

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA FIBRA SOLÚVEL E INSOLÚVEL E DO TEOR DE  
PROTEÍNA SOBRE A SACIEDADE E RESPOSTAS  
HORMONAIAS EM GATOS**

**Michele Cristina de Camargo Oliveira**

Médica Veterinária

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA FIBRA SOLÚVEL E INSOLÚVEL E DO TEOR DE  
PROTEÍNA SOBRE A SACIEDADE E RESPOSTAS  
HORMONAIIS EM GATOS**

**Michele Cristina de Camargo Oliveira**

**Orientador: Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi**

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2012

Oliveira, Michele Cristina de Camargo Oliveira  
O48e Efeito da fibra solúvel e insolúvel e do teor de proteína sobre a  
saciedade e respostas hormonais em gatos / Michele Cristina de  
Camargo Oliveira. -- Jaboticabal, 2012  
xii, 48 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012  
Orientador: Aulus Cavalieri Carciofi  
Banca examinadora: Marcio Antonio Brunetto, Ricardo Souza  
Vasconcellos  
Bibliografia

1. Consumo Alimentar. 2. Mecanismos neuroendócrinos. 3.  
Felinos. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias.

CDU 619:616.4:636.8



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**CAMPUS DE JABOTICABAL**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL**

### **CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** EFEITO DA FIBRA SOLÚVEL E INSOLÚVEL E DO TEOR DE PROTEÍNA SOBRE A SACIEDADE E RESPOSTAS HORMONAIS EM GATOS

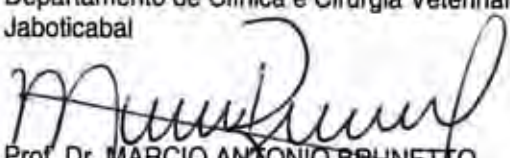
**AUTORA:** MICHELE CRISTINA DE CAMARGO OLIVEIRA

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. AULUS CAVALIERI CARCIOFI

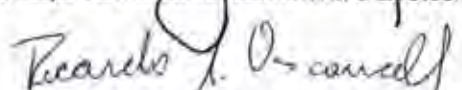
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM MEDICINA VETERINÁRIA, Área: CLÍNICA MÉDICA VETERINÁRIA, pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. AULUS CAVALIERI CARCIOFI

Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

  
Prof. Dr. MARCIO ANTONIO BRUNETTO

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - USP / Pirassununga/SP

  
Prof. Dr. RICARDO SOUZA VASCONCELLOS

Departamento de Medicina veterinária / Faculdades Ingá / Maringá/PR

Data da realização: 28 de fevereiro de 2012.

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

**MICHELE CRISTINA DE CAMARGO OLIVEIRA** – nascida em 09 de Janeiro de 1979, em Itu, é Médica Veterinária formada pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, em julho de 2007. Concluiu dois anos de Residência em Nutrição e Nutrição Clínica de Cães e Gatos no Hospital Veterinário Governador Laudo Natel da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal em fevereiro de 2009 e Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração em Clínica Médica (Nutrição de cães e gatos) em fevereiro de 2012. Atualmente é aluna do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração em Clínica Médica, Curso de Doutorado.

“Nenhum ser humano pode se esquivar das leis da natureza ninguém consegue nadar em sentido contrário a elas. Deus é a força que impulsiona as leis da natureza, a força que ninguém ainda compreendeu, que ninguém viu, mas cujos *efeitos* cada um, dia a dia, hora a hora, até mesmo nas frações de todos os segundos, tem de ver, intuir, observar, se apenas *quiser* ver, em si próprio, em cada animal, cada árvore, cada flor, cada fibra de uma folha, quando irrompe do invólucro para chegar à Luz.”

**ABDRUSCHIN**, Na Luz da Verdade

## **DEDICO E OFEREÇO**

Ao Criador, por me conceder a existência.

Ao meu pai e a minha mãe, por me apoiarem em mais uma etapa da minha vida e por todo o amor e respeito depositado em mim.

Ao meu noivo Marcelo, por toda a ajuda, pela compreensão e por todo o seu amor e carinho.

Aos meus irmãos Adriano e João Luiz e cunhada Marjorie, pelo incentivo, pelo carinho e amizade dedicados.

A minha grande amiga Ana Beatriz, pelo companheirismo, pela amizade e por todo o apoio nos momentos difíceis.

Aos gatos do Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada”, por participarem do meu projeto de pesquisa.

A todos os colegas, professores e funcionários pela amizade e contribuição indispensável ao meu trabalho e aprendizado.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Aulus Cavalieri Carciofi por ter me dado a oportunidade de aprender e crescer profissionalmente. Obrigada pela ajuda, pela confiança e pela amizade.

Aos colegas pós-graduandos do Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada”, pelo apoio, ajuda e amizade.

A funcionária Elaine do Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada”, a funcionária Claudia do Laboratório de Patologia Clínica, a funcionária Marta Nakao do Laboratório de Endocrinologia e Metabologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, pela ajuda e amizade.

A Guabi, pelo auxílio e suporte ao Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada”

A FAPESP, pelo apoio financeiro.



**SUMÁRIO**

	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	xi
SUMMARY.....	xii
I – INTRODUÇÃO.....	1
II - REVISÃO DE LITERATURA.....	2
III - MATERIAL E MÉTODOS.....	9
Animais.....	10
Dietas Experimentais.....	10
Manejo dos animais e delineamento experimental.....	13
Ensaio de digestibilidade e energia metabolizável.....	15
Determinação de saciedade e padrão alimentar dos animais.....	16
Dosagens de leptina e GLP-1 basais e avaliação da resposta pós-prandial de glicose, insulina e GLP-1.....	17
Avaliação do escore de condição corporal dos gatos.....	20
Análise estatística dos resultados.....	20
IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
V – REFERÊNCIAS.....	40
VI- ANEXO.....	48

**LISTA DE TABELAS**

Página

<b>TABELA 1.</b> Formula e composição química analisada das dietas experimentais para felinos com fibra solúvel ou insolúvel, alta ou baixa proteína. Valores sobre a matéria original.....	12
<b>Tabela 2:</b> Peso e escore de condição corporal e consumo de matéria seca e energia metabolizável de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína.....	23
<b>Tabela 3.</b> Consumo de nutrientes, coeficientes de digestibilidade aparente, produção e qualidade das fezes de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína.....	26
<b>Tabela 4.</b> Consumo das dietas experimentais (DE = BFBP, AFIBP, AFSBP, AFIAP, AFSAP) e desafio (DD = Guabi Natural®) durante as duas avaliações de saciedade pelos gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína.....	28
<b>Tabela 5.</b> Consumo de alimento (g/kg de PC), concentração plasmática de glicose, concentração sérica de insulina e GLP-1 e área abaixo da curva de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína.....	32
<b>Tabela 6.</b> Concentração sérica média de leptina e GLP-1 de gatos alimentados com as dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína .....	39

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Cronograma da execução dos blocos experimentais .....	14
<b>Figura 2.</b> Sistema de escala de escore de condição corporal de 1 a 9 (LAFLAMME, 1997) empregada para avaliação dos animais do presente estudo.....	20
<b>Figura 3.</b> Consumo de alimentos (em gramas por kg de peso corporal) dos gatos alimentados com as dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína.....	24
<b>Figura 4.</b> Gráfico da ingestão de alimento observada durante a avaliação das respostas pós-prandiais de glicose, insulina e GLP-1 de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína .....	34
<b>Figura 5.</b> Gráfico da ingestão de alimento observada durante a avaliação do padrão alimentar de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína.....	34
<b>Figura 6.</b> Gráfico das concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) dos gatos evidenciados durante as resposta pós-prandiais de glicose, insulina e GLP-1 de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína .....	35
<b>Figura 7.</b> Gráfico das concentrações séricas de insulina (UI/dL) dos gatos evidenciados durante as resposta pós-prandiais de glicose, insulina e GLP-1 de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína.....	35

**Figura 8.** Gráfico das concentrações séricas de GLP-1 dos gatos evidenciados durante as resposta pós-prandiais de glicose, insulina e GLP-1 de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína..... 36

## **EFEITO DA FIBRA SOLÚVEL E INSOLÚVEL EM DO TEOR DE PROTEÍNA SOBRE A SACIEDADE E RESPOSTAS HORMONAIS EM GATOS**

### **RESUMO**

A obesidade é hoje um dos grandes desafios na medicina veterinária, sua incidência nos animais de companhia vem aumentando gradativamente. Devido à frequência com que se observa a ocorrência da obesidade e suas conseqüências sobre a saúde e qualidade de vida dos animais, o manejo nutricional torna-se uma ferramenta importante para a sua prevenção e tratamento. Os nutrientes presentes na dieta, como fibras e proteínas, podem interferir na saciedade e alterar o consumo de alimentos, modificando os teores plasmáticos de hormônios liberados no trato gastrintestinal e que influenciam os mecanismos centrais envolvidos na regulação do balanço energético, através de caminhos neuronais tais como leptina e GLP-1, além de modular as resposta glicêmicas e insulínicas pós-prandiais dos animais. Neste estudo avaliou-se os efeitos da adição de diferentes concentrações de fibra dietética e proteína em dietas secas extrusadas para gatos sobre a digestibilidade dos nutrientes, saciedade, saciação, comportamento alimentar, glicemia e insulinemia pós-prandiais, concentrações séricas de leptina e GLP-1. Foi adotado um delineamento em blocos casualizados, com 40 gatos distribuídos em quatro blocos de 10 animais, totalizando oito repetições por tratamento. Não houve variação no consumo de MS e o peso corporal se manteve constante. Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e da matéria orgânica foram mais baixos nas dietas contendo alta fibra e houve diminuição da digestibilidade aparente da gordura nas rações com alta inclusão de fibra. As dietas suplementadas com fibra solúvel e insolúvel levaram a diminuição das concentrações plasmáticas máximas de glicose e do incremento máximo de glicose. Verificou-se, também que as dietas contendo alta fibra provocaram uma elevação nas concentrações médias e máximas do GLP-1 durante as respostas pós-prandiais e que possivelmente essas dietas levaram a um efeito de saciedade nos gatos.

**Palavras-chave:** consumo alimentar, mecanismos neuroendócrinos, nutrientes, dieta, felinos

## EFFECT OF SOLUBLE AND INSOLUBLE FIBER AND PROTEIN CONTENT ON SATIETY AND HORMONAL RESPONSES IN CATS

### SUMMARY

Obesity is now one of the greatest challenges in veterinary medicine. It's incidence in pets is increasing. Due to the frequency in which we observe the occurrence of obesity and its consequences on health and quality of life of animals, the nutritional management becomes an important tool for its prevention and treatment. Nutrients in the diet, such as fiber and protein, can interfere with satiety and food intake by modifying the plasma levels of hormones that act in the regulation of energy consumption, such as leptin and GLP-1 and modulate glucose and insulin postprandial responses in animals. The nutrient in the diet such as fiber and protein, can interfere with satiety and food intake, modifying the plasma levels of hormones released in the gastrointestinal tract which influence the central mechanism involved in regulating energy balance through neural pathways such as leptin and GLP-1, besides modulating glucose and insulinic post-prandial responses in animals. This study evaluated the effects of adding different concentration of dietary fiber and protein in extruded dry diets for cats on the digestibility, glucose and insulin post-prandial responses, serum concentration of leptin and GLP-1 and the body composition of cats. It was adopted a randomized block design, with 40 cats divided into four blocks of 10 animals, a total of eight replicates per treatment. There was no variation in dry matter consumption and body weight was constant. The digestibility coefficient of dry matter and organic matter were lower in diets with high fiber and there was a decrease in apparent digestibility of fat in diets with high fiber inclusion. Diets supplemented with soluble and insoluble fiber decreased maximum plasmatic concentration of glucose and maximum increment of plasmatic concentration of glucose. Diets containing high fiber caused an increasing in medium and maximum post-prandial responses of GLP-1 and probably caused a satiety effect in cats.

**Keywords:** food intake, neuro-endocrine mechanisms, nutrients, diet, feline

## I- INTRODUÇÃO

O controle do tamanho da refeição, assim como da finalização do comportamento alimentar depende de conexões neurais periféricas que informam o sistema nervoso central sobre o estado nutricional imediato ou sobre a quantidade de alimento consumido a partir da presença de alimento no tubo digestivo. O eixo intestino-encéfalo possui uma alça humoral constituído por neuropeptídeos expressos e liberados por células do trato gastrintestinal e outros tecidos e órgãos em resposta a ingestão de nutrientes. Estes peptídeos entram na corrente sanguínea e chegam às regiões do sistema nervoso central responsáveis pelo controle da ingestão de alimentos (HUDA et al., 2006). Diversos são os peptídeos secretados, alguns com função orexígena, como a grelina, outros com função anorexígena tais como o peptídeo YY (PYY), o polipeptídeo pancreático (PP), o peptídeo semelhante ao glucagon-1 (GLP-1), a oxintomodulina (OXM) e a colicistoquinina (CCK). Outro sinalizador de importância é a leptina, relacionada com a gordura corporal. A maior parte desses fatores interage periféricamente e penetra no encéfalo através dos órgãos circunventriculares, que são áreas quimiossensitivas preparadas para receber informações de estímulos químicos do plasma ou do líquido cérebro-espinhal, fundamentais para a manutenção da homeostase (AIRES, 2008).

Os nutrientes presentes nos alimentos são capazes de modular as respostas de ingestão de alimentos e o balanço energético. Diversos estudos em humanos demonstraram que as fibras dietéticas podem ser utilizadas em alimentos para perda de peso devido ao seu efeito na redução do consumo alimentar. Os mecanismos de ação das fibras dietéticas sobre a saciedade dependem de diversos fatores podendo ser determinado pelo tipo e quantidade de fibra utilizada na dieta. Desse modo, alguns trabalhos sugerem que as fibras solúveis possam exercer uma influência mais profunda na saciedade do que as fibras insolúveis (DELARGY et al., 1993; STEVENS et al., 1987). As proteínas são nutrientes importantes para os gatos obesos. O elevado teor protéico da dieta pode reduzir a restrição energética necessária para que os animais

percam peso. Além disso, esses nutrientes podem modificar a secreção de peptídeos que modulam o consumo de alimento.

A frequência com que se observa a ocorrência da obesidade e suas consequências sobre a saúde e qualidade de vida dos animais determinam que o seu manejo seja um importante desafio na medicina veterinária. Muitos proprietários de gatos não são capazes de perceber o desenvolvimento ou, até mesmo, a existência da obesidade em seus animais de estimação. Desta forma, a adoção de estratégias dietéticas para a prevenção da obesidade tem sido uma consideração cada vez mais importante.

Este estudo teve por objetivo avaliar os efeitos das ingestões de fibra solúvel e insolúvel, sob duas ingestões protéicas, sobre a digestibilidade dos nutrientes, metabolização da energia do alimento, saciedade, saciação, comportamento alimentar, glicemia e insulinemia pós-prandiais, concentrações séricas de leptina e GLP-1 de gatos adultos.

