

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

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E  
FUNCIONAIS DA FIBRA INSOLÚVEL NA ALIMENTAÇÃO  
DE GATOS**

**Bruna Agy Loureiro**  
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
2012

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

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E  
FUNCIONAIS DA FIBRA INSOLÚVEL NA ALIMENTAÇÃO  
DE GATOS**

**Bruna Agy Loureiro**

**Orientadora: Profa. Dra. Nilva Kazue Sakomura**

**Co-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 Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2012

### **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

**Bruna Agy Loureiro** – nascida em Ribeirão Preto em 18 de agosto de 1987. Em março de 2005 ingressou no curso de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), *Campus* de Jaboticabal. Durante a graduação foi bolsista da FAPESP de Iniciação Científica durante dois anos, sob orientação do Professor Dr. Aulus Cavalieri Carciofi. Graduou-se em fevereiro de 2010 e em março do mesmo ano ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia na mesma Instituição, sob orientação da Professora Dra. Nilva Kazue Sakomura e co-orientação do Professor Dr. Aulus Cavalieri Carciofi.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus irmãos Livia e Antônio, por sempre fazerem parte da minha vida e por tudo que já fizeram por mim. Vocês são as pessoas com as quais cresci e aprendi diariamente, que hoje possuem minha admiração e respeito.

Aos meus pais Antônio Mauricio Loureiro e Solange Aparecida Agy, pela dedicação em minha educação, pelo constante incentivo e pelo amor incondicional. Todas as minhas conquistas sempre serão dedicadas a vocês!

A toda minha família, por sempre representarem um porto seguro, todas as vezes que foi preciso...

Ao Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi, por todas as oportunidades já concedidas desde a graduação, pela paciência e compreensão sempre que foi preciso e por dividir seu conhecimento. Agradeço pela confiança em meu trabalho e pela forma simples e calma de lidar com as situações. Todas as horas dedicadas a esta dissertação foram fundamentais para sua concretização.

À Prof. Dr. Nilva Kazue Sakomura, primeiramente por aceitar minha orientação no mestrado e confiar em minhas decisões. Agradeço principalmente as oportunidades que me proporcionou, os ensinamentos ao longo destes dois anos, e também as críticas, que por final, contribuíram para meu amadurecimento.

Aos Professores Dr. Ricardo de Souza Vasconcellos e ao Dr. Marcio Antônio Brunetto, pela participação da banca de defesa desta dissertação, por poder contar com sua compreensão e por todas as sugestões e contribuições. Obrigada pelas diversas formas de colaboração durante estes anos e pelo exemplo de determinação e competência.

À todos os Professores que colaboraram com este trabalho. Agradeço a Jane Maria Bertoccho Ezequiel e Maria Cristina Thomaz por participarem da banca de qualificação e pela contribuição a este trabalho, ao Júlio Carlos Canola por permitir o

uso de suas instalações, ao Prof. Euclides Braga Malheiros pelo auxílio nas análises estatísticas, ao Prof. José Nelson Peruzzi pela ajuda na interpretação de métodos e ao Prof. Luciano Hauschild por todas as vezes que atendeu aos meus pedidos de ajuda.

Aos funcionários, que sem eles nada seria possível. Obrigada Izildo, Robson, Vicente, Diego, Helinho, Renata. Agradeço especialmente à Elaine e Cláudia, pela imprescindível ajuda neste período e também amizade e consideração.

Aos colegas de pós-graduação do Laboratório de Nutrição de Cães e Gatos, Ana Paula, Iris, Mayara, Raquel, Juliana, Márcia, Chayanne, Michele, Danilo, Fernando, Flávio, Fabiano, Leandro e Márcio. Agradeço também, a todos os estagiários que ajudaram durante o experimento e análises, Laura, Laís, Karine, Raquel, Mariana, Larissa, Kelly e em especial ao Guilherme e à Camila. Obrigada a todos pelo companheirismo no trabalho e pelos momentos de distração e confraternização.

Aos colegas de pós-graduação do Aviário: Ana Carolina, Melina, Katiane, Daniella, Edney, Anchieta, Joyce, Hilda, em especial à Giuliana e Juliano, pela ajuda nas análises laboratoriais e também a todos os estagiários, que sempre serão lembrados pelo empenho e participação no grupo.

A todos os amigos que pude contar durante este período. Em especial, Ana Paula, Iris, Natália, Camila, Raissa, Fátima, Renan, Juan, Anderson, Gustavo aos integrantes da República Tia Méri e Dona Fátima e as atuais companheiras de república, Ludmila, Carol, Marise e Isabela.

A FAPESP pela concessão da bolsa de estudos (processo nº 2009/13156-3).

A Mogiana Alimentos S/A, pelo auxílio financeiro do Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada” e doação dos ingredientes para fabricação das rações.

A SPF do Brasil Indústria e Comércio Ltda, pelo financiamento deste estudo.

Aos gatinhos do Laboratório pela contribuição nesta pesquisa e por todo o carinho que sempre estão dispostos a dar...

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>1</b>
OBJETIVOS.....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
<b>CAPÍTULO 2 - EFEITO DA INCLUSÃO DE FIBRA INSOLÚVEL EM DIETAS PARA GATOS SOBRE A DIGESTIBILIDADE, TEMPO DE RETENÇÃO, COMPORTAMENTO ALIMENTAR E PREVENÇÃO DA FORMAÇÃO DE NOVELOS DE PÊLOS.....</b>	<b>17</b>
RESUMO.....	17
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
<b>CAPITULO 3 - FIBRA DE CANA RETARDA O TEMPO DE Esvaziamento GÁSTRICO DE GATOS.....</b>	<b>57</b>
RESUMO.....	57
INTRODUÇÃO.....	58
MATERIAL E MÉTODOS.....	60
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
CONCLUSÕES.....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2 - EFEITO DA INCLUSÃO DE FIBRA INSOLÚVEL EM DIETAS PARA GATOS SOBRE A DIGESTIBILIDADE, TEMPO DE RETENÇÃO, COMPORTAMENTO ALIMENTAR E PREVENÇÃO DA FORMAÇÃO DE NOVELOS DE PÊLOS

Tabela 1	Fórmula (%) e composição química analisada (%) das dietas experimentais.	22
Tabela 2	Peso corporal inicial e final e consumo de matéria seca e energia metabolizável (EM) dos gatos alimentados com as dietas experimentais empregadas no presente estudo.	30
Tabela 3	Ingestão de nutrientes pelos gatos, coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e energia metabolizável das dietas experimentais empregadas no presente estudo.	33
Tabela 4	Produção, qualidade fecal e tempo de retenção do alimento no trato gastrointestinal de gatos alimentados com as dietas experimentais empregadas no presente estudo.	37
Tabela 5	Consumos das dietas experimentais e dieta comercial desafio durante as avaliações da saciedade dos gatos <sup>1</sup> .	41
Tabela 6	Consumo das dietas experimentais apresentado pelos gatos durante a avaliação do padrão alimentar <sup>1</sup> .	45
Tabela 7	Médias de tricobezoares coletados nas fezes de gatos, alimentados com as dietas experimentais empregadas no presente estudo <sup>1</sup> .	48
Tabela 8	Médias dos tricobezoares grandes coletados nas fezes de gatos, alimentados com as dietas experimentais empregadas no presente estudo, nos períodos de 15-17, 25-27 e 40-42 dias.	50

**CAPITULO 3 - FIBRA DE CANA RETARDA O TEMPO DE ESVAZIAMENTO GÁSTRICO DE GATOS**

Tabela 1	Formulação e composição química analisada das dietas experimentais.	62
Tabela 2	Ingestão de nutrientes durante a avaliação do tempo de trânsito (g/kg ( $PC^{0,67}$ )) das dietas experimentais.	66
Tabela 3	Tempo de esvaziamento gástrico (EG) e tempo de preenchimento colônico (PCo) de gatos alimentados com as dietas experimentais.	69
Tabela 4	Tempo de trânsito no intestino delgado e tempo de trânsito orocecal, de gatos alimentados com as dietas experimentais.	71

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2 - EFEITO DA INCLUSÃO DE FIBRA INSOLÚVEL EM DIETAS PARA GATOS SOBRE A DIGESTIBILIDADE, TEMPO DE RETENÇÃO, COMPORTAMENTO ALIMENTAR E PREVENÇÃO DA FORMAÇÃO DE NOVELOS DE PÊLOS

Figura 1	Consumo das dietas experimentais (g/(kg Peso corporal) <sup>0,67</sup> ) ao longo de seu período de fornecimento aos gatos	46
Figura 2	Tricobezoares coletados de um gato durante os três dias, separados em grandes (>2,0 cm), médios (<2,0 cm e >1 cm) e pequenos (>1,0 cm).	49

### CAPÍTULO 3 - FIBRA DE CANA RETARDA O TEMPO DE Esvaziamento GÁSTRICO DE GATOS

Figura 1	Radiografias latero-lateral de gato uma hora (A) e seis horas (B) após a alimentação e administração de SIZTMARKS <sup>®</sup> . Radiografia ventro-dorsal de gato oito horas depois (C). Em (A) os marcadores estão alojados e distribuídos no estômago. Em (B) oito marcadores estão localizados no estômago, um posicionado na região pilórica e três localizados em fração do intestino delgado. Em (C) três marcadores estão identificados no cólon.	68
Figura 2	Fezes de gato após administração de cápsula contendo óxido crômico.	73

## **AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E FUNCIONAIS DA FIBRA INSOLÚVEL NA ALIMENTAÇÃO DE GATOS**

**RESUMO** – Foi realizado um experimento, em dois blocos casualizados de 16 gatos (2 períodos x 4 dietas x 4 repetições por período), com duração de 42 dias. Neste período, os animais receberam uma de quatro dietas: controle, sem adição de fibra; dieta com 10% de fibra de cana; dieta com 20% de fibra de cana e dieta com 10% de celulose. Para cada dieta, foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes e a energia metabolizável (EM), através da coleta total de fezes e o tempo de retenção gastrointestinal das dietas pelos gatos, através da administração por via oral de marcadores radiopacos. Em dois momentos do experimento, foram verificados o padrão alimentar e a saciedade dos gatos. Foram coletados durante três dias, em quatro momentos do experimento, fezes dos animais para quantificação de tricobezoares. Após este experimento, foram determinados o tempo de esvaziamento gástrico (EG), tempo de trânsito no intestino delgado (TTID) e orocecal (TTOC) das dietas controle e com 10% de fibra de cana nos gatos, através de radiografias contrastadas e marcadores radiopacos. Os resultados obtidos foram avaliados por meio de contrastes, exceto os do padrão alimentar e da formação de tricobezoares, que foram avaliados considerando medidas repetidas no tempo, ambos à 5% de probabilidade. Com exceção do amido, observou-se que a inclusão de fibra de cana ocasionou redução linear do CDA de todos os nutrientes e da EM. A dieta com celulose foi semelhante à dieta com fibra de cana, exceto para os CDA do extrato etéreo e da fibra dietética total. A produção de fezes, número de defecações e peso médio da defecação aumentaram com a inclusão da fibra, sendo que, para estas variáveis, os tratamentos com fibra de cana e celulose não diferiram. O tempo de retenção do alimento não se alterou com as inclusões de fibra de cana e foi reduzido pela inclusão de celulose. Os gatos apresentaram semelhante ingestão de EM, independente da dieta. A inclusão de fibra na dieta não inibiu o consumo de alimentos pelos animais e preveniu a formação de tricobezoares. A inclusão de fibra de cana na dieta retardou o tempo de EG dos gatos, contudo não alterou os TTID e TTOC.

