energy x-ray absoptiometry. **Comparative Medicine**, New York, v. 50, n. 2, p. 175-183, 2000.

LAUTEN, S.D. et al. Use of dual energy x-ray absorptiometry for noninvasive body composition measurement in clinically normal dogs. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg ,v. 62, n. 8, p. 1295-301. 2001.

LEIBEL, R.L.; HIRSCH, J. **Diminished energy requirements in reduced-obese patients.**

MASORO, E. J. Diet restriction, carbohydrate metabolism, and the retardation of senescence. In :**THE PURINA PET INSTITUTE SYMPOSIUM**. St. Louis: Nestlé Purina, 2002. p. 25-28.

McGREEVY, P.D.; THOMSOM, P.C.; PRIDE, C. et al. Prevalence of obesity in dogs examined by Australian veterinary practices and the risk factors involved. **Veterinary Record**, v.156, p.695-702, 2005.

McGUIRE, M.T. et al. What Predicts Weight Regain in a Group of Successful Weight Losers? **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, v.67, n.2, p.177-185, 1999.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Anal. Chem.**, Washington, v.31, p.426-428, 1959.

National Research Council. **Nutrient requirements of cats**, Washington D.C., 1986, 78p.

NGUYEN, P.G. et al. Effects of dietary fat and energy on body weight and composition after gonadectomy in cats. **American Journal of Veterinary Research**, v.65, n.12, p.1708-1713, 2004.

NRC - Nutrient Requirements of Dogs and Cats. **National Research Council**. The National Academy Press: Washington, D.C. 2006. 398p.

PROSKY, L. et al. Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products: Collaborative study. **J. AOAC Int.**, v.75, p.360-367, 1992.

RAVUSSIN, E. et al. Energy expenditure before and during energy restriction in obese patients. **Am J Clin Nutr**, v.41, p.753-759, 1985.

ROOT, M. V. et al. Effect of prepuberal and postpuberal gonadectomy on heat production measured by indirect calorimetry in male and female domestic cats. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 57, n. 3, p. 371-374, 1996.

SARTORIO, A.; MAFFIULETTI, N.A.; AGOSTI, F.; LAFORTUNA, C.L. Gender-related changes in body composition, muscle strength and power output after a short-term multidisciplinary weight loss intervention in morbid obesity. **Journal of Endocrinological Investigation**, v.28, n.6, p.494, 2005.

SCHLOTZHAUER, S.; LITTELL, R.C. **SAS system for elementary statistical analysis**. 2nd. ed. Cary: Sas institute. 1997. p. 456.

SPEAKMAN, J.R.; BOOLES. D.; BUTTERWICK, R. Validation of dual energy X-ray bsorptiometry (DXA) by comparison with chemical analysis of dogs and cats. *International Journal of Obesity*, v.25, p.439-447, 2001.

VALLE, A. et al. Sex-related differences in energy balance in response to caloric restriction. **Am J Physiol Endocrinol Metab**, v.289, p.E15–E22, 2005.