## II- REVISÃO DE LITERATURA

Diversos estudos buscam compreender de que maneira a composição da dieta pode afetar a regulação da ingestão de alimentos e o balanço energético. Tradicionalmente, dietas com alta fibra e baixa energia têm sido utilizadas para controle de peso. Fibras podem ser utilizadas para diminuir a densidade energética dos alimentos e aumentar a sensação de saciedade (DIEZ et al., 2002), no entanto ainda com resultados controversos, especialmente para felinos para os quais muito pouca informação existe. Fibra pode ser definida como sendo a soma dos polissacarídeos não amiláceos, constituintes da parede celular vegetal, mais a lignina. São compostos



indigestíveis pelas enzimas endógenas do trato gastrointestinal dos animais monogástricos (TROWELL et al., 1976).

De acordo com BLUNDELL e BURLEY (1987) a ingestão de fibras leva a supressão da ingestão de energia através da indução da saciação e saciedade no homem. Saciação é definida como a satisfação do apetite durante a alimentação e, eventualmente, leva a cessar a alimentação. Pode ser quantificada pela duração da refeição e também pela quantidade de calorias consumidas durante a refeição. A saciedade, em contraste, refere-se à inibição da fome e ocorre como consequência do que foi consumido anteriormente pelo animal. A intensidade da resposta de saciedade a uma refeição é mensurada pela duração de tempo entre as refeições e pela quantidade de alimento consumido na refeição seguinte (BLUNDELL et al., 1996). Juntos, saciação e saciedade fazem parte de um processo integral no controle da ingestão de alimentos e, conseqüentemente, do comportamento alimentar.

Devido a sua complexidade estrutural e funcional, acredita-se que quando adicionadas à dieta as fibras promovam a manutenção da saúde intestinal, pela formação de ácidos graxos de cadeia curta e função prebiótica (FAHEY et al., 1990). Além disso, podem modificar os processos cefálico-gástricos e intestinais de ingestão, digestão e absorção, gerando a possibilidade de influenciar na saciação e saciedade (BURTON-FREEMAN, 2000). Os estudos de JEWELL et al., (1996) demonstraram que a adição de 21% de fibra dietética no alimento levou a diminuição da ingestão de alimentos em cães. JACKSON et al., (1997) também estudaram o efeito da fibra sobre a saciação em cães, verificando redução no consumo voluntário de alimento, resultando em restrição da ingestão de energia. Por outro lado, BUTTERWICK et al. (1997), DOBENECKER e KIENZLE (1998) e PALUMBO (2009) não encontraram efeitos benéficos da fibra sobre a promoção de saciedade em cães.

Alguns estudos sugerem que fibras solúveis podem apresentar maior efeito na saciedade de cães quando comparadas com fibras insolúveis (STEVENS et al., 1987; DELARGY et al., 1993). Este dado foi parcialmente confirmado em cães no trabalho de PALUMBO (2009). Em gatos a influência da fibra na saciedade e saciação ainda não foi suficientemente explorada, com poucos trabalhos ainda contraditórios sobre o tema.

Elevados teores proteicos são importantes em dietas para perda de peso para que sejam supridas as necessidades de aminoácidos dos felinos. Estes animais apresentam adaptação limitada das enzimas gliconeogênicas e urogênicas envolvidas no catabolismo hepático de proteínas quando há baixo consumo de aminoácidos (NGUYEN et al., 2002). LAFLAMME e HANNA (2005) demonstraram que gatos alimentados com dieta contendo 45% de energia metabolizável proveniente de proteínas tiveram preservação de massa corporal magra durante o emagrecimento. VASCONCELOS et al. (2009) confirmaram que o aumento no consumo de proteínas favorece a manutenção de massa corporal magra durante programas de perda de peso em gatos obesos e, mais importante que isto, verificaram que elevado consumo protéico reduz a restrição energética necessária para perda de peso e aumenta a necessidade de calorias para manutenção do peso na fase de estabilização do peso após o regime. Desta forma, proteína parece ser um nutriente chave no gato obeso. Apesar disso, não se localizaram estudos sobre o possível efeito da proteína na saciedade de gatos.

Em relação ao metabolismo energético, a alteração mais marcante secundária à obesidade em felinos refere-se ao metabolismo de carboidratos, verificando-se intolerância à glicose, resistência a insulina e diabetes mellitus. A extensão da secreção de glicose e insulina pós-prandiais dependem de diversos fatores relativos ao alimento (NGYEN et al., 1994; DE OLIVEIRA, et al., 2008). Atribui-se às fibras a capacidade de modular e regular as respostas glicêmicas pós-prandiais do homem. Os efeitos atribuídos ao consumo deste nutriente incluem, além do retardo no esvaziamento gástrico, absorção gradativa de carboidratos no intestino, aumento da sensibilidade à insulina no fígado e em outros tecidos e alteração dos hormônios que controlam o metabolismo dos nutrientes (GRAHAN et al., 2002).

NELSON et al. (2000) realizaram um estudo para avaliar o efeito da fibra insolúvel na dieta em gatos diabéticos. Os animais alimentados com uma dieta rica em fibra bruta (12% na MS) apresentaram valores de glicemia média pós-prandias e glicemia média de 12 horas significativamente mais baixas do que os verificados na dieta com baixa fibra (1,8% na MS). Isso indica que as fibras também poderiam ser

utilizadas em dietas para modular as respostas glicêmicas pós-prandiais. Em gatos saudáveis, no entanto, no único estudo já publicado não se pôde observar influência dos diversos tipos de amido estudados sobre as respostas pós-prandiais de glicose e insulina (DE OLIVEIRA, et al., 2008). É possível, no entanto, que os teores de fibra empregados pelos autores no estudo supracitado não tenham sido suficientes para resultar em efeito metabólico, sendo necessário se testar maiores adições do nutriente.

A ingestão de gorduras e proteínas também pode modificar as respostas de glicose sanguínea aos alimentos em humanos (GULLIFORD et al., 1989). NGUYEN et al., (1994) demonstraram que as quantidades de proteína e gordura na dieta foram determinantes na modulação das respostas glicêmicas e insulínicas em cães. No entanto, não se localizaram estudos que tivessem avaliado o efeito destes nutrientes no controle glicêmico e insulínico para a espécie felina.

De acordo com HUDA et al (2006), em humanos, a regulação do peso corporal é precisamente controlada através de sinais que refletem o balanço energético à longo prazo. Esses sinais são processados pelo sistema nervoso central e levam a uma modulação dia a dia do consumo e do gasto de energia. Áreas específicas no hipotálamo e no tronco encefálico são importantes para coordenar esses sinais. O núcleo arqueado no hipotálamo contém dois grupos distintos de neurônios que controlam o consumo de alimentos. Um desses grupos contém os neurônios que expressam os peptídeos orexigênicos, o neuropeptídeo Y (NPY) e a proteína agouti relacionada (AgRP) (BROBERGER et al., 1998). O outro grupo de neurônios expressa os peptídeos anorexigênicos, o hormônio estimulante de melanócitos ( $\alpha$ -MSH), derivado da pro-opiomelanocortina (POMC) e os transcritos relacionados a cocaína e anfetamina (CART) (ELIAS et al., 1998). Tipicamente, esses dois grupos de neurônios atuam de maneira que quando um grupo é ativado, o outro é inibido, promovendo assim aumento ou diminuição do consumo energético (SCWARTZ et al., 2000; Druce et al., 2004). Além do núcleo arqueado, outras regiões do hipotálamo incluindo o núcleo paraventricular (PVN) e a área hipotalâmica lateral (LHA) são alvos desses neurônios e também estão envolvidos na regulação do apetite (SCWARTZ et al., 2000). Estas regiões, e as áreas no tronco encefálico, tais como o trato do núcleo solitário (NTS) e

área postrema (AP) estão todas interligadas em uma complexa rede neuronal (WILDING, 2002).

O tecido adiposo além de armazenar energia sob a forma de gordura, também funciona como um órgão endócrino que sintetiza e libera, entre outras substâncias, hormônios como a leptina (SWANSON e KIL, 2010). Os dois grupos de neurônios supracitados, orexigênicos e anorexigênicos, expressam a forma de sinalização do receptor de leptina, porém são influenciados de forma diferente por esse hormônio. A leptina aumenta a expressão hipotalâmica de POMC enquanto diminui a expressão de NPY (SCHWARTZ et al., 1997; STEPHENS et al. 1995) no núcleo arqueado e no núcleo paraventricular. Assim, em mamíferos, a leptina promove a redução da ingestão de alimentos e o aumento do gasto energético, além de regular a função neuroendócrina e o metabolismo da glicose e de gorduras. A expressão da leptina é controlada por substâncias como a insulina, os glicocorticóides e as citocinas pró-inflamatórias (ROMERO, 2006).

A concentração plasmática de leptina está correlacionada com a quantidade de gordura corporal em roedores, humanos, cães (MAFFEI et al., 1995; SAGAWA et al., 2002; ISHIOKA et al., 2002; SHIBATA et al., 2003) e gatos (BACKUS et al., 2000; APPLETON et al., 2000). VASCONCELLOS et al. (2009) verificaram que a perda de massa gorda promove em gatos redução das concentrações plasmáticas de leptina, podendo ser esta utilizada como um índice de adiposidade e, conseqüentemente, de obesidade em gatos.

Pouco se sabe sobre a relação entre leptina, obesidade e metabolismo de glicose e insulina em gatos. APPLETON (2002) realizou estudo para determinar se as concentrações de leptina plasmática estavam associadas com as concentrações de insulina, sensibilidade a insulina e tolerância a glicose em gatos magros e em gatos com sobrepeso. Encontraram que em ambos, quanto maiores as concentrações de leptina, maior a resistência insulínica. Isto sugere a possibilidade de um papel fisiológico da leptina nos mecanismos da obesidade e resistência a insulínica.

Foram demonstrados em várias espécies que a produção e secreção da leptina pode ser regulada por outros fatores além da quantidade de tecido adiposo e da

insulina, entre eles a disponibilidade de energia e o conteúdo de macronutrientes da dieta, restrição energética, jejum e realimentação (APPLETON et al, 2000). Em suínos e roedores, a alimentação regula severamente a expressão da leptina (Chen et al. 1999). O jejum causa redução dos níveis de RNAm da leptina, enquanto a injeção de insulina ou a realimentação restauram os níveis normais.

Outro hormônio que tem sido recentemente estudado é a grelina. Composta por 28 aminoácidos, é produzida predominantemente pelas células do trato gastrointestinal. Além de ser um potente estimulador da liberação do hormônio do crescimento, nas células somatotróficas da hipófise e do hipotálamo, a grelina possui atividade orexigênica, no controle do gasto energético, controle da secreção ácida e motilidade gástrica, influência sobre a função endócrina pancreática e no metabolismo da glicose (ROMERO e ZANESCO, 2006).

O efeito da grelina no consumo de alimento parece ser mediado através do sistema nervoso central. O núcleo arqueado no hipotálamo é bem determinado no controle do consumo de alimento (DHILLO, 2007) e é idealmente localizado próximo a eminência média onde a barreira hemato-encefálica é incompleta. Os neurônios NPY expressam o receptor do hormônio do crescimento (WILLESEN et al, 1999) e representam um alvo potencial para a grelina circulante mediando sua ação orexigênica. Por outro lado, TSCHOP et al, (2000) verificaram que ratos deficientes em NPY tratados com grelina ainda respondem a administração de grelina com aumento do consumo de alimento e ganho de peso e, portanto, é possível que esse hormônio também exerça seu efeito fora do núcleo arqueado. Um sítio extra-hipotalâmico pode ser o tronco encefálico através da ativação do nervo vago. Os aferentes vagais são a principal conexão entre o intestino e o núcleo do trato solitário do tronco encefálico, que por sua vez tem saídas para o núcleo arqueado. A vagotomia abole o aumento da grelina com a privação de comida (WILLIAMS et al, 2003).

Estudos demonstraram que os teores de grelina plasmática aumentam antes de uma refeição e diminuem logo em seguida (CUMMINGS et al., 2001; YOKOYAMA et al., 2005). Em cães foi demonstrado que a administração de grelina induz aumento no consumo de alimento (YOKOYAMA et al., 2005). ERDMAN et al. (2004) avaliaram as

respostas plasmáticas pós-prandiais de grelina em humanos após a ingestão de vários tipos de nutrientes. Observaram que os nutrientes contidos no alimento alteram os teores plasmáticos pós-prandiais de grelina. Sua concentração plasmática diminui após a ingestão de alimentos ricos em carboidratos, concomitantemente à elevação de insulina plasmática. Por outro lado, após refeições ricas em proteína animal e lipídeos, ocorre aumento dos níveis plasmáticos de grelina junto a um pequeno aumento da insulina plasmática. Estes estudos indicam que diferentes tipos de nutrientes podem modificar as respostas plasmáticas de grelina, tornando-a, assim, uma possível ferramenta no tratamento ou prevenção da obesidade por meio de menor estímulo a ingestão de alimentos. IDA et al. (2007) também observaram que, assim como ocorre em outras espécies, os teores de grelina plasmática em felinos aumentam antes da alimentação, diminuindo logo em seguida. Porém, ainda não existem estudos que determinem como os teores desses hormônios se modificam conforme a composição nutricional da dieta.

Hormônios incretinos, que são peptídeos liberados na veia porta pelas células intestinais L e K atuam em resposta a ingestão de nutrientes (HOLST, 1997) e exercem importante ação sobre a saciedade. O proglucagon é um polipeptídeo codificado pelo gene do glucagon das células L, encontradas em grande concentração na mucosa distal do íleo e intestino grosso. Diversos peptídeos derivados do proglucagon já foram identificados, dentre eles o GLP-1. A administração desse peptídeo diminui o consumo de alimentos e estimula as células da região postrema e de circuitos neurais relacionadas ao controle da saciedade via aferência vagal (AIRES, 2008).

Estudos em humanos adultos demonstraram rápido aumento nas concentrações circulantes de GLP-1 após a refeição, sugerindo que sinais humorais vindos da região proximal do intestino ativam as células L a secretarem este peptídeo (ROCCA et al., 1999). Em humanos os carboidratos e as gorduras são secretagogos mais potentes do GLP-1 do que as proteínas (HOLST et al., 1976). Fibras e ácidos graxos de cadeia curta também parecem aumentar a expressão de proglucagon em roedores (BURRIN et al., 2003). Em suínos, a secreção de GLP-1 foi mais estimulada pela gordura do que pela glicose (KNAPER et al., 1995). Estudos *in vivo* e com cultura de células indicam que

ácidos graxos monoinsaturados são estímulos mais potentes para a secreção de GLP-1 do que ácidos graxos saturados (ROCCA et al., 2001). GEE et al. (1996) relataram que as concentrações plasmáticas de peptídeos derivados do proglucagon (GLP-1) aumentaram com a ingestão de fibras fermentáveis e diminuíram com a remoção dessas fibras da dieta, o que confere com o efeito positivo da fermentação microbiana da fibra dietética e subsequente produção de ácidos graxos de cadeia curta no trato gastrointestinal (MASSIMINO et al., 1998)

MASSIMINO et al. (1998), demonstraram que a ingestão de fibras fermentáveis por cães saudáveis durante 14 dias está associada à maior secreção de GLP-1 e menores oscilações nas concentrações pós-prandiais de glicose sanguínea. HOENIG et al. (2010) verificaram aumento na concentração de GLP-1 após administração oral de glicose em gatos. Em outro estudo, GILOR et al (2011) hipotetizaram que os lipídios possam ser estimulantes mais potentes da secreção de GLP-1 em gatos quando comparados com aminoácidos ou glicose. No entanto, ainda são necessários novos estudos para se conhecer os efeitos específicos de lipídios e aminoácidos sobre a secreção de hormônios incretinos em felinos.