**Palavras-chave:** alimento funcional; celulose; felinos; saciedade; tricobezoar.

## EVALUATION OF THE NUTRITION AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF INSOLUBLE FIBER ON THE FEEDING OF CATS

**ABSTRACT** - An experiment was conducted in two randomized blocks of 16 cats (2 periods x 4 diets x 4 replicates per period), with duration of 42 days. During this period, the animals received one of four treatments: Control, no added fiber; diet with 10% of sugarcane fiber; diet with 20% of sugarcane fiber and diet with 10% of cellulose. For each diet, we determined the apparent digestibility coefficients (ADC) of nutrients and metabolizable energy (ME) by total collection of feces and gastrointestinal retention time of diets for cats, by oral administration of radiopaque markers. In two moments of the experiment, were observed eating patterns of cats and satiety. Were collected during three days, four times of the experiment, animal feces to quantify tricobezoares. After this experiment, we determined the gastric emptying time (GE), the small intestine transit time (SITT) and orocecal transit time (OCTT) of the control diet and diet with 10% sugarcane fiber in cats using contrasted X-rays and radiopaque markers. The results were evaluated by contrast, except for the eating patterns and the formation of tricobezoares, which were evaluated for repeated measures, both at 5% probability. With the exception of starch, it was observed that the inclusion of sugarcane fiber caused linear reduction of ADC of all the nutrients and the ME. The diet with cellulose was similar to the diet with sugarcane fiber, except for the ADC of fat and total dietary fiber. Fecal output, number of bowel movements and weight of defecation increased with the inclusion of the fiber, and, for these variables, the treatments with sugarcane fiber and cellulose did not differ. The retention time of the food does not change with the inclusion of sugarcane fiber and was reduced by the inclusion of cellulose. Cats were similar intake of ME independent of the diet. Inclusion of dietary fiber not inhibit food intake by the animals and prevented the formation of tricobezoares. The inclusion of sugar cane fiber in the diet delayed the time of GE of cats, but did not change the SITT and OCTT.

**Keywords:** functional food; cellulose; felines; satiety; trichobezoar.

## **CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **Utilização de fibra em petfood**

No ano de 2011, o mercado “petfood” produziu no Brasil cerca de 1,98 milhões de toneladas de rações para cães e gatos, representando crescimento de 6% em relação ao ano anterior e com faturamento de aproximadamente R\$ 8,2 bilhões (ANFALPET), o que demonstra o potencial de crescimento e a importância econômica deste setor ao país.

Aliado a este crescimento, houve aumento da demanda por produtos cada vez mais específicos, que promovam outros benefícios aos animais além de nutrir e que sejam produzidos seguindo padrões mais elevados de controle de qualidade. Isto caracteriza o surgimento de um mercado consumidor mais exigente, preocupado em oferecer alimentos de qualidade, visando o bem estar e a saúde de seu animal. A longevidade e a qualidade de vida são características cada vez mais almejadas para os animais de companhia e a intervenção nutricional é uma ferramenta importante para obtê-las (FAHEY et al., 1990a).

Neste sentido, os alimentos industrializados contém aditivos ou uma combinação de nutrientes, capazes de promover a saúde e atuar como coadjuvante no tratamento de condições associadas à doenças e inabilidades crônicas (ROCHA et al., 2008). Contudo, para se conhecer os efeitos dos alimentos na saúde do animal, é importante além da determinação do valor nutricional, entender suas possíveis propriedades funcionais naquela espécie. Isto evidencia a necessidade de estudos que avaliem a composição química, a biodisponibilidade dos nutrientes, as características sensoriais (como a palatabilidade), e a possível utilização destes alimentos, visando prevenção ou tratamento de doenças e modulação de respostas metabólicas (GENEROSO et al., 2008).

A inclusão de fontes de fibras em formulações de alimentos para cães e gatos tem sido bastante utilizada pela indústria. Esta prática ocorre devido aos benefícios da ingestão deste nutriente, por auxiliar na manutenção da saúde do trato gastrintestinal

(REINHART e SUNVOLD, 1996; SUNVOLD et al., 1995). A capacidade de manter a higidez do trato gastrintestinal está associada a diversas propriedades atribuídas às fibras, como: função prebiótica (SWANSON et al., 2002; HESTA et al., 2003; BARRY et al., 2010), modulação do tempo de trânsito do alimento pelo trato gastrintestinal (FAHEY et al., 1990; CHANDLER et al., 1999; HILL et al., 2000), formação e consistência das fezes (BURKHALTER et al., 2001), diluição da energia do alimento (FEKETE et al., 2001; BISSOT et al., 2010), regulação do apetite e saciedade (JEWELL e TOLL, 1996; JACKSON et al., 1997; JEWELL et al., 2006; WEBER et al., 2007; BOSCH et al., 2009). Além disso, a fibra tem importante papel auxiliar no tratamento e prevenção da obesidade (BUTTERWICK e MARKWELL, 1997; BUTTERWICK e HAWTHORNE, 1998; NELSON et al., 2000; BENNETT et al., 2006; BISSOT et al., 2010). Mesmo em gatos, considerados carnívoros estritos, são relatados efeitos importantes em resposta a suplementação dietética com fibras, destacando a importância fisiológica deste nutriente também para estes animais.

A redução da densidade energética dos alimentos pela diminuição do teor de gordura e elevação nas concentrações de fibra da ração é uma estratégia amplamente utilizada no manejo da obesidade em animais de companhia, visando maior estímulo de saciedade e maior volume de ingestão alimentar (CARCIOFI et al., 2005; GERMAN, 2006; VASCONCELLOS, 2008; BISSOT, et al., 2010; BRUNETTO, 2010). As fibras insolúveis, geralmente, são pouco fermentáveis e não viscosas, sendo eliminadas praticamente na sua forma intacta. Este tipo de fibra é indicado em formulações para diluição da energia do alimento, promovendo pouca alteração na consistência das fezes.

Em paralelo, a utilização de ingredientes alternativos e de subprodutos da indústria alimentar humana tem se mostrado economicamente interessante para a alimentação animal. Na tentativa de se encontrar novas alternativas viáveis e de baixo custo para a indústria de “*petfood*”, tem-se recorrido a matérias-primas de origem vegetal.

O processamento da cana-de-açúcar pela indústria sucro-alcooleira, que produz aproximadamente 300 kg de bagaço de cana por tonelada de cana-de-açúcar

processada, faz-se uma alternativa interessante a ser considerada. No ano de 2011, o Brasil produziu mais de 500 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, o que colocou o bagaço de cana como o de maior volume produzido dentre os subprodutos (ÚNICA, 2012).

Atualmente, o bagaço de cana tem sido destinado, principalmente, à produção de energia em diversos setores e à alimentação de bovinos. A fibra de cana representa uma rica fonte de fibras insolúveis que, frente à tecnologia de processamento para o refinamento do bagaço-de-cana, agrega valor ao ingrediente e pode representar um importante ingrediente para a alimentação de animais de companhia.

### **Caracterização da fibra de cana**

O bagaço de cana-de-açúcar passa por um tratamento de refinamento, onde são retiradas as impurezas e o ingrediente é moído finamente, até obtenção de 100% de fragmentos com tamanho inferior a 0,4 milímetro, o que dá origem à fibra de cana. Segundo VELOSO (2011), a fibra de cana possui em sua composição 53,5% de celulose, 31,3% de hemicelulose, 6,4% de lignina, 2,6% de proteína bruta, 2,6% de matéria mineral e conteúdo inexpressivo de gordura. Com cerca de 91% de fibra dietética total, a fibra de cana possui praticamente 100% de fibra insolúvel (PINTO, 2007).

Alguns estudos avaliaram a fibra de cana na nutrição de cães e gatos. PINTO (2007) avaliou a digestibilidade de dietas enriquecidas com diferentes fontes e teores de fibra dietética para cães e observou redução da digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e energia bruta, quando foi incluído uma mistura de 2% de celulose e 12% da fibra de cana na dieta, e neste nível de inclusão não foram observados efeitos adversos na qualidade das fezes. A avaliação *in vitro* da fibra de cana, em inóculo fecal de cães, demonstrou reduzidas fermentação e produção de ácidos graxos de cadeia curta, devido às características de sua fibra, altamente insolúvel (CALABRO et al., 2008).

PALUMBO (2009) avaliou diferentes teores de amido, fibra e energia na resposta glicêmica pós-prandial e seus efeitos na saciedade de cães, utilizando diferentes fontes de fibras (fibra de cana, carboximetilcelulose, celulose e casca de ervilha). O autor

observou interação entre tempo e dose de amido nas respostas glicêmicas e uma tendência no controle da saciedade, através da utilização de diferentes proporções de fibras solúveis e insolúveis. Em outro estudo, único com gatos, constatou-se redução dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo em hidrólise ácida após a inclusão de fibra de cana. Adicionalmente, os gatos que receberam a dieta suplementada com fibra de cana apresentaram menor concentração média de glicose e menor área abaixo da curva da glicose pós-prandial, em comparação aos gatos alimentados com a dieta controle e outras dietas suplementadas com farelo de trigo e polpa de beterraba. Neste estudo, concluiu-se que a fibra de cana possui potencial para auxiliar no controle da glicemia em gatos (FISCHER, 2011).

### **Saciedade e comportamento alimentar de gatos**

Existem duas terminologias empregadas para representar os efeitos da dieta na regulação do consumo de alimentos. São a saciação e a saciedade. A saciação é definida como a satisfação do apetite que se desenvolve durante a alimentação e, eventualmente, cessa o consumo alimentar. Pode ser quantificada pelo tempo de duração e pela quantidade de energia consumida durante a refeição. O termo saciedade refere-se à inibição da fome. Ocorre como consequência do que foi consumido anteriormente pelo animal. A intensidade da resposta de saciedade de uma refeição é mensurada pela duração de tempo até a próxima alimentação ou pela quantidade de alimento consumido na próxima refeição (BURTON-FREEMAN, 2000; SLAVIN e GREEN 2007).

O consumo alimentar é controlado por um complexo sistema neuro-hormonal, sendo o hipotálamo seu principal modulador (SCHWARTZ et al., 2000). Atualmente, são conhecidos mais de 40 hormônios e peptídeos que atuam no controle neuroendócrino da ingestão de alimentos. O comportamento de ingestão de alimentos depende e está relacionado com os nutrientes que são ou deixam de ser absorvidos, determinando, assim, estímulos neuroendócrinos para a fome, apetite ou saciedade (VASCONCELLOS et al., 2005).

As catecolaminas, como exemplos a adrenalina e noradrenalina, inibem a fome. O principal fator fisiológico que influencia a secreção de catecolaminas é a hipoglicemia (GRECCO e STABENFELDT, 1999). A administração crônica de noradrenalina induziu obesidade em animais de laboratório, devido a superalimentação, e aumentou a preferência ao consumo de carboidratos (CASE et al., 1998). Outros neurotransmissores podem inibir o apetite, como exemplos a dopamina e a serotonina (SCHWARTZ et al., 2000; MOURÃO, 2007).

Sinais fisiológicos e ambientais estimulam a liberação de dois peptídeos antes e após as refeições, respectivamente grelina e colecistoquinina (CCK). A grelina, além de atuar no metabolismo energético, também estimula a fome. Antes das refeições encontra-se em elevadas concentrações. A CCK tem efeito feedback positivo quando há aumento no consumo de gorduras e proteínas. Uma de suas funções é inibir o esvaziamento gástrico (BURTON-FREEMAN, 2000; MOURÃO 2006; VASCONCELLOS, 2008). Dietas com alta fibra podem aumentar a saciedade por provocar a distensão gástrica e provocar elevação da CCK, com subsequente retardo do esvaziamento gástrico (WEBER et al., 2007).

A distensão gástrica e intestinal estimula o nervo vago a emitir sinais de saciação e saciedade (CASE et al., 1998). PAPAS et al. (1989) concluíram que a distensão gástrica em cães é um fator que inibe o consumo alimentar. Outros polipeptídios também são liberados e agem sobre o tempo de esvaziamento gastrintestinal, interferindo indiretamente na regulação do apetite. Alguns exemplos de hormônios que têm por finalidade retardar o fluxo intestinal são gastrina, bombesina e peptídeo YY (NRC, 2006).

A leptina, hormônio sintetizado principalmente pelos adipócitos, tem sua secreção estimulada quando ocorre elevação da insulinemia e glicemia. Esta estimula a termogênese e inibe o apetite (SCHWARTZ et al., 2000; VASCONCELLOS et al., 2005). Dietas ricas em gorduras proporcionaram elevação nas concentrações séricas de leptina, contudo, no consumo de dietas hipercalóricas ou hiperproteicas não foi observado o mesmo efeito (AHREN et al. 1997). A insulina também pode intervir no sinal de saciedade no final da ingestão, devido a seu efeito hipoglicemiante. A

concentração de insulina no líquido cefalorraquidiano pode também regular a resposta do cérebro a outras substâncias que influenciam a saciedade, por exemplo, os polipeptídios intestinais (CASE et al., 1998).

Muito se especula quanto aos possíveis efeitos promotores de saciedade da fibra. Uma hipótese sobre seus mecanismos de ação inclui duas fases de atuação da fibra dietética. A primeira refere-se à fase inicial da alimentação, incluindo o tempo de mastigação e a distensão gástrica. Ambos estão relacionados à saciação. Por esta razão, as propriedades de textura e volume são características interessantes de aplicação das fibras, podendo aumentar a saciação. Além disto, as fibras reduzem a densidade energética do alimento consumido. Estes mecanismos têm relação com as propriedades físicas das fibras. Fibras de elevada viscosidade podem prolongar o tempo de esvaziamento gastrintestinal e a absorção e digestão de nutrientes (SLAVIN e GREEN, 2007). Na segunda, a saciação pode ser induzida pelas fases cefálica e gástrica, que estão relacionadas com o teor de fibra, densidade energética e palatabilidade do alimento. Já a característica de viscosidade de algumas fibras pode aumentar o efeito de saciedade através da fase intestinal, por exemplo, pelo retardo na absorção de gordura (BURTON-FREEMAN; 2000),

Estudos têm avaliado a utilização de diferentes quantidades e fontes de fibras e seus efeitos no controle da fome (JEWELL e TOLL, 1996; JEWELL et al., 2000; WEBER et al., 2007; PALUMBO, 2010) e na regulação da ingestão energética de cães. De modo geral, os autores averiguaram a redução do consumo de alimentos quando os cães foram desafiados com outras dietas ou quantificaram energia consumida dentro de um intervalo de tempo. No entanto, poucos efeitos positivos concretos foram descritos. JEWELL e TOLL (1996) relataram que o consumo de dieta com alta fibra bruta (21% na matéria natural), limitou o consumo de alimento, considerado efeito da saciação, bem como reduziu a ingestão de calorias, efeito saciedade. Um estudo com cães das raças poodle toy e schnauzer miniatura submetidos a duas dietas, uma com baixa fibra (12,32% de fibra insolúvel e 1,81% de fibra solúvel) e outra com alta fibra (26,37% de fibra insolúvel e 2,67% de fibra solúvel), não encontrou diferenças no consumo das dietas, mas houve redução na ingestão de energia (JACKSON et al. 1997).

O comportamento alimentar dos gatos, principal representante doméstico dos felinos, tem atraído o interesse dos pesquisadores há muitos anos (KANAREK, 1974; MUGFORD e THORN, 1980; THORN, 1982; BRADSHAW, 2006). Nos casos de alimentação *ad libitum*, um padrão alimentar caracterizado por numerosas refeições diárias, predominantemente noturnas, foi descrito (KANAREK, 1974; MUGFORD e THORN, 1980; THORN, 1982). No entanto, relatos de avaliações de dietas específicas e seus efeitos na saciedade e saciação de gatos, apesar de serem de grande importância, são escassos. Protocolos para estas avaliações precisam ser desenvolvidos e estabelecidos nesta espécie. Estas informações podem ter aplicação prática e auxiliar na modulação do consumo de alimentos, na escolha do manejo alimentar e do alimento mais adequado, de acordo com as necessidades dos gatos.

### **Trânsito de alimentos no trato gastrointestinal**

Tempo de retenção refere-se ao tempo médio no qual uma substância passa pelo trato gastrointestinal. Este é normalmente estimado pela inclusão no alimento ou pela administração por via oral de um marcador. O termo tempo de retenção é às vezes utilizado alternadamente como tempo de trânsito, porém o tempo de trânsito refere-se especificamente ao tempo de trânsito no trato gastrointestinal (LEWIS et al., 1994), enquanto o tempo de retenção leva em consideração, também, o tempo que as fezes levam para serem excretadas.

O tempo de trânsito gastrointestinal total de um alimento inclui a taxa de esvaziamento gástrico e os tempos de retenção no intestino delgado e no cólon (PEACHEY et al., 2000). O esvaziamento gástrico é o processo pelo qual o bolo alimentar é liberado para o intestino delgado de uma forma que otimize a absorção intestinal de seus nutrientes (WYSE, 2003), e é controlado especialmente pela parte distal do estômago (antro e piloro), onde ocorrem as contrações responsáveis por moer o alimento em pequenas partículas para que possam atravessar do esfíncter pilórico para o duodeno.

Uma das várias funções do intestino delgado são a digestão e absorção de nutrientes. A aceleração do tempo de trânsito do alimento no intestino delgado pode

levar à redução da sua digestibilidade e má absorção de nutrientes, enquanto o tempo de trânsito mais lento pode resultar em crescimento bacteriano (PROBERT et al., 1995)

Existe diferentes técnicas para avaliação do tempo de retenção e do tempo de trânsito nas diferentes frações do trato gastrointestinal. O método do cromo mordente à fibra como marcador (UDEN et al., 1980) foi aplicado com sucesso (FAHEY Jr et al., 1990a; FAHEY Jr et al., 1990b; FAHEY Jr et al., 1992) para determinar o impacto da adição de fibra dietética no trânsito do alimento. A excreção fecal de cromo é medida, para estimar a média do tempo de retenção. Uma abordagem semelhante foi utilizada em cães, no entanto, em substituição do cromo mordente à fibra, utilizaram-se esferas de plástico (HERNOT et al., 2005). Os cães foram tratados durante três dias consecutivos com 20 esferas de plástico. Em cada dia, foram utilizadas esferas de uma cor diferente. As esferas foram então recolhidas das fezes através de uma peneira e contadas. Em outro estudo, discos de polietileno foram, da mesma forma, utilizados para estimar o tempo médio de retenção em cães (CHERBUT e RUCKEBUSCH, 1985).