Com este estudo pretende-se colaborar para uma melhor compreensão da fisiologia e controle hormonal do comportamento alimentar de gatos, da influência da composição nutricional do alimento sobre a saciedade, saciação, comportamento alimentar, glicemia e insulinemia pós-prandiais, concentrações séricas de leptina, grelina e GLP-1 e avaliar a relação destes aspectos neuroendócrinos com o consumo de fibra solúvel e insolúvel e proteína.

### III- MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética e Bem Estar Animal (CEBEA) da Faculdade de

Ciências Agrárias e Veterinárias, da Unesp, Câmpus de Jaboticabal (protocolo número 018516, anexo 1).

### **Animais**

Foram empregados 40 gatos adultos, machos e fêmeas com idade entre 4 e 9 anos, considerados hígidos após avaliação clínica e hematológica. Os animais utilizados no estudo foram provenientes do gatil do Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada” do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus de Jaboticabal. O experimento foi conduzido no laboratório descrito anteriormente.

### **Dietas Experimentais**

Foram formuladas cinco dietas, cujas composições nutricionais atenderam as recomendações nutricionais para manutenção de gatos adultos da European Pet Food Industry Federation (FEDIAF, 2011). A primeira foi composta por baixa fibra e baixa proteína, sendo denominada ração controle (BFBP). A segunda dieta foi formulada com alta fibra solúvel e alta proteína (AFSAP), a terceira com alta fibra solúvel e baixa proteína (AFSBP), a quarta apresentou alta fibra insolúvel e alta proteína (AFIAP) e a quinta dieta alta fibra insolúvel e baixa proteína (AFIBP). As inclusões de proteína e fibra nas rações ocorreram em substituição ao milho. As fórmulas das dietas experimentais e suas composições químicas analisadas encontram-se na Tabela 1.

Para o preparo, as rações foram moídas em moinho de martelos (Model 4, D’Andrea, Limeira, Brasil) com peneira com tela de 0,8mm e extrusadas em extrusora Tipo MAB 400S, com capacidade de processamento de 150 quilogramas de ração/hora,



na Fábrica de Rações da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal. Todos os ingredientes empregados foram obtidos a partir de um único lote, de modo a não ocorrer variação na composição das rações. O processo de produção foi controlado com ajustes na densidade dos *kibbles* a cada 20 minutos. O pré-condicionador foi mantido à temperatura de 90°C. Água, vapor, velocidade da rosca e o fluxo de ração foram ajustados de acordo com a dieta. A temperatura no interior do canhão da extrusora foi mantida entre 120°C e 135°C. Foram realizadas amostragens na saída da extrusora, antes da passagem pelo secador, para mensuração da densidade que foi mantida, dentro de cada tratamento, o mais próximo possível, de modo a manter constante o cozimento. A densidade diferiu entre rações, de acordo com a composição química das mesmas. Após o processamento das rações, foram enviados ao LABTEC (Mogiana Alimentos S.A., Campinas, SP) amostras dos cinco tratamentos para determinação do índice de gelatinização do amido de acordo com a AOAC (1995).

**TABELA 1:** Formula e composição química analisada das dietas experimentais<sup>1</sup> para felinos com fibra solúvel ou insolúvel, alta ou baixa proteína. Valores sobre a matéria original.

Ingredientes, %	Dietas <sup>2</sup>				
	BFBP	AFIBP	AFIAP	AFSBP	AFSAP
Milho Grão	36,34	18,63	3,12	16,30	0,81
Farinha de Vísceras de Frango	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00
Quirera de Arroz	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Carboxi metil celulose <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	8,00	8,00
Fibra de Cana <sup>4</sup>	0,00	16,40	18,89	10,11	12,60
Gordura de Aves	4,96	5,48	6,06	5,64	6,22
Proteína Isolada de Soja	1,39	2,39	14,78	2,80	15,20
Levedura de Cerveja	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Palatabilizante	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Premix Mineral e Vitamínico <sup>5</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal Comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Cloreto de Potássio	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Cloreto de Colina	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Fosfato bicalcico	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00
Taurina	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Antifúngico <sup>6</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante <sup>7</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
DL-metionina	0,05	0,07	0,13	0,08	0,13
Composição Química, %					
Umidade	8,10	6,08	6,90	7,30	7,80
Proteína Bruta	28,60	28,60	37,60	27,20	38,50
Extrato Etéreo Ácido	10,90	12,60	11,80	10,80	11,00
Amido	42,00	32,60	22,60	32,50	20,40
Fibra Dietética total <sup>8</sup>	6,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Fibra solúvel	1,00	3,00	3,00	8,00	8,00
Fibra insolúvel	5,00	17,00	17,00	12,00	12,00
Matéria Mineral	8,90	8,00	6,40	7,50	7,40
Cálcio	1,30	1,30	1,40	1,40	1,30
Fósforo total	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Densidade, g/L	370	408	436	524	560
Índice de gelatinização do amido, %	85,60	96,08	89,07	85,61	98,29

<sup>1</sup>N = 2; Coeficiente de Variação < 5%

<sup>2</sup>BFBP= baixa fibra baixa proteína; AFIBP = alta fibra insolúvel baixa proteína; AFSBP = alta fibra solúvel baixa proteína; AFIAP = alta fibra insolúvel alta proteína; e AFSAP = alta fibra solúvel alta proteína.

<sup>3</sup>Carboxi metil celulose; Chemco Indústria e Comércio Ltda., Campinas, SP, Brasil.

<sup>4</sup>Fibra de cana; co-produto purificado da cana de açúcar (*Saccharum officinarum*), Dilumix Industrial Ltda., Leme, Brasil. Adição por quilograma de produto: Ferro 100 mg, Cobre 10 mg, Manganês 10 mg, Zinco 150 mg, Iodo 2 mg, Selênio 0,3 mg, Vitamina A 18000 UI, Vitamina D 1200 UI, Vitamina E 200 UI, Tiamina 6 mg, Riboflavina 10 mg, Ácido Pantotênico 40 mg, Niacina 60 mg, Piroxidina 6 mg, Ácido Fólico 0,30 mg, Vitamina B12 0,1 mg e Colina 2000 mg.

<sup>6</sup>Mold Zap (Dipropionato de amônio, ácido acético, ácido sórbico e ácido benzóico; Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda., Curitiba, PR, Brasil).

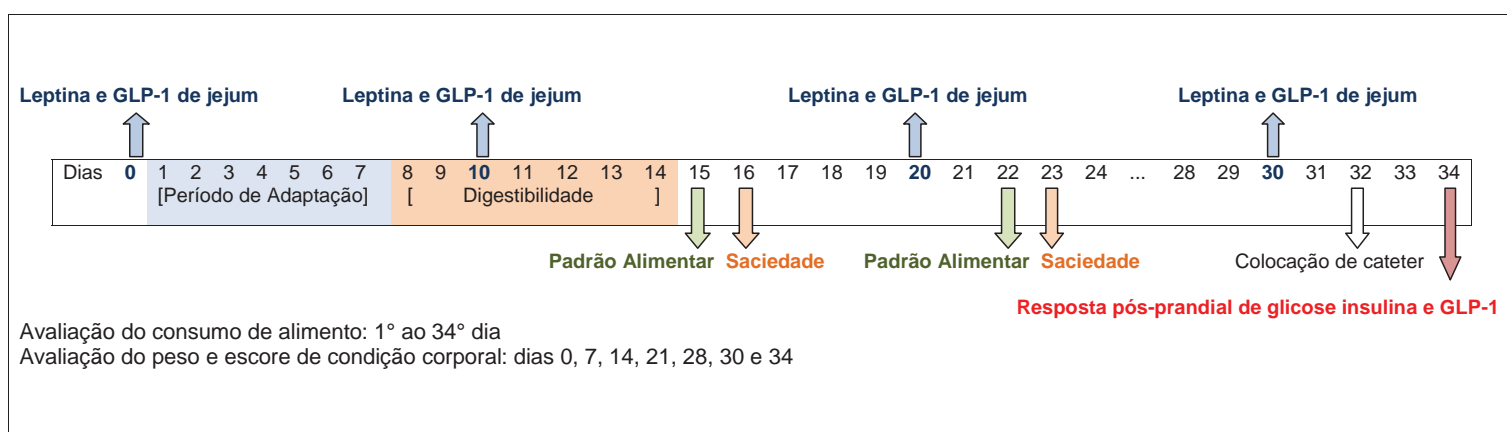
<sup>7</sup>Banox (BHA, BHT, propil galato e carbonato de cálcio; Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda., Curitiba, PR, Brasil).

<sup>8</sup>Valores Calculados

### **Manejo dos animais e delineamento experimental**

O experimento foi realizado em 4 blocos constituídos por 10 gatos cada. O fator de bloco foi considerado o período. Em cada ração e bloco os gatos foram distribuídos de acordo com o peso, sexo e escore de condição corporal (em escala de 1 a 9, sendo 1 caquético e 9 obeso; LAFLAMME, 1997). Cada bloco (período) incluiu dois gatos por tratamento, totalizando oito gatos por ração e teve duração de 34 dias. Em cada bloco foi realizada adaptação à dieta do 1º ao 7º dia; coleta total de fezes nas gaiolas metabólicas para o ensaio de digestibilidade do 8º ao 14º dia; avaliação do consumo diário de alimento do 1º ao 34º dia; avaliação do padrão alimentar nos dias 15º e 22º; avaliação do consumo da dieta desafio nos dias 16º e 23º; coleta de sangue venoso para resposta pós-prandial da glicose, insulina e GLP-1 ao final de cada bloco, no 30º dia; coleta de sangue venoso para dosagem de leptina e GLP-1 basais nos dias zero, 10º, 20º e 30º. O cronograma de execução encontra-se ilustrado na Figura 1.

Durante o experimento os gatos permaneceram das 16h00 às 8h00 (16 horas consecutivas) em gaiolas metabólicas individuais em inox, com 0,80 x 0,80 x 1,0 m (largura x comprimento x altura respectivamente), e das 8h00 as 16h00 (8 horas consecutivas) soltos em gatil coletivo com 50m<sup>2</sup> para prática de exercício e socialização exceto durante o ensaio de digestibilidade. Para controlar a ingestão alimentar e o fornecimento de cada tratamento para os respectivos grupos, o alimento foi disponibilizado somente no período que os animais estiveram nas gaiolas individuais. As rações tiveram sua energia metabolizável estimada a partir de sua composição química e de início os gatos receberam quantidade de ração equivalente ao fornecimento de 100 kcal/(PC)<sup>0,67</sup> por dia (NRC, 2006). O alimento fornecido era pesado e disponibilizado às 16h00, as 8h do dia seguinte as sobras eram recolhidas e pesadas, sendo o consumo calculado. Os gatos foram pesados semanalmente, e a quantidade de alimento fornecida ajustada de modo a manterem peso corporal constante. Água foi disponibilizada *ad libitum*. O ambiente em que os animais permaneceram apresentava iluminação natural e artificial, mantendo-se um ciclo claro:escuro de 12:12 horas.



**Figura1.** Cronograma da execução dos blocos experimentais

## **Ensaio de digestibilidade e energia metabolizável**

Os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e a energia metabolizável das rações foram determinados segundo o método de coleta total de fezes e urina (AAFCO, 2010). Durante este período os gatos ficaram restritos às gaiolas metabólicas, sendo alimentados conforme descrito anteriormente. Os animais passaram por um período de adaptação de sete dias, seguidos de sete dias de colheita quantitativa de fezes e urina. Fezes e urina foram recolhidos duas vezes ao dia. As fezes foram pesadas e congeladas (-15° C) e a urina foi recolhida em recipiente plástico contendo 1mL de ácido sulfúrico (1 mol/L), e em seguida congelada (-15°C). Ao final do período de colheita, fezes e urina foram descongeladas e homogeneizadas, compondo uma amostra por animal e período. As amostras de fezes foram secas em estufa de ventilação forçada (Fanem, São Paulo, Brazil) a 55°C por 72h. A urina foi colocada (cerca de 50 mL) em placas de petri e mantidas em estufa de ventilação forçada (Fanem, São Paulo, Brazil) 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 0,8mm. Rações e fezes foram analisadas de acordo com os procedimentos descritos pela AOAC (1995) para a matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo em hidrólise ácida, cálcio e fósforo. O método de PROSKY et al. (1992) foi utilizado para a determinação da fibra dietética total e o método de MILLER (1959) e HENDRIX (1993) utilizado para a determinação do amido. O teor de fibra bruta das rações foi analisado de acordo com os procedimentos da AOAC (1995). 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%.

Com base nos resultados laboratoriais obtidos, foram calculados a energia metabolizável e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, matéria orgânica, extrato etéreo em hidrólise ácida, fibra dietética total e

amido. Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes (CDAN) foram calculados

com a seguinte fórmula, segundo POND et al. (1995):

$$\text{CDAN (\%)} = \frac{\text{Nutriente ingerido (g)} - \text{nutriente excretado (g)}}{\text{Nutriente ingerido (g)}} \times 100$$

A matéria seca das fezes foi determinada pela seguinte fórmula:

$$\text{MS fecal} = \frac{1^{\text{a}} \text{ MS} \times 2^{\text{a}} \text{ MS}}{100}$$

Sendo que:

1<sup>a</sup> MS = matéria seca a 55 °C das fezes *in natura*;

2<sup>a</sup> MS = matéria seca a 105 °C das fezes secas a 55°C.

A qualidade das fezes dos gatos também foi avaliada, empregando-se sistema de escore fecal (CARCIOFI et al., 2008) com notas de 0 a 5, sendo: 0 para fezes líquidas; 1 para fezes pastosas e sem forma; 2 para fezes macias, mal formadas e que assumem o formato do recipiente de colheita; 3 para fezes macias, formadas e úmidas, que marcam o piso; 4 para fezes bem formadas e consistentes, que não marcam o piso (escore ideal); 5 para aquelas também bem formadas, mas duras e ressecadas. Consideraram-se normais os valores entre 3 e 4.

### **Determinação de saciedade e padrão alimentar dos animais**

Esta etapa da pesquisa teve por objetivo conhecer a possível influência da fibra solúvel ou insolúvel, bem como da proteína sobre o padrão de consumo voluntário de alimentos e a saciedade dos gatos. Nos dias 15 e 22 de cada bloco o consumo de alimentos foi verificado a intervalos de duas horas, totalizando oito períodos de avaliação. Nesses dias, das 16h00 às 8h00 o mesmo alimento foi renovado a cada duas horas e, a cada troca, foi pesada e registrada a quantidade

oferecida e recusada, calculando-se o consumo. Pretendeu-se verificar possíveis influências da composição do alimento sobre o tamanho das refeições, horários de consumo da dieta e ingestão total de alimento. A avaliação realizada em dois momentos do experimento (1=15<sup>o</sup> dia e 2=22<sup>o</sup> dia) teve como objetivo verificar se o consumo em maior prazo das dietas teria alguma influência no padrão alimentar dos gatos. Os dados obtidos foram interpretados em relação às ingestões de matéria seca e energia metabolizável por kg de (PC)<sup>0,67</sup>.

A verificação da saciedade foi feita nos dias 16 e 23 de cada bloco. Nestes dias, além da ração experimental, os gatos foram expostos a um alimento comercial de boa palatabilidade para verificação de seu consumo. Desta forma, receberam a dieta experimental às 16h00 e às 21h00 e as 7h00 foram expostos durante 60 minutos, a quantidade *ad libitum* do alimento comercial desafio. A dieta desafio foi o alimento superpremium rotineiro dos animais do gatil (Guabi Natural gatos adultos®, Mogiana Alimentos S.A., Campinas-SP, Brasil), alimento ao qual os gatos estavam habituados. As quantidades oferecidas da ração experimental e da ração desafio foram pesadas, bem como as sobras, calculando-se os consumos. Pretendeu-se verificar se o consumo de um alimento rico em fibra interfere no consumo de um segundo alimento, de forma a limitar ou estimular sua ingestão pelos gatos. O maior ou menor consumo das rações (experimentais e desafio) foi utilizado para se interpretar a sensação de saciedade dos gatos.

### **Dosagens de leptina e GLP-1 basais e avaliação da resposta pós-prandial de glicose, insulina e GLP-1**

Dosagens basais de leptina e GLP-1 foram realizadas nos dias zero, 10, 20 e 30 de cada bloco. Para isto, às 16 horas, com os animais em jejum antes do fornecimento da dieta, foram colhidos 4mL de sangue venoso de cada animal. As colheitas foram realizadas por punção da veia jugular, após assepsia local e contenção física dos animais. O sangue foi recolhido em seringas descartáveis e

acondicionado em tubos de vidro sem anticoagulante, centrifugadas por 5 minutos a 2.000g e o soro congelado em tubos tipo eppendorf, devidamente identificados, em freezer a -20°C para análise.

Ao término de cada bloco experimental, foram determinadas as respostas pós-prandiais de glicose, insulina e GLP-1 desencadeadas pelas dietas experimentais. As respostas pós-prandiais foram determinadas segundo de-Oliveira et al (2008), com a diferença de que os gatos tiveram acesso ad libitum aos alimentos experimentais durante a avaliação. Para isto, no 32º dia de cada bloco, cada animal foi anestesiado para colocação de cateter central utilizando-se combinação de levomepromazina (Neozine, Aventis Pharma Ltda., São Paulo, Brasil) e hidrocloreto de zolazepan (Zoletil, Virbac do Brasil Indústria e Comércio Ltda, São Paulo, Brasil), administrados via intramuscular nas doses de 0,5 e 2,5 mg/Kg de peso corporal, respectivamente. Um cateter central (Intracath, 30,5cm, 17GA, 1,1mm; Becton Dickison Vascular Access, Sandy, UT) foi inserido na veia jugular e fixado com bandagem (atadura de crepon), esparadrapo e atadura elástica coban™. Os cateteres foram lavados duas vezes ao dia com solução salina heparinizada diluída (20UI/mL) para se manter a patência. No 34º dia foram coletadas amostras de sangue de cada animal através do cateter central. As coletas ocorreram no tempo 0 (em jejum) e após 1, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas de exposição à dieta teste. A coleta de sangue foi sempre realizada no mesmo período, iniciando-se as 16h00 e terminando as 4h00. Glicose e insulina foram determinadas em todos os tempos de coleta, enquanto GLP-1 apenas nos tempos 0 (em jejum), 1, 4 e 12 horas de exposição a dieta teste. No teste os gatos receberam quantidade de alimento equivalente a sua necessidade total diária de energia (NRC, 2006) e o alimento foi deixado nas gaiolas das 16h00 até as 4h00. O consumo total de alimento durante a avaliação pós-prandial e também o consumo de alimento durante cada ponto de coleta de sangue foram medidos e registrados. Para isto, o alimento era retirado das gaiolas imediatamente antes de cada tomada de sangue e pesado. Em cada tempo, alíquotas de sangue (3mL) foram coletados da veia jugular e imediatamente colocadas em tubos contendo fluoreto (30µL/0,5mL sangue) para dosagem de glicose e tubos sem anticoagulante para dosagem de insulina e GLP-1. Cada amostra foi então centrifugada por 5 minutos a 2.000g e o plasma ou soro



congelados em tubos tipo eppendorf, mantidos em freezer a  $-20^{\circ}\text{C}$  para posterior análise.

A leptina foi dosada em amostras de soro por radioimunoensaio, utilizando kit Multispecies (leptin RIA, Linco Resarch Incorporation, St. Charles/Missouri, Estados Unidos). 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). 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 38,7% e um erro padrão de 0,11ng/mL. O GLP-1 foi dosado por radioimunoensaio utilizando kits para mamíferos (Glucagon-like peptide 1 RIA KIT, Millipore, St Charles, Missouri, Estados Unidos), validado para gatos por GILOR et al, 2011. O intra-ensaio da determinação de GLP-1 apresentou coeficiente de variação de 27,23% e um erro padrão de 44,46 pmol. A insulina foi dosada por radioimunoensaio (Coat a Count Insulin, Siemens, Los Angeles, California, Estados Unidos) validado para gatos por Nelson et al. (1990). O intra-ensaio da determinação de insulina apresentou coeficiente de variação de 1,04% e um erro padrão de 0,08UI/mL. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Endocrinologia e Metabologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Campus de Ribeirão Preto. A determinação da glicose foi realizada por método enzimático (Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, Brasil) em espectrofotômetro (Labquest model BIO-2000, Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, Brasil) no Laboratório de Patologia Clínica do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da FCAV-Unesp-Jaboticabal. Todas as amostras foram analisadas em duplicata e repetidas quando a variação foi maior do que 5%.

A análise das respostas pós-prandiais incluiu avaliações das glicemias, insulinemias e teores de GLP-1 absolutos e seus respectivos incrementos. Os incrementos foram calculados pela diferença entre o valor basal, no tempo zero, e os demais valores obtidos durante o período de avaliação. Foram comparados, também, os valores médios, mínimos e máximos e o tempo para pico e incremento máximo da glicose e hormônios em estudo. As curvas pós-prandiais de glicose, insulina e GLP-1 foram ainda comparadas pela área abaixo da curva (AAC),

calculadas por integrações numéricas pelo método trapezoidal, utilizando-se o software Origin (versão 6.0; Microcal Software, Inc., Northhampton, MA).

### **Avaliação do escore de condição corporal dos gatos**

A avaliação da condição corporal de cada animal foi realizada antes do início do experimento e depois semanalmente. Utilizou-se o sistema de escala de 1 a 9, validado para gatos por Laflamme (1997). Essa avaliação foi feita pela mesma pessoa, habilitada na avaliação, durante todo o período experimental (MCCO). A Figura 2 apresenta a escala de escore corporal utilizada no estudo, na qual 5 representa o animal com escore considerado ideal.



**Figura 2.** Sistema de escala de escore de condição corporal de 1 a 9 (LAFLAMME, 1997) empregada para avaliação dos animais do presente estudo.

### **Análise estatística dos resultados**

O experimento seguiu delineamento em blocos casualizados (quatro blocos x cinco tratamentos x dois animais por tratamento), totalizando 40 gatos no estudo e oito repetições por tratamento em um modelo fatorial. Foram atendidas as pressuposições de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias, sendo removidos os *outliers*. As análises foram conduzidas utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS Institute, Cary, NC, USA). Os resultados referentes à digestibilidade, qualidade e produção fecais, peso corporal, escore corporal, consumo de alimentos, saciedade, AAC e médias obtidas nas respostas pós-prandiais foram submetidos à análise de variância. O modelo empregado considerou

os efeitos de bloco, tratamento e animais. Quando diferenças foram verificadas pelo teste F, as médias foram comparadas por meio de contrastes ortogonais prestabelecidos. No primeiro contraste foram comparadas a dieta com baixa fibra (Baixa Fibra Baixa Proteína) versus as dietas com alta fibra (Alta Fibra Insolúvel Baixa Proteína + Alta Fibra Solúvel Baixa Proteína + Alta Fibra Insolúvel Alta Proteína + Alta Fibra Solúvel Alta Proteína); o segundo contraste foi comparado alta fibra insolúvel (Alta Fibra Insolúvel Baixa Proteína + Alta Fibra Insolúvel Alta Proteína) versus alta fibra solúvel (Alta Fibra Solúvel Baixa Proteína + Alta Fibra Solúvel Alta Proteína); o terceiro contraste foi proteína nas dietas com fibra insolúvel (Alta Fibra Insolúvel Baixa Proteína versus Alta Fibra Insolúvel Alta Proteína); o quarto contraste foi proteína nas dietas com fibra solúvel (Alta Fibra Solúvel Baixa Proteína versus Alta Fibra Solúvel Alta Proteína). Para a avaliação do padrão alimentar, respostas pós-prandiais e concentrações em jejum de metabólitos foram realizadas análise de variância de medidas repetidas no tempo. Foram considerados no modelo o bloco, tratamento, momento e período. A análise foi realizada utilizando a estrutura da matriz de covariâncias entre tempos ( $\Sigma$ ) mais adequada aos dados experimentais. Quando houve efeito significativo para tratamento, foi realizado o teste de Tukey-Kramer. Considerou-se como significativo valores de  $p < 0,05$ .

#### IV- RESULTADOS E DISCUSSÃO

As dietas experimentais apresentaram composição química dentro do esperado, o que permitiu se explorar as hipóteses formuladas (Tabela 1). Os teores de fibra elevaram-se mais de duas vezes nas dietas suplementadas em relação à controle (BFBP). Os teores protéicos, nas dietas suplementadas com proteína foram 10 pontos percentuais maiores do que nas rações com baixa proteína. A densidade das rações variou, nas rações suplementadas com fibra insolúvel a densidade foi próxima a da dieta controle (BFBP) e adequada para alimentos formulados para felinos. A inclusão de fibra solúvel, no entanto, tornou difícil a expansão das rações que apresentaram elevada densidade. Esta foi uma dificuldade conferida pelas propriedades higroscópicas e de viscosidade da carboximetil celulose, incluída em

8,0% nas rações. O índice de gelatinização do amido de todas as dietas foram adequadas e ficaram entre 85,6 e 98,28% .

Os alimentos foram adequadamente consumidos pelos gatos durante os 34 dias de experimento, não havendo episódios de vômito. Nenhum animal apresentou reação adversa ao consumir as dietas suplementadas com fibra, em nenhum dos teores de inclusão do ingrediente. Na média dos 34 dias de observação, verificou-se que não houve variação no consumo de matéria seca pelos gatos, mesmo com a inclusão de fibra nas dietas (Tabela 2). Também não houve diferença significativa no consumo de energia metabolizável entre as dietas. O consumo de ração também se apresentou relativamente constante ao longo do tempo, como está ilustrado na Figura 3. O peso corporal médio inicial e final foi muito próximo para os gatos alimentados com a dieta controle (BFBP). Para as dietas AFIBP, AFIAP, AFSDP e AFSAP ao final dos 34 dias os gatos estavam em média, respectivamente 140g, 130g, 300g e 150g mais magros. Estas variações, no entanto, não foram significativas, talvez pela variabilidade de peso corporal dos gatos dentro de cada dieta. De qualquer forma, o significado desta redução de peso nos parâmetros em estudo deve ser considerado.

**Tabela 2:** Peso e escore de condição corporal e consumo de matéria seca e energia metabolizável de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína.

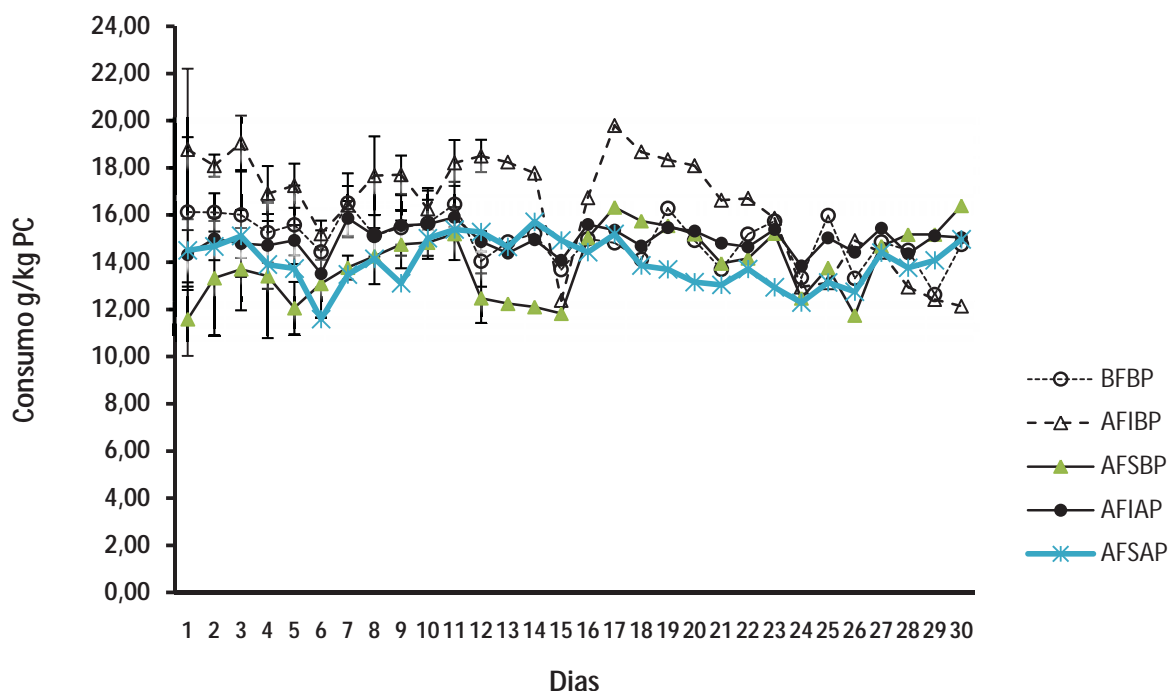
Item	Dietas <sup>1</sup>					EPM <sup>3</sup>	P	Contrastes <sup>2</sup>			
	BFBP	AFIBP	AFIAP	AFSBP	AFSAP			BFxAF	AFIxAFS	Proteína(FI)	Proteína(FS)
Peso corporal, kg											
Inicial	4,44	3,88	3,99	4,20	3,98	0,11	0,644	-	-	-	-
Final	4,37	3,74	3,86	3,90	3,83	0,10	0,404	-	-	-	-
Valor de P	0,860	0,785	0,675	0,256	0,622						
Escore corporal <sup>4</sup>											
Inicial	6,6	6,3	5,8	6,4	6,2	0,17	0,766	-	-	-	-
Final	6,6	6,2	5,8	6,3	6,2	0,16	0,611	-	-	-	-
Valor de P	1,000	0,833	1,000	0,736	1,000						
Consumo, média dos 34 dias											
MS, g/kg/dia	14,99	16,40	14,94	13,97	14,02	0,79	0,188	-	-	-	-
EM, kcal/(PC) <sup>0,67</sup> /dia	84,20	70,38	72,76	71,99	70,99	0,25	0,806	-	-	-	-

<sup>1</sup>BFBP = baixa fibra baixa proteína; AFIBP = alta fibra insolúvel baixa proteína; AFSBP = alta fibra solúvel baixa proteína; AFIAP = alta fibra insolúvel alta proteína; e AFSAP = alta fibra solúvel alta proteína.