Para a avaliação do esvaziamento gástrico, são aplicadas técnicas como a cintilografia, onde as emissões gama são quantificadas a partir da administração de um radioisótopo; à radiografia contrastada, associada à marcadores radiopacos; e técnicas que utilizam isótopos estáveis, representados por  $^{13}\text{CO}_2$ , medido no ar expirado (HARMON, 2007). Estudos sobre esvaziamento gástrico e trânsito intestinal de alimentos têm sido realizados em cães e gatos, porém com menos frequência em gatos. Devido à escassez de estudos e a variabilidade entre as metodologias e resultados obtidos fica evidente a importância da realização de novas avaliações que definam melhor este tema em gatos, permitindo a correlação dos resultados obtidos com os relatados na literatura (WYSE, 2003).

### **Formação de novelos de pêlos (tricobezoares) em gatos**

A formação de novelos de pêlo, ou tricobezoares, em gatos surge como resultado da atividade de rotina de higiene, quando os gatos ingerem quantidades variáveis de pêlos ao se lamberem. Gatos podem passar até um terço do seu tempo de vigília praticando este hábito. Este volume de pêlos ingeridos pode não ser movidos

pelo peristaltismo e, assim, enreda-se na mucosa do estômago, eventualmente aglomerando-se em massas sólidas em partes do estômago ou intestino (DEBAKEY & OCHSNER, 1938). Gatos geralmente podem regurgitar os novelos de pêlo para facilitar sua eliminação. Às vezes o novelo de agregados de pêlos pode acumular-se e causar obstrução potencialmente grave.

Sinais clínicos destes novelos de pêlo incluem vômitos, anorexia e dor abdominal (KRUGNER-HIGBY et. al, 1996; KROL, et. al, 2001). Informações na literatura que apontem a prevalência e os fatores predisponentes para sua formação são praticamente inexistentes, no entanto, potenciais fatores de risco têm sido associados à sua formação em diferentes espécies. A origem dos novelos de pêlos em gatos pode estar associada à redução da motilidade intestinal durante os períodos de jejum (DEVOS, et. al., 1993), pêlos longos e ao consumo de pêlos durante lambedura (RYAN & WOLFER, 1978).

Sabe-se que tanto a quantidade de proteínas, como a de fibras dietéticas podem estar envolvidas na formação de novelos de pêlo (KRUGNER-HIGBY et al., 1996). Pêlos e novelos de pêlos foram encontrados em espécies como vacas e ovelhas que recebiam uma dieta pobre em fibras. Em coelhos, dentre os fatores de risco para a formação de novelos de pêlo foram citados a deficiente ingestão de fibra dietética, pêlos longos, deficiências nutricionais, tédio ou estresse (LEARY, 1984).

Sinais clínicos de novelos de pêlos em gatos, como vômito, mímicas de vômito e tosse, foram reduzidos após suplementação dos animais durante duas semanas com comprimido mastigável contendo *psyllium* e casca de olmo americano (*Ulmus fulva*), uma erva nativa do norte dos Estados Unidos com propriedades expectorante, emoliente, diurética e nutritiva (DANN et al., 2004). A importância do tipo de fibra (isto é, solúvel ou insolúvel), bem como o comprimento das mesmas, na formação de novelos de pêlo também foi levantada em ratos (KRUGNER-HIGBY et. al, 1996), porém até o momento não foi bem estabelecida para espécie felina.

## OBJETIVOS

Mediante o exposto, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da adição de duas fontes de fibra insolúvel, a fibra de cana de açúcar nas concentrações de 10 e 20% e a celulose na concentração de 10% em alimentos extrusados para gatos, sobre:

- os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, energia metabolizável das dietas e a qualidade e produção de fezes;
- o estímulo à saciedade e saciação;
- o tempo de retenção médio e tempo de trânsito do alimento no trato gastrintestinal;
- a formação de novelos de pêlos (tricobezoares).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHREN, B.; MANSSON, S.; GINGERICH R. L. et al. Regulation of plasma leptin in mice: Influence of age, high-fat diet and fasting. **American Journal of Physiology**, v.273, p.113-120, 1997.

ANFALPET – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO. Institucional. Disponível em: <[http://www.anfalcon.org.br/asp/anfal\\_interna.asp?ir=anfal\\_institucional.asp&cod\\_inst=4529](http://www.anfalcon.org.br/asp/anfal_interna.asp?ir=anfal_institucional.asp&cod_inst=4529)> Acesso em 06 de janeiro de 2012.

BARRY, K. A. B. J.; WOJCICKI, I. S.; MIDDELBOS, B. M.; et al. Dietary cellulose, fructooligosaccharides, and pectin modify fecal protein catabolites and microbial populations in adult cats. **Journal of Animal Science**, v.88, p. 2978-2987, 2010.

BENNETT N.; GRECO D. S.; PETERSON M.E. et al. Comparison of a low carbohydrate-low fiber diet and a moderate carbohydrate- high fiber diet in the management of feline diabetes mellitus. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v.8, p.73–84, 2006.

BISSOT T.; SERVET E.; VIDAL S. et al. Novel dietary strategies can improve the outcome of weight loss programmes in obese client-owned cats. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v.12, p.104-112, 2010.

BOSCH G.; VERBRUGGHE A.; HESTA M. et al. The effects of dietary fibre type on satiety-related hormones and voluntary food intake in dogs. **British Journal of Nutrition**, v.102, p.318-325, 2009.

BRADSHAW JW. The evolutionary basis for the feeding behaviour of domestic dogs (*Canis familiaris*) and cats (*Felis catus*). **The Journal of Nutrition**, v.136, p.1927S–1931S, 2006.

BRUNETTO, M. A. Perda de peso, indicadores do metabolismo de Carboidratos e produção de citocinas em cães. 2010. **Tese** (Doutorado em Medicina Veterinária) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2010.

BURKHALTER T.M.; MERCHEN N.R.; BAUER L. L. et al. The ratio of insoluble to soluble fiber components in soybean hulls affects ileal and total tract nutrient digestibilities and fecal characteristics of dogs. **The Journal of Nutrition**, v.131, p.1978–1985, 2001.

BURTON-FREEMAN, B. Dietary fiber and energy regulation. **The Journal of Nutrition**, v. 130, .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 of Veterinary Research.**, v.58, n.3, p.272-276, 1997.

BUTTERWICK RF, HAWTHORNE AJ. Advances in dietary management of obesity in dogs and cats. **The Journal of Nutrition**, v.128, p.2771S–5, 1998.

CALABRÒ S., CUTRIGNELLI M.I., BOVERA F., CARCIOFI A.C., TUDISCO R., GUGLIELMELLI A., PICCOLO G. In vitro evaluation of different fiber sources and potential prebiotics for dogs, 2008.

CARCIOFI, A.C. Emprego de fibras em alimentos para cães e gatos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 5, 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, p.95-108, 2005.

CASE L.P.; CAREY D.P.; HIRAKAWA D.A. Nutrição canina e felina. Manual para profissionais. Ed.Harcourt Brace, Madrid España. Desenvolvimento e tratamento da obesidade, cap. 24, p. 249, 1998.

CHERBUT,C.; RUCKEBUSCH,Y. The effect of indigestible particles on digestive transit time and colonic motility in dogs and pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 53, p. 549-557, 1985.

DANN, J. R.; ADLER, M. A.; DUFFY, K. L. A potential nutritional prophylactic for the reduction of feline hairball symptoms. **The Journal of Nutrition**, v.134, p. 2124S–2125S, 2004.

DE VOS, W. C. Migrating spike complex in the small intestine of the fasting cat. **American Journal of Physiology**, v. 265, p. G619–G627, 1993.

DEBAKEY, M.; OCHSNER, A. Bezoars and concretions. **Surgery**, v. 4, p. 934–963, 1938.

FAHEY, G. C. Jr.; MERCHEN, N. R.; CORBIN, J. E. et al. Dietary fiber for dogs: I. Effects of graded levels of dietary beet pulp on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time. **Journal of Animal Science**, v.68, p. 4221-4228, 1990.

FAHEY, G.C. Jr.; MERCHEN, N. R.; CORBIN, J. E. et al. Dietary fiber for dogs: II. Iso-total dietary fiber (TDF) additions of divergent fiber sources to dog diets and their effects on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time. **Journal of Animal Science**, v.68, n.12, p.4229-4235, 1990b.

FAHEY, G. C. Jr.; MERCHEN, N. R.; CORBIN, J. E. et al. Dietary fiber for dogs: III. Effects of beet pulp and oat fiber additions to dog diets on nutrient intake, digestibility,

metabolizable energy, and digesta mean retention time. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 1169-1174, 1992.

FEKETE, S. G.; HULLÁR, I.; ANDRÁSOF SZKY, E.; RIGÓ, Z.; BERKEÁNYI, T. Reduction of the energy density of cat foods by increasing their fibre content with a view to nutrients' digestibility. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 85, p. 200-204, 2001.

FISCHER, M. M. Efeito de diferentes fontes de fibra na digestibilidade de nutrientes, respostas metabólicas pós-prandiais e na saúde intestinal de gatos. 2011. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) Faculdade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2011.

GENEROSO, R. A. R. et al. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia** . v.37, n.7, p.1251-1256, 2008.

GERMAN, A. J. The growing problem of obesity in dogs and cats. **The Journal of Nutrition**, v.136, p.1940S–6S, 2006.

GRECCO D.; STABENFELDT G. H. Glândulas endócrinas e suas funções cap.33, p.324-350. In: Tratado de Fisiologia Veterinária. 2 ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil, 1999.

HARMON, D. L. Experimental approaches to study the nutritional value of food Ingredients for dogs and cats. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, *suplemento especial*, p.251-262, 2007.

HERNOT, D.C.; BIOURGE, V.C.; MARTIN, L.J. et al. Relationship between total transit time and faecal quality in adult dogs differing in body size. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berlin)**, v. 89, p. 189-193, 2005.

HESTA, M., ROOSEN, W., JANSSENS, G. P .J., MILLET, S., DE WILDE, R. Prebiotics affect nutrient digestibility but not faecal ammonia in dogs fed increased dietary protein levels. **British Journal of Nutrition**, v. 90, p. 1007–1014, 2003.