<sup>2</sup>Contrastes:BF (baixa fibra) versus AF (alta fibra) = BFBP versus AFIBP + AFIAP + AFSBP + AFSAP; AFI (alta fibra insolúvel) versus AFS (alta fibra solúvel) = AFIBP + AFIAP versus AFSBP + AFSAP; Proteína (FI) = AFIBP versus AFIAP; Proteína (FS) = AFSBP versus AFSAP

<sup>3</sup>Erro Padrão da Média, n=8 gatos por dieta

<sup>4</sup>Escala de 1 a 9, sendo 1 caquético e 9 obeso (LAFLAMME,1997).



**Figura 3:** Consumo de alimentos (em gramas por kg de peso corporal) dos gatos alimentados com as dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína. BFBP = baixa fibra baixa proteína; AFIBP = alta fibra insolúvel baixa proteína; AFSBP = alta fibra solúvel baixa proteína; AFIAP = alta fibra insolúvel alta proteína; AFSAP = alta fibra solúvel alta proteína

A ingestão de alimentos durante o ensaio de digestibilidade e os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes encontram-se expressos na Tabela 3. O consumo de nutrientes foi similar dentre os tratamentos, exceto pelo amido que teve a ingestão reduzida pelas inclusões de fibra e proteína ( $p < 0,05$ ). Excluindo-se o amido, os demais nutrientes tiveram sua digestibilidade reduzida com a inclusão de fibra às rações ( $p < 0,03$ ). A diminuição na digestibilidade da matéria seca mediante inclusão de fibra já foi observada em outros estudos com gatos (SUNVOLD et al., 1995; FEKETE et al., 2004; PROLA et al., 2009). Quanto ao tipo de fibra, verificou-

se que as dietas suplementadas com fibra solúvel apresentaram menor digestibilidade da matéria orgânica e da gordura ( $p < 0,007$ ) do que as dietas suplementadas com fibra insolúvel. Não foram localizados outros estudos para gatos que tenham empregado fibras solúveis para se comparar os achados da presente investigação, mas a redução verificada no aproveitamento das gorduras é um aspecto interessante a ser explorado. Em relação às adições de proteína, seu efeito sobre a digestão aparente da proteína bruta, verificado tanto dentro das rações suplementadas com fibra solúvel como fibra insolúvel, provavelmente representa apenas a diluição das perdas endógenas fecais de nitrogênio promovidas pelas dietas com suplementação do nutriente, o que não representa aumento verdadeiro da digestibilidade protéica.

Não houve diferença na produção de fezes, tanto frescas como na matéria seca. O teor de matéria seca e o escore das fezes dos gatos se reduziram com a suplementação de fibra solúvel nas dietas ( $p < 0,001$ ), sem efeito de proteína. Na realidade, se observa que a inclusão de fibra insolúvel elevou o escore e matéria seca fecal, enquanto a inclusão de carboximetil celulose os reduziu, fazendo com que o contraste entre a dieta controle (BFBP) e as dietas suplementadas com fibra (AFIAP, AFIBP, AFSBP e AFSAP) não resultasse significativo.

As dietas suplementadas com alta fibra solúvel produziram fezes mais úmidas, enquanto que nas dietas suplementadas com fibra insolúvel, as fezes foram mais secas. Algumas fibras solúveis são fermentadas pelas bactérias intestinais produzindo ácidos graxos de cadeia curta, podendo ser benéfico para os animais. No entanto, de acordo com RONDEAU et al. (2003) a elevada suplementação desse tipo de fibra pode levar a uma produção excessiva de ácidos graxos de cadeia curta, provocando fezes amolecidas ou líquidas e diminuindo a digestibilidade dos nutrientes, conforme foi observado neste estudo. Além disso a alta inclusão de carboximetilcelulose levou a produção de fezes altamente viscosas, conforme também observaram BURKHALTER et al. (2001) em seu estudo com cães. O escore de fezes da dieta controle (BFBP) foi baixo comparado com o escore de fezes das dietas suplementadas com fibra devido a não inclusão de fibras nesta dieta. Alguns gatos não se adaptam bem à alimentos com pouca ou nenhuma fibra.

**Tabela 3:** Consumo de nutrientes, coeficientes de digestibilidade aparente, produção e qualidade das fezes de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína.

Item	Dietas <sup>1</sup>					EPM <sup>3</sup>	P	Contrastes <sup>2</sup>			
	BFBP	AFIBP	AFIAP	AFSBP	AFSAP			BFxAF	AFIxAFS	Proteína(FI)	Proteína(FS)
Ingestão, g/gato/dia											
Matéria seca	57,6	53,2	49,2	53,7	50,4	2,25	0,860	-	-	-	-
Matéria orgânica	52,0	48,6	45,8	49,4	46,3	2,04	0,924	-	-	-	-
Proteína	17,9	16,1	19,8	15,7	21,1	0,84	0,253	-	-	-	-
Gordura	6,8	7,2	6,3	5,7	5,9	0,21	0,774	-	-	-	-
Amido	26,3	18,6	11,9	18,8	11,1	1,17	<0,001	<0,001	0,880	0,011	0,018
Fibra total	3,76	11,41	10,57	8,87	10,20	0,63	<0,001	<0,001	<0,001		
Fibra solúvel	0,62	1,71	1,58	3,54	4,07	0,26	<0,001	<0,001	0,756	0,074	0,088
Fibra insolúvel	3,13	9,70	8,99	5,32	6,12	0,54	<0,001	<0,001	<0,001	0,267	0,568
Coeficiente de digestibilidade aparente, %											
Matéria seca	80,6	70,9	66,9	67,1	68,1	0,83	<0,001	<0,001	0,149	0,004	0,434
Matéria orgânica	85,5	74,5	68,5	68,9	69,7	1,00	<0,001	<0,001	0,007	<0,001	0,516
Proteína	84,2	76,4	82,8	74,6	83,7	0,85	<0,001	0,026	0,774	0,009	<0,001
Gordura	88,7	89,1	85,7	72,71	67,9	1,55	<0,001	0,022	<0,001	0,250	0,939
Amido	98,8	97,3	99,8	99,3	99,7	0,18	0,344	-	-	-	-
Fezes											
Matéria seca	31,2	41,9	40,7	24,6	23,5	1,94	<0,001	0,664	<0,001	0,735	0,774
Escore <sup>4</sup>	2,8	4,0	3,8	2,6	2,3	0,16	<0,001	0,111	<0,001	0,448	0,341
g MS/gato/dia	11,5	16,3	18,4	16,6	16,1	0,84	0,076	-	-	-	-
g/gato/dia, fresca	41,2	41,5	43,8	55,4	63,8	4,22	0,196	-	-	-	-

<sup>1</sup>BFBP = baixa fibra baixa proteína; AFIBP = alta fibra insolúvel baixa proteína; AFSBP = alta fibra solúvel baixa proteína; AFIAP = alta fibra insolúvel alta proteína; e AFSAP = alta fibra solúvel alta proteína.

<sup>2</sup>Contrastes:BF (baixa fibra) versus AF (alta fibra) = BFBP versus AFIBP + AFIAP + AFSBP + AFSAP; AFI (alta fibra insolúvel) versus AFS (alta fibra solúvel) = AFIBP + AFIAP versus AFSBP + AFSAP; Proteína (FI) = AFIBP versus AFIAP; Proteína (FS) = AFSBP versus AFSAP

<sup>3</sup>Erro Padrão da Média, n=8 gatos por dieta

<sup>4</sup>Escala de 0 a 5, sendo 0 fezes líquidas e 5 fezes duras e ressecadas (CARCIOFI et al., 2008)



O consumo de alimentos e a saciedade também foram avaliados através de dieta desafio em dois momentos de cada bloco experimental. A dieta desafio oferecida foi a Guabi Natural®, alimento normalmente consumido pelos gatos do laboratório de Nutrição. Em cada momento a dieta desafio foi oferecida duas vezes para cada animal. As 16h00 horas o alimento tratamento foi fornecido e, as 21h00 horas e depois as 7h00 horas, a dieta desafio foi oferecida permanecendo por uma hora junto com a dieta tratamento. Os consumos da dieta tratamento e da dieta desafio foram registrados. Não houve diferença significativa entre os consumos de matéria seca total (dieta experimental + dieta desafio) e matéria seca dos tratamentos, conforme é possível observar na tabela 4. Desse modo pode-se supor que a inclusão de fibra solúvel ou insolúvel ou de proteína não provocou efeito de saciedade nesses animais. BUTTERWICK et al., (1994) também verificaram que a inclusão de níveis moderados de fibra insolúvel em dietas de baixa caloria, não apresentaram efeitos benéficos sobre a saciedade de cães.

Entretanto o consumo da dieta desafio foi maior entre os animais que consumiam as dietas suplementadas com fibra solúvel (AFSBP e AFSAP). A proporção de consumo de dieta experimental em relação a dieta desafio foi menor para a dieta AFSBP, ou seja, esses animais consumiram proporcionalmente maior quantidade de dieta desafio em relação a dieta experimental. Conforme observado na tabela 2, embora não tenha havido diferença estatística significativa, o grupo AFSBP, foi o que apresentou o menor consumo de alimento (13,97 g/kg/dia – tabela 2) ao longo dos 34 dias de estudo. É possível que os gatos deste grupo não tenham se adaptado á dieta contendo alta inclusão de carboximetilcelulose. Os animais do grupo AFIBP tiveram a maior proporção de consumo de dieta experimental em relação a dieta desafio. Essa proporção foi significativamente diferente das proporções das dietas BFBP e AFIAP.

**Tabela 4.** Consumo das dietas experimentais (DE = BFBP, AFIBP, AFSBP, AFIAP, AFSAP) e desafio (DD = Guabi Natural®) durante as duas avaliações de saciedade pelos gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína.

Item	Dietas <sup>1</sup>										EPM <sup>3</sup>	CV%	Contrastes <sup>2</sup>			
	BFBP		AFIBP		AFIAP		AFSBP		AFSAP				BF x AF	AFI x AFS	Proteína (FI)	Proteína (FS)
	22h <sup>4</sup>	8h <sup>5</sup>	22h	8h	22h	8h	22h	8h	22h	8h						
MS consumida total, g/Kg PC (DE+DD)	10,46	18,04	11,0	17,58	11,56	18,10	11,80	17,97	12,32	19,46	1,001	40,4	-	-	-	-
EM consumida total, g/Kg <sup>0,67</sup> (DE+DD)	61,50	124,60	61,07	113,12	62,50	120,44	63,36	121,80	63,69	120,84	4,220	47,9	-	-	-	-
MS consumida tratamento, g/Kg PC	5,63	10,28	6,20	10,59	5,20	7,80	6,35	9,73	7,34	10,28	0,759	52,4	-	-	-	-
MS consumida desafio, g/Kg PC	3,30	4,46	3,26	3,73	5,26	5,02	4,32	3,91	4,14	5,02	0,404	57,3	-	-	-	-
Proporção (g da DE/g da DD)	1,90		1,99		0,76		1,50		1,10		0,138	80,6	0,133	0,005	0,222	0,410

<sup>1</sup>BFBP = baixa fibra baixa proteína; AFIBP = alta fibra insolúvel baixa proteína; AFSBP = alta fibra solúvel baixa proteína; AFIAP = alta fibra insolúvel alta proteína; e AFSAP = alta fibra solúvel alta proteína.

<sup>2</sup>Contrastes: BF (baixa fibra) versus AF (alta fibra) = BFBP versus AFIBP + AFIAP + AFSBP + AFSAP; AFI (alta fibra insolúvel) versus AFS (alta fibra solúvel) = AFIBP + AFIAP versus AFSBP + AFSAP; Proteína (FI) = AFIBP versus AFIAP; Proteína (FS) = AFSBP versus AFSAP

<sup>3</sup>Erro Padrão da Média, n=8 gatos por dieta

<sup>4</sup>primeiro desafio, consumo acumulado de 16h00 as 22h00 da dieta experimental e das 21h00 as 22h00 para dieta desafio.

<sup>5</sup>segundo desafio, consumo acumulado de 16h00 as 8h00 da dieta experimental e das 7h00 as 8h00 para dieta desafio.

O consumo de alimento durante os testes de respostas pós-prandiais foi semelhante entre as dietas. O padrão de alimentação é um fator importante para saber se os tratamentos provocaram nos gatos diferença no tempo de ingestão de cada dieta. O padrão de alimentação dos gatos está apresentado na figura 5. A comparação estatística não revelou diferença de consumo entre as dietas (tabela 5), houve, porém diferença ao longo do tempo. Dentro da primeira hora após o fornecimento do alimento (após a primeira coleta de sangue) houve maior consumo. Após duas horas, o consumo permaneceu mais baixo até doze horas após o início para todas as dietas com os animais consumindo pequenas porções de ração (Figura 4).

Os resultados das concentrações plasmáticas de glicose, estão apresentadas na tabela 5 e ilustradas na figura 6. As concentrações plasmáticas basais e médias, assim como o incremento médio de glicose, não diferiram entre as dietas. Diferentemente dos cães, os gatos alimentados com alimentos extrusados não apresentam uma elevação pós-prandial clara na concentração de glicose. A curva glicêmica pós-prandial relativamente plana exibida pelos gatos pode explicar porque não houve diferença de área abaixo da curva entre as dietas. A abordagem convencional para se avaliar as repostas pós-prandiais é o consumo de alimento quando os animais têm um tempo limitado para comer todo o alimento permitido (CARCIOFI et al., 2008). No presente estudo, o método utilizado foi diferente por parecer ser melhor para gatos e por ser possível obter informações mais importantes do que condicionar os gatos artificialmente a comer seu alimento apenas em uma grande refeição durante o dia. O comportamento alimentar de gatos inclui mais de 15 pequenas refeições por dia (NRC, 2006).

As concentrações máximas de glicose assim como o incremento máximo de glicose foram menores para as dietas suplementadas com alta fibra em relação a dieta controle (BFBP). Desse modo supõe-se que a inclusão de fibras na dieta podem levar a redução das concentrações máximas de glicose. Além disso, embora não tenha havido diferença significativa, parece que as fibras solúveis (AFSBP e AFSAP) foram eficientes em reduzir a glicemia média, independente do efeito da

proteína (tabela 5). Em humanos, as fibras solúveis tais como a pectina são consideradas mais eficientes do que as fibras insolúveis na redução da glicose sanguínea, colesterol e triglicérides (MARLETT et al., 2002), e esse efeito é atribuído à característica de viscosidade conferida pelas fibras solúveis (MARLETT, 1997). Esse efeito não foi confirmado no presente estudo uma vez que a alta inclusão de carboximetilcelulose nas dietas AFSBP e AFSAP não promoveu redução significativa da glicemia dos gatos. Diferenças com relação ao tipo de dieta e o período de avaliação podem ter influenciado nos resultados encontrados.

Os resultados das concentrações séricas de insulina, estão apresentadas na tabela 5 e ilustradas na figura 7. Assim como observado nas respostas glicêmicas não houve diferença significativa nas concentrações basais e médias de insulina entre os tratamentos, porém ao contrário da glicose, as concentrações máximas de insulina não foram reduzidas pela inclusão de fibras nas dietas. KIRK (2006), não observou claras vantagens no uso de fibra solúvel sobre a fibra insolúvel em gatos, por outro lado em cães (KIMMEL et al., 2000) e gatos (NELSON et al., 2000) com diabetes mellitus, foram relatados bons efeitos sobre o controle glicêmico com a adição de fibra insolúvel nas dietas. No presente estudo as dietas suplementadas com alta fibra insolúvel não apresentaram efeito sobre as concentrações glicêmicas ou insulínicas.

As concentrações basais de GLP-1 não diferiram entre os tratamentos. Já as concentrações médias, máximas e área abaixo da curva de GLP-1 foram diferentes ( $P < 0,005$ ). As dietas contendo alta fibra provocaram uma elevação nas concentrações médias e máximas do GLP-1. A dieta AFSAP apresentou maior concentração média de GLP-1, em relação a dieta controle (BFBP) e as dietas AFSBP e AFSAP, foram as que tiveram concentrações máximas mais elevadas. Desse modo supõe-se que a fibra solúvel presente nessas dietas levou a alterações nas concentrações médias e máximas deste hormônio. Em roedores, as concentrações plasmáticas de GLP-1 aumentaram com a ingestão de fibras fermentáveis (GEE et al., 1996) e também em cães a ingestão de dietas ricas em fibras fermentáveis levou ao aumento nas concentrações pós-prandiais médias de

GLP-1 (MASSIMINO et al.,1998). Não houve diferença da hora do pico de GLP-1 entre as dietas, e ela ocorreu depois de 3 horas e meia do fornecimento do alimento. Os resultados das concentrações séricas de GLP-1, estão apresentadas na tabela 5 e ilustradas na figura 8.

O aumento nas concentrações séricas de GLP-1 provocado pelas dietas pode ter uma importância metabólica. Com a presença de nutrientes no intestino delgado, ocorre a liberação de GLP-1 que suprime a secreção gastro-pancreática e o esvaziamento gástrico através de um controle hipotalâmico e conseqüentemente diminuindo o consumo de alimento (SWANSON et al., 2010). No presente estudo, a inclusão de alta fibra nas dietas deveria ter levado a um aumento no consumo de matéria seca pelos gatos que consumiram as dietas AFIBP, AFIAP, AFSBP e AFSAP o que não foi observado (tabela 3). Assim é possível que as fibras solúveis e insolúveis tenham elevado as concentrações médias e máximas de GLP-1 pós-prandiais causando um efeito de saciedade o que explicaria a similaridade do consumo de nutrientes dentre os tratamentos com baixa e alta fibra.

**Tabela 5.** Consumo de alimento (g/kg de PC), concentração plasmática de glicose, concentração sérica de insulina e de GLP-1 e área abaixo da curva de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína

Item	Dietas <sup>1</sup>					EPM <sup>3</sup>	P	Contrastes <sup>2</sup>			
	BFBP	AFIBP	AFIAP	AFSBP	AFSAP			BF x AF	AFI x AFS	Proteína (FI)	Proteína (FS)
Consumo durante o teste, g/kg PC											
Matéria Seca	1,38	1,34	1,40	1,42	1,39	0,101	<0,001	0,357	0,944	0,801	0,976
Proteína	0,38	0,43	0,61	0,50	0,63	0,040	<0,001	0,135	0,098	0,647	0,852
Fibra total	0,07	0,28	0,30	0,30	0,30	0,020	<0,001	0,355	0,818	0,863	0,971
Fibra insolúvel	0,06	0,24	0,25	0,18	0,18	0,014	<0,001	0,064	0,552	0,756	0,725
Fibra solúvel	0,01	0,04	0,04	0,12	0,12	0,007	<0,001	0,028	0,616	0,455	0,199
Amido	0,56	0,50	0,37	0,54	0,33	0,036	<0,001	0,321	0,136	0,820	0,839
Concentração plasmática de glicose, mg/dL											
Basal	92,34	90,24	91,89	94,57	83,85	2,421	0,530	-	-	-	-
Média	105,66	101,61	93,16	93,80	91,04	2,062	0,860	-	-	-	-
Máxima	135,53	129,01	106,97	108,25	111,50	4,481	<0,001	<0,001	0,147	0,005	0,687
I Médio <sup>4</sup>	13,32	11,37	1,27	5,10	7,18	2,496	0,750	-	-	-	-
I Máximo	43,20	38,74	15,08	17,29	27,63	4,249	<0,001	0,019	0,515	0,015	0,302
Hora do pico, h	9,25	8,00	7,22	7,38	6,25	0,708	0,514	-	-	-	-
Área abaixo da curva, MG*dL <sup>-1</sup> *h <sup>-1</sup>	1281,25	1235,75	1112,01	1184,78	1101,66	24,97	0,160	-	-	-	-
I da área abaixo da curva, mg*dL <sup>-1</sup> *h <sup>-1</sup>	254,04	279,25	153,85	211,98	164,26	18,40	0,950	-	-	-	-

Continua ....

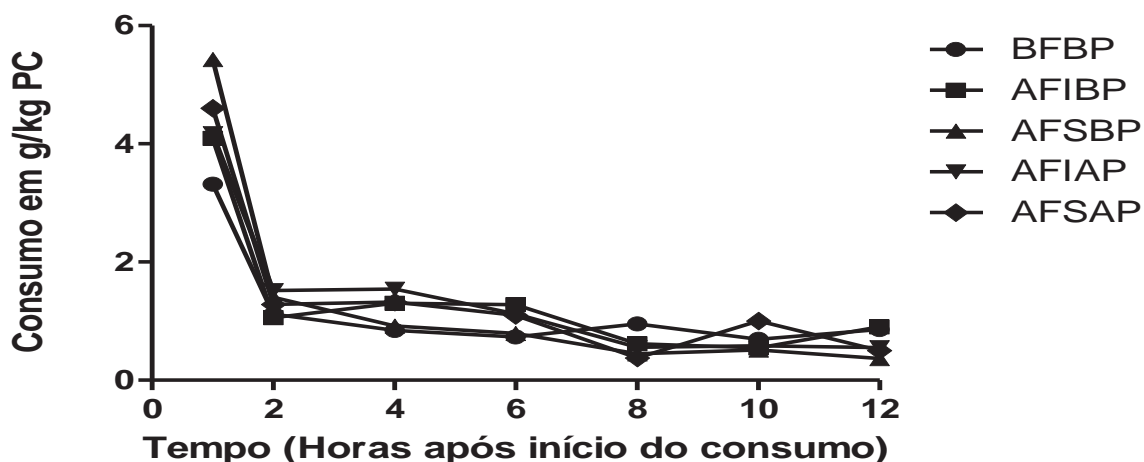
Concentração sérica de insulina, $\mu\text{UI}/\text{mL}$											
Basal	11,67	3,43	10,53	9,75	6,87	1,138	0,139	-	-	-	-
Média	14,45	11,42	14,45	14,07	8,97	1,355	0,649	-	-	-	-
Máxima	24,84	23,29	24,84	22,42	15,65	2,281	0,713	-	-	-	-
I Médio	8,92	7,98	3,92	4,31	2,10	0,979	0,130	-	-	-	-
I Máximo	24,92	19,85	14,31	12,66	8,78	2,066	0,100	-	-	-	-
Hora do pico, h	5,75	12	5,75	6,55	6,25	0,649	<0,001	0,181	0,011	0,003	0,777
Área abaixo da curva, $\text{mg} \cdot \text{dL}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	184,55	151,17	184,55	176,62	112,35	17,496	0,663	-	-	-	-
I da área abaixo da curva, $\text{mg} \cdot \text{dL}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	124,34	112,37	98,64	86,64	48,85	10,933	0,142	-	-	-	-
Concentração sérica de GLP-1, $\text{pMol}/\text{L}$											
Basal	24,63	33,83	23,21	61,64	54,70	5,468	0,059	-	-	-	-
Média	31,51	49,26	38,18	69,08	77,07	5,142	<0,001	0,023	0,878	0,164	0,010
Máxima	50,32	71,62	57,31	120,32	124,4	8,924	<0,001	0,032	0,767	0,048	0,009
I Médio	6,88	15,42	14,97	7,44	22,37	3,731	0,676	-	-	-	-
I Máximo	25,70	37,78	34,10	58,66	69,72	6,797	0,206	-	-	-	-
Hora do pico, h	8,25	6,25	3,75	4,77	4,00	0,790	0,056	-	-	-	-
Área abaixo da curva, $\text{mg} \cdot \text{dL}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	389,0b	653,7ab	511,6ab	831,8ab	958,6a	63,98	<0,001	0,020	0,952	0,322	0,019
I da área abaixo da curva, $\text{mg} \cdot \text{dL}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	132,7	278,2	257,5	460,2	470,7	44,040	0,355	-	-	-	-

<sup>1</sup>BFBP = baixa fibra baixa proteína; AFIBP = alta fibra insolúvel baixa proteína; AFSBP = alta fibra solúvel baixa proteína; AFIAP = alta fibra insolúvel alta proteína; e AFSAP = alta fibra solúvel alta proteína.

<sup>2</sup>Contrastes:BF (baixa fibra) versus AF (alta fibra) = BFBP versus AFIBP + AFIAP + AFSBP + AFSAP; AFI (alta fibra insolúvel) versus AFS (alta fibra solúvel) = AFIBP + AFIAP versus AFSBP + AFSAP; Proteína (FI) = AFIBP versus AFIAP; Proteína (FS) = AFSBP versus AFSAP

<sup>3</sup>Erro Padrão da Média, n=8 gatos por dieta

<sup>4</sup>I = incremento (concentração absoluta de glicose - concentrações basais)



**Figura 4:** Gráfico da ingestão de alimento observada durante a avaliação das respostas pós-prandiais de glicose, insulina e GLP-1 de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína

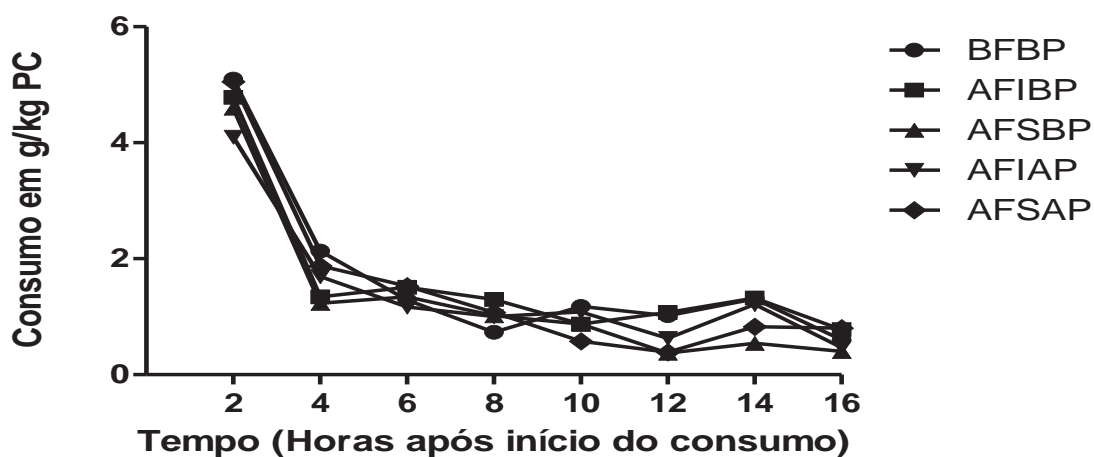
BFBP = baixa fibra baixa proteína

AFIBP = alta fibra insolúvel baixa proteína

AFSBP = alta fibra solúvel baixa proteína

AFIAP = alta fibra insolúvel alta proteína

AFSAP = alta fibra solúvel alta proteína



**Figura 5:** Gráfico da ingestão de alimento observada durante a avaliação do padrão alimentar de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína

BFBP = baixa fibra baixa proteína

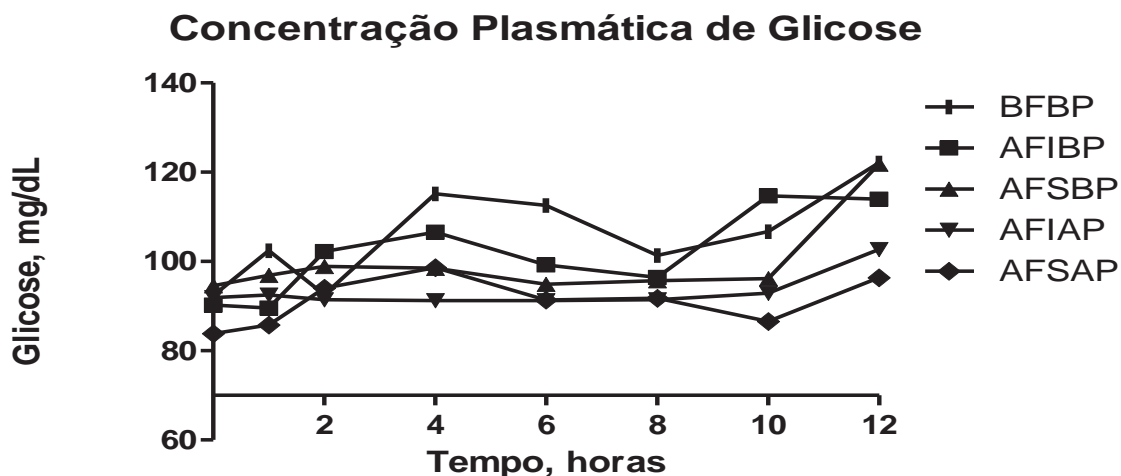
AFIBP = alta fibra insolúvel baixa proteína

AFSBP = alta fibra solúvel baixa proteína

AFIAP = alta fibra insolúvel alta proteína

AFSAP = alta fibra solúvel alta proteína





**Figura 6.** Gráfico das concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) dos gatos evidenciados durante as resposta pós-prandiais de glicose, insulina e GLP-1 de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína

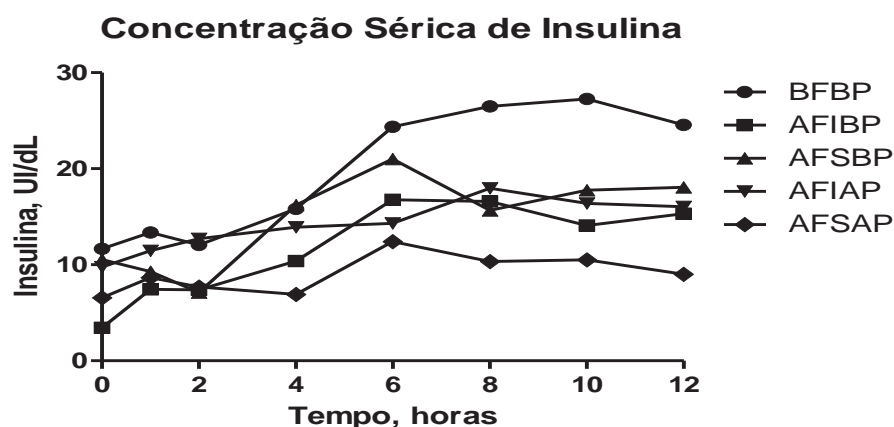
BFBP = baixa fibra baixa proteína

AFIBP = alta fibra insolúvel baixa proteína

AFSBP = alta fibra solúvel baixa proteína

AFIAP = alta fibra insolúvel alta proteína

AFSAP = alta fibra solúvel alta proteína



**Figura 7.** Gráfico das concentrações séricas de insulina (UI/dL) dos gatos evidenciados durante as resposta pós-prandiais de glicose, insulina e GLP-1 de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína

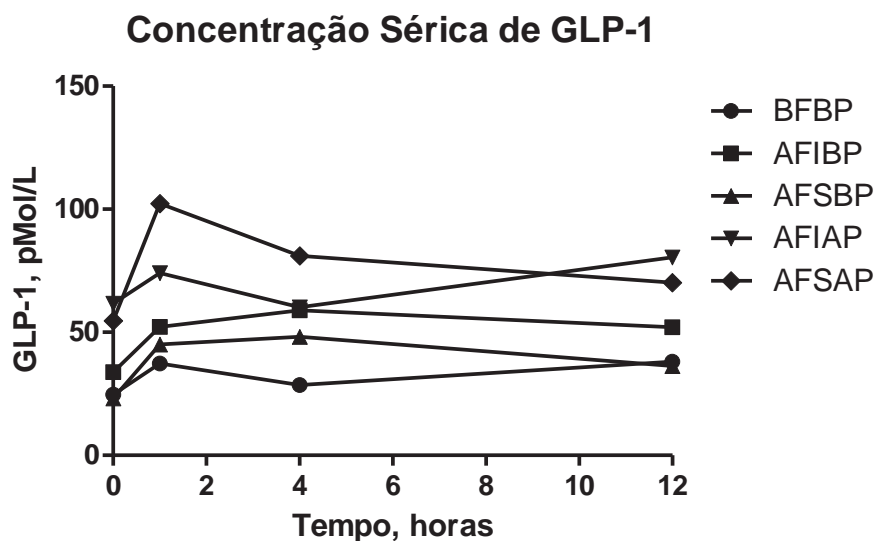
BFBP = baixa fibra baixa proteína

AFIBP = alta fibra insolúvel baixa proteína

AFSBP = alta fibra solúvel baixa proteína

AFIAP = alta fibra insolúvel alta proteína

AFSAP = alta fibra solúvel alta proteína



**Figura 8.** Gráfico das concentrações séricas de GLP-1 dos gatos evidenciados durante as resposta pós-prandiais de glicose, insulina e GLP-1 de gatos alimentados com dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína

BFBP = baixa fibra baixa proteína

AFIBP = alta fibra insolúvel baixa proteína

AFSBP = alta fibra solúvel baixa proteína

AFIAP = alta fibra insolúvel alta proteína

AFSAP = alta fibra solúvel alta proteína

As concentrações basais de hormônios encontradas ao longo das avaliações dos blocos experimentais, encontram-se discriminadas na Tabela 6. As concentrações séricas médias de leptina encontradas variaram de 3,9 a 4,16 ng/dL HE. Os gatos foram distribuídos de modo que havia em todos os tratamentos gatos com escore ideal e gatos com sobrepeso. VASCONCELLOS et al., (2009) encontraram valores médios de leptina de 16,3 ng/dL HE em gatos obesos consumindo dietas ricas em proteína, e, 10,9 ng/DI HE nos mesmos gatos após perda de 20% do peso inicial. APPLETON et al.(2000) encontraram em gatos considerados com peso ideal após 12 horas de jejum concentrações plasmáticas médias de leptina de  $6,41 \pm 2,19$  ng/dL HE. Por outro lado, BACKUS et al. (2000) verificaram concentrações séricas médias de 3 ng/dL HE em gatos

com composição corporal considerada adequada. De acordo com o mesmo autor, os valores encontrados em seu trabalho, são menores dos que os encontrados no soro de humanos com peso ideal. Esses valores baixos podem ser devidos a uma menor afinidade do antisoro do radioimunoensaio para leptina felina uma vez que os kits utilizados para essa análise são para várias espécies e utilizam recombinante de leptina humana. Essa pode ser a razão dos valores baixos de leptina encontrados no presente estudo.

As avaliações de leptina e GLP-1 foram realizadas com os animais em jejum nos dias zero, 10, 20 e 30 de cada período experimental. Para a leptina não se verificou efeito de tratamento ( $p=0,834$ ), ou seja, todas as dietas apresentaram concentrações séricas de leptina similares entre si, verificando-se que a inclusão de fibras ou de elevada proteína não provocou efeito sobre as concentrações de leptina nos gatos. Entretanto houve efeito de dia de coleta ( $p<0,001$ ) e interação entre dieta e dia ( $p=0,007$ ) para o grupo alimentado com a dieta AFSBP. Verificou-se alteração da concentração de leptina, que se reduziu a partir do dia 10 ( $p<0,05$ ). Conforme observado por diversos autores (MAFFEI et al., 1995; SAGAWA et al., 2002; ISHIOKA et al., 2002; SHIBATA et al., 2003; BACKUS et al., 2000; APPLETON et al., 2000), a concentração plasmática de leptina está correlacionada com a quantidade de gordura corporal. O grupo de animais que consumiram a dieta AFSBP foi o grupo que apresentou menor consumo de alimento e perda de peso corporal ao longo dos 34 dias de experimento, o que justifica a diferença significativa de concentração de leptina nos dias 10, 20 e 30 em comparação com o dia zero.

Para o GLP-1 de jejum, não houve efeito de tratamento ( $p=0,274$ ) ao contrário do que foi observado durante as avaliações das respostas pós-prandiais. Para a dieta contendo alta fibra solúvel e alta proteína, houve um aumento significativo na concentração média sérica de GLP-1 observado a partir do dia 10 e mantendo-se elevado até o dia 30.

## **CONCLUSÃO**

Os mecanismos neuroendócrinos envolvidos nos processos de ingestão de alimentos, balanço energético e saciedade são bastante complexos e envolvem diversos

fatores. Pelo presente estudo foi possível observar que alguns hormônios como o GLP-1, podem ser modulados através dos nutrientes da dieta. As fibras exercem um papel bastante importante, porém com resultados ainda pouco elucidativos, principalmente com relação a espécie felina. Além disso, existem diversos peptídeos atuando nos processos de consumo de alimentos e que podem interagir entre si. Por esse motivo ainda são necessários novos estudos incluindo avaliações de hormônios não estudados aqui para que os mecanismos da saciedade possam ser melhor compreendidos.

**Tabela 6.** Concentração sérica média de leptina e GLP-1 de gatos alimentados as dietas experimentais suplementadas com fibra solúvel ou insolúvel, com baixa ou alta proteína

Item	Dietas <sup>1</sup>					Média	P	Contrastes <sup>2</sup>			
	BFBP	AFIBP	AFIAP	AFSBP	AFSAP			BFxAF	AFIxAFS	Proteína(FI)	Proteína(FS)
Leptina, ng/Dl											
Dia 0	3,10	4,05	3,50	4,16	3,41	3,6±0,2	0,766	-	-	-	-
Dia 10	3,44	3,95	4,04	3,92	3,14	3,7±0,2	0,908	-	-	-	-
Dia 20	3,11	3,97	3,27	3,76	3,36	3,5±0,2	0,864	-	-	-	-
Dia 30	3,37	3,90	3,12	3,79	3,09	3,4±0,2	0,721	-	-	-	-
Média	3,2±0,2	4,0±0,2	3,5±0,3	3,9±0,2	3,2±0,2		0,834				
P	0,0432	0,033	0,004	<0,001	0,113						
GLP-1, pMol											
Dia 0	30,72	14,80	22,85	19,32	16,99	20,69±1,7	0,348	-	-	-	-
Dia 10	55,61	28,75	48,11	28,35	49,05	42,32±7,6	0,672	-	-	-	-
Dia 20	32,94	30,70	50,92	33,38	49,97	39,74±3,8	0,237	-	-	-	-
Dia 30	21,28	24,64	29,00	15,21	40,35	26,37±4,0	0,380	-	-	-	-
Média	35,33±5,4	24,06±3,5	39,09±6,2	37,72±3,8	39,92±6,4		0,274				
P	0,256	0,333	0,019	0,417	<0,001						

<sup>1</sup>BFBP = baixa fibra baixa proteína; AFIBP = alta fibra insolúvel baixa proteína; AFSBP = alta fibra solúvel baixa proteína; AFIAP = alta fibra insolúvel alta proteína; e AFSAP = alta fibra solúvel alta proteína.

<sup>2</sup>Contrastes:BF (baixa fibra) versus AF (alta fibra) = BFBP versus AFIBP + AFIAP + AFSBP + AFSAP; AFI (alta fibra insolúvel) versus AFS (alta fibra solúvel) = AFIBP + AFIAP versus AFSBP + AFSAP; Proteína (FI) = AFIBP versus AFIAP; Proteína (FS) = AFSBP versus AFSAP

<sup>3</sup>Erro Padrão da Média, n=8 gatos por dieta

<sup>4</sup>Escala de 1 a 9, sendo 1 caquético e 9 obeso (LAFLAMME,1997).

**V- REFERÊNCIAS**

- AIRES, M. M. Controle neuroendócrino do comportamento alimentar. *Fisiologia*. Cap. 25, Ed. Guanabara Koogan, 3<sup>a</sup>. ed, p.361-374. 2008.
- AOAC. In: *Official methods of analysis of AOAC international*, 16<sup>a</sup> ed., cap. 4, p.15–16,1995.
- 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, p.191-199, 2000.
- 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.
- ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS (AAFCO). *Official Publication 2004*. Association of American Feed Control Officials, 2004.
- BACKUS, R. C.; HAVEL, P. J.; GINGERICH, R. I.; ROGERS, Q. R. Relation between serum leptin immunoreactivity and body fat mass as estimated by use of a novel gas-phase. Fourier transform infraredspectroscopy deuterium dilution method in cats. *American Journal Veterinary Research*, v.61, p.796-801, 2000.
- BLUNDELL, J. E.; LAWTON, C. L.; COTTON, J. R.; MACDIARMID, J. I. Control of human appetite: implications for the intake of dietary fat, *Annual Review of Nutrition*, v.16, p.285-319, 1996.
- BLUNDELL, J. E.; BURLEY, V. J. Satiation, satiety and the action of fibre on food intake. *International. Journal Obesity*, v.11, p.9-25, 1987.
- BROBERGER, C.; JOHANSEN J.; JOHANSSON C.; SCHALLING M.; BURKHALTER, T. M.; MERCHEN, N.R.; BAUER, L. L.; MURRAY, S. M.; PATIL, A. R.; BRENT, J. L.;FAHEY, G. C. The ratio of insoluble to soluble fiber components in soybean hull affects ileal and total tract digestibilities and fecal characteristics of dogs. *American Society for Nutritional Sciences*, p.1978-1985, 2001.
- BURRIN, D. G.; STOLL, B.; GUAN, X. Glucagon-like peptide 2 function in domestic animals. *Domestic Animal Endocrinology*, v. 24, p. 103-122, 2003.

- BURTON-FREEMAN, B. Dietary fiber and energy regulation. *Journal of Nutrition*, p.272S-275S, 2000.
- BUTTERWICK, R. F.; MARKWELL, P. J. Effect of amount and type of dietary fiber on food intake in energy-restricted dogs. *American Journal Veterinary Research*, v.58, n.3, p.272-276, 1997.
- BUTTERWICK, R. F.; MARKWELL, P. J.; THORHE, C. J. Effect of level and source of dietary fiber on food intake in the dog. *Journal of Nutrition*, v.124, p.2695S-2700S, 1994.
- CARCIOFI, A. C.; TAKAKURA, F. S.; DE-OLIVEIRA, L. D.; JEREMIAS, J. T.; BRUNETTO, M. A.; PRADA, F. Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and post-prandial glucose and insulin response. *Journal of Animal Physiology Animal Nutrition*, v.92, p.326-336, 2008.
- CHEN, X. L.; DEAN, R. G.; HAUSMAN, G. J. Expression of leptin mRNA and CCAAT –enhancer binding proteins in response to insulin deprivation during preadipocyte differentiation in primary cultures of porcine stromal-vascular cells. *Domestic Animal Endocrinology*, v.17, p.389-401, 1999.
- CUMMINGS, D. E.; PURNELL, J. Q.; FRAYO, R. S.; SCHIMIDOVA, K.; WISSE, B. E.; WEIGLE, D. S. A preprandial rise in plasma ghrelin levels suggests a role in meal initiation in humans. *Diabetes*, v. 50, p.1714-1719, 2001.
- DELARGY, H. J.; BURLEY, V. J.; BLUNDELL, J. E.; O’SULLIVAN, K. R.; DE-OLIVEIRA, L. D.; CARCIOFI, A. C.; OLIVEIRA, M. C. C.; VASCONCELLOS, R. S.; BAZOLLI, G. T.; PRADA, F. Effects of six carbohydrate sources on diet digestibility and postprandial glucose and insulin response in cats. *Journal Animal Science*, v.86, p.2237-2246, 2008.
- DHILLO, W. S. Appetite regulation: an overview. *Thyroid*, v.17, p. 43-445, 2007.
- DIEZ, M.; NGUYEN, P.; JEUNETTE, I.; DEVOIS, C.; ISTASSE, L.; BOURGE, V. Weight loss in obese dogs: evaluation of a high-protein, low carbohydrate diet. *Journal of Nutrition*, p.1685S-1687S, 2002.
- DOBENECKER, B.; KIENZLE, E. Interactions of cellulose content and diet composition with food intake and digestibility in dogs. *Journal of Nutrition*, v.128, p. 2674S-2675S, 1998.
- DRUCE, M. R. ; SMALL, C. J.; BLOOM, S. R. Minireview: gut peptides regulating satiety. *Endocrinology*, v145, p.2660–2665, 2004
- ELIAS, C. F.; LEE, C.; KELLY, J. Leptin activates

hypothalamic CART neurons projecting to the spinal cord. *Neuron*, v.21, p.1375–1385, 1998.