HILL R. C., BURROWS C. F., ELLISON G. W. et al. The effect of texturized vegetable protein from soy on nutrient digestibility compared to beef in cannulated dogs. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 2162–2171, 2000.

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. Effects of fiber on food intake in dogs. **Veterinary Clinical Nutrition**, v. 3, n. 4, p. 115-118, 1996.

JEWELL D. E.; TOLL, P. W.; NOVOTNY, B. J. Satiety Reduces Adiposity in Dogs. **Veterinary Therapeutics**, v.1 n.1, p. 17-23, 2000.

JEWELL D. E.; TOLL, P. W.; AZAIN, M. J. et al. Fiber But Not Conjugated Linoleic Acid Influences Adiposity in Dogs. **Veterinary Therapeutics**, v. 7, n. 2, p. 78-85, 2006.

KANAREK, R. B. Availability and caloric density of the diet as determinants of meal patterns in cats. **Physiology & Behavior**, v. 15, p. 611-618, 1974.

KROL, C. M., KAROL, I., KHALIL, H. et al. Small-bowel obstruction due to migratory trichobezoar in a child: CT diagnosis. **American Journal of Roentgenology**, v. 177, p. 255–256, 2001.

KRUGNER-HIGBY, L., WOLDEN-HANSON, T., GENDRON, A. et al. High prevalence of gastric trichobezoars (hair balls) in Wistar-Kyoto rats fed a semi-purified diet. **Laboratory Animal Science**, v. 46, p. 635–639, 1996.

LEARY, S. L., MANNING, P. J. & ANDERSON, L. C. Experimental and naturally occurring gastric foreign bodies in laboratory rabbits. **Laboratory Animal Science**, v. 34, p. 58–61, 1984.

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

MOURÃO D. M. Influência de alimentos líquidos e sólidos na saciação e na saciedade. 2007. **Tese** (Doutorado em Ciência e tecnologia de alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MUGFORD, R. A.; THORNE, C. Comparative studies of meal patterns in pet and laboratory housed dogs and cats. In: Nutrition of the Dog and Cat. (R. S. Anderson, ed.). pp. 3-14. Pergamon Press, New York, 1980.

NELSON, R. W.; SCOTT-MONCRIEFF, J. C.; FELDMAN, E. C. et al. Effect of dietary insoluble fiber on control of glycemia in cats with naturally acquired diabetes mellitus. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 216, p. 1082–1088, 2000.

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

PALUMBO G.R; TORTOLA L.; PINTO M.V.P. et al. Efeito da ingestão de amido e fibra na resposta glicêmica de cães não obesos. In: I Congresso Internacional e VII Simpósio

de Nutrição de Animais de Estimação, 2009, Campinas. Anais...Campinas: S, 2009, p. 175-176.

PAPAS T.N; MELENDEZ R.L.; DEBAS H.T. Gastric distention is a physiologic satiety signal in the dogs. **Digestive Disease and Science**, v. 34, p.1489-1493, 1989.

PEACHEY, S. E.; DAWSON, J. M.; HARPER, E. J. Gastrointestinal transit times in young and old cats. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 126, p. 85-90, 2000.

PINTO, M. V. P. Utilização digestiva de dietas com diferentes fontes de fibras e determinação de curvas glicêmicas em cães adultos. 2007. **Dissertação** (Mestre em Zootecnia) Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

PROBERT, C.S.J., EMMETT, P.M., HEATON, K.W., 1995. Some determinants of whole-gut transit time: a population based study. **QJM: An International Journal of Medicine**, v. 88, p. 311–315, 1995.

REINHART, G. D.; SUNVOLD, G. D. In vitro fermentation as a predictor of fiber utilization. In: RECENT advances in canine and feline nutritional research; IAMS INTERNATIONAL NUTRITION SYMPOSIUM, 1996, Ohio. Proceedings... Wilmington, Ohio; Orange Frazer, 1996. p.15-24

ROCHA, M. A. Biotecnologia na nutrição de cães e gatos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p. 42-48, 2008.

RYAN, C. P. & WOLFER, J. J. Recurrent trichobezoar in a cat. **Vet. Med. Small Anim. Clin**, v. 73, p. 891–893, 1978.

SLAVIN J., GREEN H. Dietary fibre and satiety. **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**. v.32 p- 32-42, 2007.

SUNVOLD, G.D.; FAHEY JR., G.C.; MERCHEN, N.R. et al. In vitro fermentation of selected fibrous substrates by dog and cat fecal inoculum: Influence of diet composition on substrate organic matter disappearance and short-chain fatty acid production. **Journal of Animal Science**, v.73, p.1110-1122, 1995.

SWANSON, K.S.; GRIESHOP, C.M.; FLICKINGER, E.A. et al. Fructooligosaccharides and *Lactobacillus acidophilus* modify gut microbial populations, total tract nutrient digestibilities and fecal protein catabolite concentrations in healthy adult dogs. **The Journal of Nutrition**, v.132, p.3721-3731, 2002.

SCHWARTZ M W; WOODS S.C.; PORTE D.J. et al. Central nervous system control food intake. **Nature**, v. 404, p. 661-671, 2000.

THORNE CJ. Feeding behaviour in the cat—recent advances. **Journal of Small Animal Practice**, v. 23, p. 555–562, 1982.

UDEN, P.; COLUCCI, P.E.; VAN SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **J Sci Food Agric**, v. 31, p. 625–632, 1980.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR (UNICA). Produção de Cana-de-Açúcar no Brasil. Disponível em: <http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>. Acesso em 12 de Janeiro de 2012.

VASCONCELLOS, R. S. Influência do teor protéico da dieta hipocalóricas e a influência do sexo sobre a perda e posterior manutenção do peso em gatos obesos 2008. **Tese** (Doutorado em Medicina Veterinária) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2008.

VELOSO JUNIOR, R. R. Nível de fibra e tipo de processamento na digestibilidade, ingestão e parâmetros bioquímicos da arara canindé (*Ara ararauna* L. - aves, psittacidae). 2011. **Tese** (Doutorado Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2011.

WEBER M; BISSOT T; SERVET, E et al. High protein and high fiber diet designed for weight loss improves satiety in dogs. **Journal Veterinary Internal Medicine**, v.21, p. 1203-1208, 2007.

WYSE, C. A.; MCLELLAN, J.; DICKIE, A. M. et al. A Review of Methods for Assessment of the Rate of Gastric Emptying in the Dog and Cat: 1898–2002. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 17, p.609–621, 2003.

## **CAPÍTULO 2 – EFEITO DA INCLUSÃO DE FIBRA INSOLÚVEL EM DIETAS PARA GATOS SOBRE A DIGESTIBILIDADE, TEMPO DE RETENÇÃO, COMPORTAMENTO ALIMENTAR E PREVENÇÃO DA FORMAÇÃO DE NOVELOS DE PÊLOS**

**RESUMO** – O experimento foi realizado em dois blocos casualizados de 16 gatos (2 períodos x 4 dietas x 4 repetições por período) totalizando oito repetições por tratamento. Os animais receberam uma de quatro dietas: controle; dieta com 10% de fibra de cana; dieta com 20% de fibra de cana e dieta com 10% de celulose. Para cada dieta, foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes e a energia metabolizável (EM). Este ensaio foi composto por sete dias de adaptação e sete de coleta total de fezes e urina. Nos dias 18<sup>o</sup>, 19<sup>o</sup> e 20<sup>o</sup> de cada bloco, foi determinado o tempo de retenção gastrointestinal das dietas pelos gatos, através da administração por via oral de marcadores radiopacos. Nos dias 21<sup>o</sup> e 37<sup>o</sup>, e 22<sup>o</sup> e 38<sup>o</sup> de experimento, foram verificados o padrão alimentar e saciedade dos gatos, respectivamente. Durante quatro momentos do experimento, foram coletados durante três dias, fezes dos animais para quantificação dos novelos de pêlos. Todos os resultados obtidos foram avaliados por meio de contrastes, exceto os resultados do padrão alimentar que foi avaliado considerando medidas repetidas no tempo, ambos à 5% de probabilidade. Com exceção do amido, observou-se que a inclusão de fibra de cana ocasionou redução linear dos CDA de todos os nutrientes e da EM ( $p < 0,05$ ). O tratamento com celulose foi semelhante ao tratamento com fibra de cana, exceto para os CDA do extrato etéreo hidrólise ácida ( $p = 0,029$ ) e da fibra dietética total ( $p < 0,01$ ). A produção de fezes, número de defecações e peso médio da defecação aumentaram com a inclusão da fibra de cana ( $p < 0,05$ ), sendo que, para estas variáveis, os tratamentos com fibra de cana e celulose não diferiram ( $p > 0,05$ ). O tempo de retenção do alimento não se alterou com as inclusões de fibra de cana e foi reduzido pela inclusão de celulose ( $p = 0,032$ ). Os gatos apresentaram semelhante ingestão de EM ( $p > 0,05$ ), independente da dieta. A inclusão de fibra na dieta não inibiu o consumo de alimentos pelos animais e evitou a formação de tricobezoares em gatos.

**Palavras-chave:** alimento funcional; celulose; felinos; saciedade; tricobezoares.

## INTRODUÇÃO

Pelo motivo dos felinos serem classificados como animais carnívoros estritos e, portanto, apresentarem elevada necessidade de aminoácidos, a fibra representa uma pequena parte de sua dieta natural. Contudo, estudos demonstraram que a fibra pode representar importante nutriente de dietas para gatos domésticos, quando se considera os quesitos saúde à longo prazo, funcionamento gastrointestinal e bem-estar animal (SUNVOLD et al., 2006).

Gatos precisam de pequenas quantidades de componentes indigestíveis no alimento para regular o peristaltismo intestinal. Grandes quantidades são utilizadas para reduzir a energia digestível dos alimentos (KIENZLE, et al., 2006). Por diluir a energia da dieta, o uso de fibra é uma solução atrativa quando se deseja prevenir o ganho de peso (JEWELL et al., 2000). Além disso, acredita-se que a fibra possui propriedades que favorecem a manutenção do peso por meio da regulação do apetite (LAFLAMME, 2006), interferência mecânica simples e complexa interação hormonal (ROSSNER, 1992), determinadas pela natureza e tipo de fibra do alimento (BLUNDELL e BURLEY, 1987). No entanto, efeitos colaterais podem ser observados em animais após consumo de dietas com alta fibra, como constipação, diarreia, produção excessiva de fezes e redução acentuada da digestibilidade dos nutrientes (SUNVOLD et al., 2006; FISCHER, 2011).

As fibras insolúveis apresentam reduzido estímulo à atividade fermentativa no intestino grosso, o que minimiza efeitos indesejáveis que fibras de elevada fermentabilidade podem acarretar, como diarreia e flatulência. Modulação do trânsito gastrointestinal e do consumo de alimentos também são características constantemente atribuídas às fibras. Contudo, estudos atuais que avaliem os efeitos fisiológicos da suplementação de fibras em dietas para gatos são escassos, muitas informações estabelecidas em outras espécies são aplicadas sem comprovação científica na nutrição destes animais.

Neste estudo, foram verificados fatores como aceitabilidade, digestibilidade e tempo de retenção de dietas extrusadas para gatos, suplementadas com dois níveis de fibras e também, seus efeitos secundários, como qualidade e produtividade fecais e

prevenção da formação de bolas de pêlos. O comportamento alimentar e saciedade dos gatos alimentados com essas dietas também foram verificados. Adicionalmente, foram avaliados os mesmo fatores supracitados, em gatos alimentados com dieta suplementada com celulose, fonte de fibra rotineiramente utilizada na indústria “petfood”.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada”, pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCAV/Unesp), Câmpus de Jaboticabal. Todos os procedimentos experimentais foram previamente aprovados pela Comissão de Ética e Bem-estar Animal (CEBEA) desta mesma instituição (Protocolo nº20.481/10).

### ***Animais***

Foram utilizados 32 gatos adultos sem raça definida, com idade média de  $6\pm 1,2$  anos, peso corporal médio de  $4,2\pm 0,13$  kg, escore de condição corporal médio  $5,6\pm 0,7$  (LAFLAMME et al., 1997), castrados, sendo 15 machos e 17 fêmeas. Todos os gatos estavam clinicamente sadios, desverminados e vacinados, sendo provenientes do gatil experimental do referido laboratório.

### ***Dietas e delineamento experimental***

Foram formulados quatro alimentos, uma ração controle (CO-0%) e três rações experimentais com as inclusões de fibra de cana nas dosagens de 10% (FC-10%) e 20% (FC-20%) e de celulose na dosagem de 10% (CEL-10%). A inclusão das fontes de fibra ocorreu em substituição ao milho. As inclusões de glúten de milho com 60% de proteína e do óleo de vísceras de frango variaram de modo a tornar as dietas com teores semelhantes de proteína e gordura. As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações nutricionais para gatos em manutenção da European Pet Food Industry Federation (FEDIAF, 2011). A fórmula e composição química das rações estão apresentadas na Tabela 1.

O experimento foi realizado em dois blocos de 16 gatos. O fator de bloco foi considerado o período. Em cada ração e bloco os gatos foram distribuídos de acordo com o peso, sexo e tipo de pelagem (curta ou longa). Cada bloco (período) incluiu 4

gatos por tratamento, totalizando 8 gatos por ração e teve duração de 42 dias, assim distribuídos: dias -2 a 0 para quantificação da formação de tricobezoares, dias 1 a 14 para o ensaio de digestibilidade; dias 15 à 17 para quantificação de tricobezoares; dias 18 à 20 para a determinação dos tempos de retenção das dietas; dia 21 determinação do padrão alimentar dos gatos; dia 22 para avaliação da saciedade; dias 25 à 27 para quantificação de tricobezoares; dia 37 para determinação do padrão alimentar; dia 38 para avaliação da saciedade e dias 40 à 42 para quantificação dos tricobezoares.

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, e das 8h00 às 16h00 (8 horas consecutivas) soltos em gatil coletivo com 50m<sup>2</sup> para prática de exercício e socialização. Para controlar a ingestão alimentar e o fornecimento das respectivas dietas de cada grupo, 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 por (kg de Peso corporal)<sup>0,67</sup> por dia (NRC, 2006). O alimento fornecido era pesado e disponibilizado às 16h00, às 8h00 do dia seguinte e na sequência 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 o 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, respectivamente.

**Tabela 1.** Fórmula (%) e composição química analisada (%) das dietas experimentais.

<b>Ingredientes</b>	<b>CO-0%</b>	<b>CEL-10%</b>	<b>FC-10%</b>	<b>FC-20%</b>
Celulose <sup>1</sup>	0,00	10,00	0,00	0,00
Fibra de cana <sup>2</sup>	0,00	0,00	10,00	20,00
Quirera de arroz	15,00	15,00	15,00	15,00
Milho grão	33,70	21,66	22,38	11,06
Farinha de vísceras frango	28,00	28,00	28,00	28,00
Glúten de milho 60	11,79	13,37	12,76	13,73
Gordura de aves	6,58	7,01	6,89	7,20
Palatabilizante em pó	0,50	0,50	0,50	0,50
Palatabilizante líquido	2,00	2,00	2,00	2,00
Cloreto potássio	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50
Cloreto de colina	0,12	0,12	0,12	0,12
Calcario	0,10	0,11	0,11	0,12
Premix mineral e vitamínico <sup>3</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00
Antifúngico <sup>4</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante <sup>5</sup>	0,04	0,04	0,04	0,04
Lisina	0,07	0,09	0,09	0,12
<b>Composição química analisada das dietas na matéria natural<sup>6</sup></b>				
Umidade (%)	5,78	5,20	5,40	4,69
Proteína bruta (%)	32,16	32,78	31,93	30,63
Extrato etéreo ácido (%)	11,85	12,26	11,87	11,94
Amido (%)	37,70	30,28	29,64	23,47
Fibra bruta (%)	1,44	8,29	6,11	11,74
Fibra dietética total (%)	13,01	19,91	20,82	27,09
Matéria mineral (%)	8,48	7,24	8,33	8,31
Energia Bruta (kcal/kg)	4793	4834	4838	4856
Cálcio (%)	1,40	1,18	1,32	1,31
Fósforo total (%)	1,02	0,92	1,09	0,97
Densidade (g/L)	350,0	362,5	353,3	373,3
Força de cisalhamento (kgf)	1737	3092	2572	3060
Índice de gelatinização do amido (%)	95,41	96,46	95,78	96,15

Sigla dos tratamentos – CO-0%: controle; CEL-10%: celulose 10%; FC-10%: fibra de cana 10%; FC-20%: fibra de cana 20%.

1 – Celulose, Minérios Ouro Branco Ltda, São Paulo, SP, Brasil, Diâmetro geométrico médio=112±1,7microns

2 – Vit2be, Dilumix, Leme, SP, Brasil, Diâmetro geométrico médio=188±1,8microns

3- Adição por quilograma de produto: Ferro 100mg, Cobre 10mg, Manganês 10mg, Zinco 150mg, Iodo 2mg, Selênio 0,3mg, Vitamina A 18000UI, Vit. D 1200UI, Vit. E 200UI, Tiamina 6mg,

Riboflavina 10mg, Ácido pantotênico 40mg, Niacina 60mg, Piroxidina 6mg, Ácido fólico 0,30mg, Vit. B12 0,1mg, Taurina 1,2g.

4- Antifúngico (Mold Zap): propionato de amônio, propanodiol, ácido propiônico, ácido acético, ácido láctico, ácido ascórbico, ácido fórmico, sorbato de potássio, veículo q.s.p - Alltech do Brasil Agro. Ltda, Curitiba, PR, Brasil.

5- Antioxidante (Banox): BHA, BHT, galato de propila e carbonato de cálcio - Alltech do Brasil Agro. Ltda, Curitiba, PR, Brasil.

6- N=2; CV<5%.

As rações foram moídas em moinho de martelos (Modelo 4, D'Andrea, Limeira, São Paulo) com peneira com tela de 0,8 mm 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 no intervalo entre 340 a 380 g/L. Após o processamento das rações, amostras foram enviadas ao LABTEC (Mogiana Alimentos S.A., Campinas, SP) para determinação do índice de gelatinização do amido, seguindo as metodologias da AOAC (1995).

### ***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, sem coleta de 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. Fezes foram recolhidas duas vezes ao dia, pesadas e congeladas (-15° C).

Ao final do período de colheita, as fezes 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, Brasil) a 55°C por 72h.

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 e fezes foi determinado 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 os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, matéria orgânica, extrato etéreo em hidrólise ácida, fibra dietética total e amido. A energia metabolizável foi calculada considerando os valores de energia digestiva e proteína digestível das dietas. 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:

1ª MS = matéria seca a 55 °C das fezes *in natura*;

2ª 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. Consideram-se normais os valores entre 3 e 4.

### ***Determinação do padrão alimentar e saciedade***

Esta etapa da pesquisa teve por objetivo conhecer a possível influência das fontes e níveis de fibras em estudo sobre o padrão de consumo voluntário de alimentos e a saciedade dos gatos. Nos dias 21 e 37 de cada bloco o consumo de alimentos foi verificado a intervalos de duas horas, totalizando 8 períodos de avaliação. Nesses dias, das 16:00 horas às 8:00 horas 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=21º dia e 2=37º dia) teve como objetivo verificar se o consumo de fibra à longo prazo 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 peso corporal)<sup>0,67</sup>.

A verificação da saciedade foi feita nos dias 22 e 38 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 às 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, limitando ou estimulando 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.