ERDMANN, J.; TOPSCH, R.; LIPPL, F.; GUSSMAN, P.; SCHUSDIARRA, V. Postprandial response of plasma ghrelin levels to various test meals in relation to food intake, plasma insulin, and glucose. *Journal Clinical Endocrinology and Metabolism*, v.89, n.6, p.3048-3054, 2004.

FAHEY, G. Practical considerations in feeding dietary fibers to companion animals. In: *Petfood Forum*, p.154-166, 1995.

FEDIAF, Federation Europeene de L'industrie des Aliments pour Animaux Familiars; European Federation of Pet Food Manufacturers, FEDIAF, 2011.

FEKETE, S. G.; HULLAR, I.; ANDRASOFSZKY, E.; KELEMEN, F. Effect of different fibre types on the digestibility of nutrients in cats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v.88, p.138-142, 2004.

FERRIER, L.; ROBERT, P.; DUMON, H.; MARTIN, L.; NGUYEN, P. Evaluation of body composition in dogs by isotopic dilution using a low-cost technique, Fourier-transform infrared spectroscopy. *Journal of Nutrition*, v.132, p.1725S-1727S, 2002.

GEE, J. M.; LEE-FINGLAS, W.; WORTLEY, G. W.; JOHNSON, I. T. Fermentable carbohydrates elevate plasma enteroglucagon but high viscosity is also necessary to stimulate small bowel mucosal cell proliferation in rats. *Journal of Nutrition*, v.126, p.373–379, 1996

GILOR, C.; GRAVE, T. K.; GILOR, S.; RIDGE, T. K.; WENG, H.-Y.; DOSSINA, O. The incretin effect in cats: comparison between oral glucose, lipids, and amino acids. *Domestic Animal Endocrinology*, 2011.

GRAHAN, P. A.; MASKELL, I. E.; RAWLINGS, J. M. Influence of high fibre diet on glycaemic control and quality of life in dogs with diabetes mellitus. *Journal of Small Animal Practice*, v.43, p.67-73, 2002.

GULLIFORD, M. C.; BICKNELL, E. J.; SCARPELLO, J. H. Differential effect of protein and fat ingestion on blood glucose responses to high and low-glycemic index carbohydrates in noninsulin-dependent diabetic subjects. *American Journal Clinical Nutrition*, v.50, p.773-777, 1989.

HENDRIX, D. L. Rapid extraction and analysis of nonstructural carbohydrates in plant tissues. *Crop Sciences*, v.25, p.984-989, 1993.



- HOENIG, M.; JORDAN, E. T.; FERGUSON, D. C.; VRIES, F. Oral glucose leads to a differential response in glucose, insulin and GLP-1 in lean versus obese cats. *Domestic Animal Endocrinology*, v.38, p.95-102, 2010.
- HOSLT, J. J. Enteroglucagon. *Annual Review of Physiology*, v.59, p. 257-271, 1997.
- HOLST, J. J.; CHRISTIANSEN, J; KUHL, C. The enteroglucagon response to intrajejunal infusion of glucose, triglycerides, and sodium chloride, and its relation to jejunal inhibition of gastric acid secretion in man. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, v.11, p. 297-304, 1976.
- HUDA, M. S. B.; WILDING, J. P. H.; PINKNEY, J. H. Appetite Regulatory Peptides Gut peptides and the regulation of appetite. *Obesity Reviews*, v.7, p.163–182, 2006.
- IDA, T.; MIYAZATO, M.; NAGANOBU, K.; NAKAHARA, K.; SATO, M.; LIN, X.Z.; KAIVA, H.; DOI, K.; NODA, S.; KUBO, A.; MURAKAMI, N.; KANGAWA, K. Purification and characterization of feline ghrelin and its possible role. *Domestic Animal Endocrinology*, v.32, n.2, p.93-105, 2007.
- ISHIOKA, K.; SOLIMAN, M. M.; SAGAWA, M.; NAKADOMO, F.; SHIBATA, H.; HONJOH, T.; HASHIMOTO, A.; KITAMURA, H.; KIMURA, K., SAITO, M. Experimental and clinical studies on plasma leptin in obese dogs. *Journal Veterinary Medicine Science*, v.64, n.4, p.349-353, 2002.
- JACKSON, J. R.; LAFLAMME, D. P.; OWENS, S. F. Effects of dietary fiber content on satiety in dogs. *Veterinary Clinical Nutrition*, v.4, n.4, p.130-134, 1997.
- JEWELL, D. E.; TOLL, P. W. Effect of fiber on food intake in dogs. *Veterinary Clinical Nutrition*, v.3, p.115-118, 1996.
- KIRK, C. A. Feline diabetes mellitus: low carbohydrates versus high fiber? *Veterinary Clinics Small Animal*, v.36, p.1297-1306, 2006.
- KIMMEL, S. E.; MICHEL, E.; HESS, R. S.; WARD, C. R. Effects of insoluble and soluble dietary fiber on glycemic control in dogs with naturally occurring insulin-dependent diabetes mellitus. *Journal of American Veterinary Medical Association*, v. 216, p.1076-1081, 2000.

- KNAPPER, J. M.; HEATH, A.; FLETCHER, J. M.; MORGAN, L. M.; MARKS, V. GIP and GLP-1 (7-36) amide secretion in response to intraduodenal infusions of nutrients in pigs. *Comparative Biochemistry and Physiology part C, Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, v.111, n.3, p.445-450, 1995.
- LAFHAMME, D. P. Development and validation of a body condition score system for cats: A clinical tool. *Feline Practice*, v.25, p.13-17, 1997.
- LAFHAMME, D. P.; HANNAH, S. S. Increased dietary protein promotes fat loss and reduces loss of lean body mass during weight loss in cats. *Journal Feline Medicine Surgery*, v.3, p.62-69, 2005.
- MAFFEI, M.; HALAAS, J.; RAYUSSIN, E.; PRATLEY, R. E.; LEE, G. H.; ZHANG, Y.; FEI, H.; KIM, S.; LALLONE, R.; RANGANATHAN, S. Leptin levels in human and rodent: measurement of plasma leptin and ob RNA in obese and weight-reduced subjects. *Nature Medicine*, v.1, n.11, p.1155-1161, 1995.
- MARLETT, J. A. Sites and mechanisms for the hypocholesterolemic actions of soluble dietary fiber sources. *Dietary Fiber in Health and Disease*, p.109-121, 1997.
- MARLETT, J. A.; MCBURNEY, M. I.; SLAVIN, J. L. Position of the American dietetic association: health implications of dietary fiber. *Journal American Diet Association*, v.102, p. 993-1000, 2002.
- MASSIMINO, S. P.; MCBURNEY, M. I.; FIELD, C. J.; THOMSON, A. B. R.; KEELAN, M. HAYEK, M. G.; SUNVOLD, G. D. Fermentable dietary fiber increases GLP-1 secretion and improves glucose homeostasis despite increased intestinal glucose transport capacity in healthy dogs. *American Society for Nutritional Sciences*, p.1786-1793, 1998.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, v.31, p.426-428, 1959.
- NELSON, R. W.; SCOTT-MONCRIEFF, J. C.; FELDMAN, E. C.; DEVRIES-CONCANNON, S. E.; KASS, P. H.; DAVENPORT, D. J.; KIERNAN, C. T.; NEAL, L. A. Effect of dietary insoluble fiber on control of glycemia in cats with naturally acquired diabetes mellitus. *Journal American Veterinary Medical Association*, v.216, n.7, p.1082-1088, 2000.
- NGUYEN, P.; DUMON, H.; BUTTIN, P.; MARTIN, L.; GOURO, A. Composition of meal influences changes in postprandial incremental glucose and insulin healthy dogs. *Journal of Nutrition*, v.129, n.12, p.2707-2711, 1994.

NGUYEN, P.; DUMON, H.; MARTIN, L.; SILIART, B.; FERRIER, I.; HUMBERT, B.; DIEZ, M.; BREUL, S.; BOURGE, V. Weight loss does not influence energy expenditure or leucine metabolism in obese cats. *Journal of Nutrition*, v.132, p.1649-1651, 2002.

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

PALUMBO, G. R.; TORTOLA, L.; PUTAROV, T. C.; KAWAUCHI, I. M.; SOUZA, D. F.; GUIMARÃES, A. C. T.; CARCIOFI, A. C. Influência do consumo de fibra e energia sobre a saciedade de cães sadios não obesos. In: I Congresso Internacional sobre Nutrição de Animais de Estimação e VII Simpósio sobre Nutrição de Animais de Estimação. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, CBNA, v. único, p.153-154, 2009.

PROLA, L.; DOBENECKER, B.; MUSSA, P. P.; KIENZLE, E. Influence of cellulose fibre length on faecal quality, mineral excretion and nutrient digestibility in cat. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v.94, p.362-367, 2009.

PROSKY, L. N. G.; ASP, T. F.; SCHWEIZER, J. W. DE VRIES, FURDA, I. Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, v.75, p360-367, 1992.

ROCCA, A. S.; BRUBAKER, P. L. Role of the vagus nerve in mediating proximal nutrient induced glucagon like peptide-1 secretion. *Endocrinology*, v.140, p.1687-1694, 1999.

ROCCA, A. S.; LA GRECA, J.; KALITSKY, J.; BRUBAKER, P. L. Monounsaturated fatty acid diets increased secretion of proglucagon like peptide-1. *Endocrinology*, v.12, p.118-1155, 2001.

ROMERO, C. E. M.; ZANESCO, A. O papel dos hormônios leptina e grelina na gênese da obesidade. *Revista de Nutrição*, v.19, n.1, p.85-91, 2006.

RONDEAU, M. P., MELTZER, K.; MICHEL, K. E.; MCMANUS, C. M.; WASHBAU, R. J. Short chain fatty acids stimulate feline colonic smooth muscle contraction. *Journal of Feline Medical Surgery*, p.167-173, 2003.

SAGAWA, M. M.; NAKADOMO, F.; HONOJOH, T.; ISHIOKA, K.; SAITO, M. Correlation between plasma leptin concentration and body fat content in dogs. *American Journal Veterinary Research*, v.63, n.1, p.7-10, 2002.

SAS Institute, SAS/STAT<sup>®</sup> User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC., 1996.

SHIBATA, H.; SASAKI, N.; HONJOH, T.; OHISHI, I.; TAKIGUCHI, M. ISHIOKA, K.; AHMED, M.; SOLIMAN, M.; KIMURA, K.; SAITO, M. Feline leptin: immunogenic and biological activities of the recombinant protein, and its measurement by ELISA. *Journal Veterinary Medical Science*, v.65, n.11, p.1207-1211, 2003.

STEVENS, J. LEVITSKY, D. A.; VANSOEST, P. J. ; ROBERTSON, J. B.; KALLKWARF, H. J.; ROE, D. A. Effect of psyllium gum and wheat bran on spontaneous energy intake. *American Journal Clinical Nutrition*, v.46, p.812-817, 1987.

SCHWARTZ, M. W.; SEELEY, R. J. The new biology of weight reduction. *Journal of the American Dietetic Association*, v.97, p. 54-58, 1997.

SCHWARTZ, M. W.; WOODS, S. C.; PORTE, D. Jr.; SEELEY, R. J.; BASKIN, D. G.; Central nervous system control of food intake. *Nature*, v.404, p.661–671, 2000.

STEPHENS, T. W.; BASINSKI, M.; BRISTOW, P. K., BLUE-VALLESKEY, J.; M.; BURGETT, S. G.; CRAFT, L.; HALE, J.; HOFFMANN, J.; HSIUNG, H. M.; KRIAUCIUNAS, A. The role of neuropeptide Y in the antiobesity action of the obese gene product. *Nature*, v.377, p530-534, 1995.

SUNVOLD, G. D.; FAHEY, G. C. JR.; MERCHEN, N. R.; BOURQUIN, I. D.; TITGEMEYER, E. E.; BAUER, L. L.; REINHART. Dietary fiber for cats: in vitro fermentation of selected fiber sources by cat fecal inoculums and in vivo utilization of diets containing selected fiber sources and their blends. *Journal of Animal Sciences*, v.73, p.2329-2339, 1995.

SWANSON, K. S.; KIL, D. Y. Endocrinology of obesity. *Veterinary Clinics of Small Animals*, v.40, p.205-219, 2010.

TSCHOP, M.; SMILEY, D. L.; HEIMAN, M. L. Ghrelin induces adiposity in rodents. *Nature*, v.407, p.908–913, 2000.

TROWELL, H.; SOUTHGATE, D. A. T.; WOLEVER, T. M. S. Letter: Dietary fibre redefined. *Lancet*, v.1, p.967, 1976.

YOKOYAMA, M.; NAKAHARA, K.; KOJIMA, M.; HOSODA, H.; KANGWA, K.; MURAKAMI, N. Influencing the between-feeding and endocrine responses of plasma ghrelin in healthy dogs. *European Journal of Endocrinology*, v.152, p.155-160, 2005.

VASCONCELOS, R. S.; BORGES, N. C.; GONÇALVES, K. N. V.; CANOLA, J. C.; PAULA F. J. A.; MALHEIROS, E. B.; BRUNETTO, M. A.; CARCIOFI, A. C. Protein intake during weight loss influences the energy required for weight loss and maintenance in cats. *Journal of Nutrition*, p.855-860, 2009.

WILDING, J. P. Neuropeptides and appetite control. *Diabetes Metabolism*, v.19, p.619–627, 2002.

WILLESEN, M. G.; KRISTENSEN, P.; ROMER, J. Co-localization of growth hormone secretagogue receptor and NPY Mrna in the arcuate nucleus of the rat. *Neuroendocrinology*, v.70, p.306–316,1999.

WILLIAMS, D. L.; GRILL, H. J.; CUMMINGS, D. E.; KAPLAN, J. M. Vagotomy dissociates short- and long-term controls of circulating ghrelin. *Endocrinology* v.144, p. 5184–5187, 2003.

## VI- ANEXO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Jaboticabal

**CEBEA – COMISSÃO DE ÉTICA E BEM ESTAR ANIMAL****CERTIFICADO**

Certificamos que o Protocolo nº 018516/09 do trabalho de pesquisa intitulado "**Efeito da fibra e proteína sobre a saciedade e respostas pós-prandiais de glicose, insulina, leptina e grelina em gatos**", sob a responsabilidade do Prof. Dr. Aulus Cavaliere Carciofi está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA E BEM ESTAR ANIMAL (CEBEA), em reunião ordinária de 03 de setembro de 2009.

Jaboticabal, 09 de setembro de 2009.

**Prof. Dr. Jeffrey Frederico Lui**  
Presidente - CEBEA

**Med. Vet. Maria Alice de Campos**  
Secretária -CEBEA