### ***Determinação do tempo de retenção das dietas no trato gastrintestinal***

A avaliação do tempo de retenção dos alimentos no trato gastrintestinal dos gatos foi realizada segundo a metodologia descrita por BURROWS et. al (1982). Durante o período de quatro dias os gatos foram restritos às gaiolas metabólicas individuais para que fosse feita a coleta total de fezes e registrados os momentos das defecações. No 18º, 19º e 20º dias dentro do período de cada bloco os animais continuaram a receber as respectivas dietas, porém, durante esses três dias, depois da oferta do alimento e logo após ser observada a primeira ingestão, foram administradas cápsulas de gelatina contendo cada uma 12 marcadores radiopacos de policloreto de vinila (PVC) impregnados com sulfato de bário (SITZMARKS, Konsyl Pharmaceuticals Inc., Fort Worth, Texas USA), cujo diâmetro de cada marcador era de aproximadamente 4,5mm. A cada dia a forma dos marcadores foi modificada, permitindo assim a realização em triplicata desta avaliação e a diferenciação dos marcadores de cada dia. Os momentos de fornecimento das cápsulas com os marcadores foram registrados e as gaiolas observadas a cada duas horas, durante as 24h do dia, para se verificar a presença de fezes. Todas as fezes produzidas pelos gatos foram quantitativamente recolhidas e o momento de coleta, ou o tempo exato da excreção, quando observado, foi registrado. Nos casos em que o momento exato da defecação não pode ser verificado, foi estimado o tempo médio, que foi o intervalo exato entre o período de duas horas das observações. As fezes coletadas foram radiografadas e os marcadores presentes quantificados. Este procedimento foi repetido para todas as fezes, até que todos os marcadores fossem recuperados.

O tempo de retenção do alimento foi computado como sendo o intervalo (em

horas) entre o momento de ingestão do alimento com a cápsula até o momento da defecação contendo o último marcador recuperado. Este foi determinado três vezes consecutivas, referentes aos três formatos de marcadores administrados. O tempo de retenção médio do alimento (TRM) foi então estabelecido pela média aritmética das três tomadas realizadas. Também foi calculada a taxa de recuperação dos marcadores nas fezes, pela seguinte equação:

$$\text{Taxa de Recuperação (\%)} = \frac{\text{Número de marcadores recuperados nas fezes}}{\text{Número de marcadores ingeridos}} \times 100$$

Foi estabelecida uma taxa de recuperação mínima de 90% para a validação dos dados.

### ***Quantificação da formação de tricobezoares***

Na literatura consultada não foram localizados protocolos de quantificação da formação de bola de pêlos em gatos. Assim, foi desenvolvida avaliação baseando-se nas características observadas das fezes dos animais, durante sua manipulação. Para este teste, os animais foram avaliados em quatro momentos ao longo do estudo: antes do início de fornecimento das rações experimentais (dias -2 a 0), quando os gatos estavam recebendo o alimento habitual do laboratório; dos dias 15 ao 17, dos dias 25 ao 27 e dos dias 40 ao 42 de cada bloco. Durante estes períodos, os gatos ficaram restritos às gaiolas de metabolismo e as fezes foram recolhidas quantitativamente das gaiolas sempre que presentes, pesadas e armazenadas em freezer (-20°C), compondo uma amostra por animal, bloco e momento de avaliação.

Ao término do ensaio as fezes foram descongeladas e pesadas. Uma amostra foi obtida para a determinação da matéria seca a 105°C por 48h e o restante foi lavado em água corrente. Para isto as fezes foram colocadas em peneiras plásticas com 20cm de diâmetro e furos de 0,8mm, e expostas a água corrente, até que todo o material fecal tivesse se liquefeito e passado pela peneira, ficando retidos apenas os tricobezoares.

Os tricobezoares coletados foram então secos em estufa de ventilação forçada (Fanem, São Paulo, SP, Brasil) a 55°C por 24h e lavados com uma mistura 1:1 (v:v) de éter de petróleo e éter etílico até que todo o material aderido aos pêlos tivesse sido retirado. Na seqüência os tricobezoares foram pesados, classificados em pequenos (menor de 1 cm), médios (entre 1 e 2 cm) e grandes (maiores do que 2 cm) e contados. Os resultados obtidos foram indexados em relação a mg de tricobezoares/g de matéria seca fecal, gramas de tricobezoares/gato/dia, número de tricobezoares (total, pequenos, médios e grandes)/gato/dia, peso médio dos tricobezoares/dia.

### **Análise Estatística**

O experimento seguiu delineamento em blocos casualizados no tempo (2 blocos x 4 tratamentos x 4 animais), totalizando 32 gatos no estudo e 8 repetições por tratamento. 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, tempo de retenção e saciedade foram submetidos à análise de variância. O modelo empregado considerou os efeitos de bloco e tratamento. Quando diferenças foram verificadas pelo teste F, as médias foram comparadas por meio de contrastes polinomiais (para avaliação dos teores de inclusão de fibra de cana) e ortogonais prestabelecidos. Para a avaliação do padrão alimentar e quantificação de tricobezoares, foi realizada 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  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de densidade e índice de gelatinização do amido das dietas experimentais foram próximos (Tabela 1). Isto permitiu constatar que o cozimento durante a extrusão das mesmas foi adequado e homogêneo, o que torna improvável qualquer interferência de fatores relacionados ao processamento das dietas nos resultados obtidos. Os alimentos foram adequadamente consumidos pelos gatos e durante os 42 dias de experimento, não houve episódios de rejeição alimentar ou vômitos. Nenhum animal apresentou reação adversa ao consumir as dietas suplementadas com fibra, em nenhum dos teores de inclusão do ingrediente. O peso corporal dos gatos não variou ao longo do estudo, para nenhuma das dietas em avaliação ( $p > 0,05$ ), como pode ser observado na Tabela 2. Na média dos 42 dias de observação, verificou-se aumento linear do consumo de matéria seca pelos gatos mediante inclusão de fibra ( $p = 0,015$ ), mantendo-se constante a ingestão de energia metabolizável entre as dietas ( $p = 0,444$ ). Isto demonstra que os gatos foram aptos a consumir alimentos com grande variação nos teores de fibra e energia, o que aumentou o consumo de matéria seca e equilibrou o peso corporal. Deve-se considerar na interpretação destes dados que os gatos foram alimentados para manterem o peso corporal constante, todavia os ajustes eram realizados para evitar que os animais aumentassem o peso corporal. Nenhuma estratégia foi adotada para aumentar a ingestão de matéria seca, que ocorreu normalmente como resposta fisiológica dos gatos para manterem a ingestão de EM e o peso corporal constantes.

**Tabela 2.** Peso corporal inicial e final e consumo de matéria seca e energia metabolizável (EM) dos gatos alimentados com as dietas experimentais empregadas no presente estudo.

Item	Dietas <sup>1</sup>				EPM <sup>2</sup>	CV <sup>3</sup> (%)	Contrastes (valor p)		
	CO-0%	FC-10%	FC-20%	CEL-10%			Linear <sup>4</sup>	Quadrático <sup>5</sup>	Ortogonal <sup>6</sup>
<b>Peso corporal (kg)</b>									
Inicial	4,39	4,03	4,41	4,11	0,122	16,88	ns	ns	ns
Final	4,39	4,04	4,35	4,15	0,110	15,22	ns	ns	ns
Diferença inicial e final, p=0,622									
<b>Consumo (média dos 42 dias)</b>									
MS, g/(kg Peso corpora) <sup>0,67</sup> /dia	20,17	21,21	26,04	24,51	1,45	19,80	0,015	ns	ns
EM, kcal/(kg Peso corporal) <sup>0,67</sup> /dia	80,26	75,73	80,20	89,02	5,77	19,37	ns	ns	ns

<sup>1</sup>CO-0%: Controle, sem inclusão de fibra; FC-10%:suplementada com 10% de fibra de cana; FC-20%: suplementada com 20% de fibra de cana; CEL-10%:suplementada com 10% de celulose;

<sup>2</sup>EPM – Erro padrão da média, n=8 gatos por dieta;

<sup>3</sup>CV- Coeficiente de variação;

<sup>4</sup>Efeito linear da inclusão de fibra de cana;

<sup>5</sup>Efeito quadrático da inclusão de fibra de cana;

<sup>6</sup>Contraste ortogonal (CEL-10% *versus* CO-0% + FC-10% + FC-20%);

ns = não significativo à 5% de probabilidade.

Estudos anteriores demonstraram redução da ingestão de energia pelos gatos mediante diluição da dieta, com conseqüente perda de peso. No entanto, estes apresentam problemas metodológicos que limitam o uso das informações obtidas. HIRSCH (1976) empregou dieta para gatos moída (na forma física de pó) e caulim como inerte para diluição das dietas, fatores que podem ter prejudicado o consumo das dietas experimentais, e assim afetar o consumo de energia. No estudo de KANAREK (1974) não são fornecidas informações completas sobre a composição das dietas e o método utilizado para a diluição da energia, além deste ter empregado apenas dois gatos por tratamento, o que acaba sendo muito subjetivo, de difícil interpretação.

A dieta natural dos carnívoros é nutricionalmente equilibrada e de alto valor energético e elevada biodisponibilidade, diferente do que ocorre com dietas de herbívoros (HIRSCH, 1974). Animais carnívoros que enfrentam muita competição intra e interespecífica por comida podem, não só consumir grandes quantidades em uma única refeição, mas também podem comer em curto período de tempo, para prevenir o roubo por outros animais. Desta forma, carnívoros demonstram que possuem sistema digestório relativamente simples, mas que são capazes de acondicionar grandes quantidades de alimentos num curto período de tempo (OWENS, 1968; PETERSON, 1971).

Estas informações favorecem a hipótese de que, sendo pouco sensíveis a limitação física de seu sistema digestório, os gatos são capazes de aumentar a quantidade de alimento ingerido em função da adaptação à menores teores de energia metabolizável. As condições do estudo atual, que utilizou dietas adequadamente extrusadas e balanceadas, com fontes de fibra (diluidoras da energia) previamente aceitas pelos gatos em outros estudos (CHANDLER et al., 1999; FEKETE et al., 2004; PROLA et al., 2009; FISCHER 2011), podem ter favorecido o consumo das dietas, diferente do observado nos estudos de KANAREK (1974) e HIRSCH (1976).

Em estudo mais recente, PROLA et al. (2006) verificou redução do consumo de energia em resposta à inclusão de celulose na dieta. As dietas diluídas foram obtidas pela inclusão de 2,0; 4,0; e 6,0% de celulose em dieta úmida. A celulose foi diluída em água, antes de ser incluída na dieta (foi adicionado 5,0% de água a cada 2,0% de

celulose a ser incluída, considerando os pesos na MN). Gatos que receberam dieta com 6,0% de celulose (15% água), não aumentaram o consumo de MS em quantidade suficiente para atender sua necessidade energética diária. Contudo, ocorreu um confundimento ao atribuir somente a fibra este efeito inibidor do consumo de energia. Este pode ter sido ocasionado pelo próprio volume de dieta que os animais precisariam consumir (aproximadamente 380mL) diariamente, para atender sua exigência de energia, nas 6 horas em que o alimento permaneceu disponível diariamente. O estômago dos gatos tem capacidade absoluta média de aproximadamente 340 mL (DUKES, 1977). Considerando esta mesma unidade, os animais que receberam a dieta com 20% de fibra de cana neste estudo, consumiam diariamente 176 mL de ração para suprir suas exigências de energia, menos da metade do volume que era necessário no estudo supracitado.

Estudo demonstrou que os gatos adaptaram seu consumo de energia de acordo com a densidade energética da dieta no período de 7-10 dias (KANE et. al., 1980). O consumo das dietas no estudo de PROLA et. al. (2006), foi avaliado num período mais curto, de apenas quatro dias, em comparação aos 42 dias estabelecidos neste estudo. Este intervalo de tempo talvez, tenha sido insuficiente para os animais ajustarem seu consumo, ou então, para ativar mecanismos de ingestão de alimentos que requerem mais tempo, como adaptações anatômicas.

Outro estudo também demonstrou que os gatos são capazes de ajustar razoavelmente bem o consumo de diferentes dietas de boa palatabilidade, com variação da densidade energética (80-350 kcal/ 100g) e no teor de umidade, o que resultou em consumo de energia constante, num período de 24 horas (THORNE, 1982).

Informações pertinentes à ingestão de nutrientes e os efeitos da inclusão de fibra de cana e celulose sobre os coeficientes de digestibilidade aparente e energia metabolizável das dietas estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Ingestão de nutrientes pelos gatos, coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes e energia metabolizável das dietas experimentais empregadas no presente estudo.

Item	Dietas <sup>1</sup>				EPM <sup>2</sup> CV <sup>3</sup> (%)			Contrastes (valor p)		
	CO-0%	FC-10%	FC-20%	CEL-10%				Linear <sup>4</sup>	Quadrático <sup>5</sup>	Ortogonal <sup>6</sup>
<b>Ingestão (gramas por gato por dia)</b>										
Matéria Seca	56,2	58,7	72,6	65,1	2,30	19,2	0,013	ns	ns	ns
Matéria Orgânica	48,2	50,7	63,2	56,1	2,05	19,5	0,010	ns	ns	ns
Proteína Bruta	18,1	18,8	22,2	21,0	0,72	19,5	ns	ns	ns	ns
Extrato Etéreo ácido	6,7	7,0	8,7	8,0	0,28	19,5	0,009	ns	ns	ns
Fibra Dietética Total	7,8	13,0	21,2	13,7	0,97	19,6	<0,001	ns	ns	ns
Amido	21,2	17,4	17,0	19,7	0,71	20,2	ns	ns	ns	ns
<b>Coeficientes de digestibilidade aparente (%)</b>										
Matéria Seca	82,8	73,1	62,2	73,6	1,41	3,6	<0,001	ns	ns	ns
Matéria Orgânica	86,3	76,2	64,9	76,2	1,44	3,0	<0,001	ns	ns	ns
Proteína Bruta	84,0	81,9	79,0	83,1	0,64	3,9	0,005	ns	ns	ns
Extrato Etéreo hidrólise ácida	86,8	83,4	78,0	85,9	0,83	3,6	<0,001	ns	ns	0,029
Fibra Dietética Total	64,5	44,4	28,3	33,7	2,62	10,8	<0,001	ns	ns	<0,001
Amido	99,5	99,2	99,6	99,1	0,06	0,3	ns	ns	ns	ns
Energia Bruta	84,9	75,8	65,7	77,4	1,30	3,6	<0,001	ns	ns	ns
Energia Metabolizável (kcal/g MS)	3,98	3,57	3,09	3,64	0,06	3,87	<0,001	ns	ns	ns

<sup>1</sup>CO-0%: Controle, sem inclusão de fibra; FC-10%:suplementada com 10% de fibra de cana; FC-20%: suplementada com 20% de fibra de cana;

CEL-10%:suplementada com 10% de celulose;

<sup>2</sup>EPM – Erro padrão da média, n=8 gatos por dieta;

<sup>3</sup>CV- Coeficiente de variação;

<sup>4</sup>Efeito linear da inclusão de fibra de cana;

<sup>5</sup>Efeito quadrático da inclusão de fibra de cana;

<sup>6</sup>Contraste ortogonal (CEL-10% versus CO-0% + FC-10% + FC-20%);

ns = não significativo à 5% de probabilidade.

Foram verificadas diferenças ( $p < 0,05$ ) na ingestão de matéria seca, matéria orgânica, gordura e fibra dietética total pelos gatos, com aumento linear mediante a inclusão de fibra de cana. Estas ocorreram devido à diferença no teor de energia metabolizável das dietas, decorrentes da suplementação com fibras. Como os gatos foram alimentados para manterem o peso corporal constante durante o experimento, nas dietas suplementadas com fibra houve maior ingestão de matéria seca para manter constante a ingestão de energia metabolizável. Os coeficientes de digestibilidade aparente podem sofrer influência da quantidade de nutrientes consumidos, sendo desejável que durante o ensaio de digestibilidade o consumo permaneça semelhante entre tratamentos. Maiores consumos, como os verificados com a adição de fibra, podem diluir as perdas obrigatórias endógenas de nutrientes, o que acarretaria em coeficientes de digestibilidade aparente artificialmente elevados. No entanto, os coeficientes de digestibilidade aparente foram reduzidos com a ingestão de fibra, o que permite se atribuir à fibra de cana e à celulose um efeito redutor do aproveitamento dos nutrientes.

A inclusão de fibra de cana ocasionou redução linear na digestibilidade da matéria seca ( $p < 0,001$ ), matéria orgânica ( $p < 0,001$ ), proteína bruta ( $p = 0,005$ ), extrato etéreo em hidrólise ácida ( $p < 0,001$ ), fibra dietética total ( $p < 0,001$ ), energia bruta ( $p < 0,001$ ) e na energia metabolizável ( $p < 0,001$ ) das rações. Para as variáveis MS, MO, EB e PB, os contrastes ortogonais indicaram que não houve diferenças estatísticas entre as médias das dietas com fibra de cana (CO-0%, FC-10% e FC-20%) e a dieta com celulose ( $p > 0,05$ ), indicando que não houve efeito significativo da fonte de fibra na digestibilidade destes nutrientes. No entanto, o contraste ortogonal demonstrou menor digestibilidade do extrato etéreo em hidrólise ácida e maior digestibilidade da FDT para as dietas suplementadas com fibra de cana.

FISCHER (2011) avaliou o impacto da suplementação de 12,8% de fibra de cana sobre a digestibilidade de dieta extrusada para gatos, verificando também redução dos CDA dos nutrientes, exceto amido e FDT. A redução na digestibilidade dos nutrientes em consequência da suplementação de dietas com fibras tem sido relatada em gatos. SUNVOLD et al. (1995) incluíram 8% de Solka Floc (fonte de fibra rica em celulose, de

baixa fermentação) em dietas para gatos e verificaram redução na digestibilidade da MS e da MO, assim como no presente estudo, entretanto os CDA da PB e EEA não foram reduzidos. FEKETE et al. (2004), ao incluírem 10,0% casca de amendoim (fonte de lignina) ou de farelo de alfafa (fonte de celulose) em dietas úmida para gatos, verificaram redução na digestibilidade da MS, MO e PB destes alimentos. PROLA et al. (2010), constataram redução da digestibilidade da MS e da EB após adição de 4,0% de celulose em dieta úmida para gatos adultos, enquanto a digestibilidade da PB e do EEA não diferiram significativamente.

A digestibilidade do amido não foi influenciada pela inclusão das fontes de fibra, mantendo-se maior que 99,0%, resultado semelhante ao verificado em estudos anteriores com gatos (PENCOVIC e MORRIS, 1975; MORRIS et al., 1977; WILDE e JANSEN, 1989; DE-OLIVEIRA et al., 2008). Estudos relacionados à digestibilidade do amido, geralmente, separam a digestibilidade que ocorre no íleo daquela observada no restante do trato gastrointestinal, pois uma porção do amido que não é digerida no intestino delgado pela ação enzimática pode ser fermentada no intestino grosso, pela microbiota ileal, superestimando a digestibilidade do amido. A alta digestibilidade do amido, apesar da inclusão de fibra de cana, pode ser explicada pela alta susceptibilidade do amido à ação enzimática nos monogástricos, aliado ao processamento deste nutriente, que se torna muito biodisponível após a extrusão (ROONEY & PFLUGFELDER, 1986).

A redução do CDA do EEA foi de 3,67 pontos percentuais com inclusão de 10% de fibra de cana e de 9,13 pontos na inclusão de 20%, em relação à dieta controle. É interessante notar que a fibra de cana reduziu mais acentuadamente o CDA do EEA do que a celulose ( $p=0,029$ ). Sabe-se que o consumo de fibra causa redução no aproveitamento das gorduras. Isto pode acontecer, dentre outros fatores, pela fibra atuar como uma barreira, reduzindo a ação das enzimas digestivas, e devido à diminuição da reabsorção da bile e dos ácidos biliares no íleo. Sendo assim, estes compostos podem permanecer no lúmen intestinal e assim aumentar a perda de ácidos biliares nas fezes e, conseqüentemente, alterar a digestão das gorduras (KRITCHEVSKY, 1974; EASTWOOD et al., 1986). A fibra adsorve ácidos biliares e

outros compostos lipídicos devido à sua polaridade, favorecida pelas ligações de metilação, levando a interações hidrofóbicas que carregam estes componentes para as fezes. Dentre os componentes da fibra, a lignina é o que apresenta maior capacidade de se ligar aos ácidos biliares (KAY, 1982). Como a fibra de cana apresenta em sua composição 6,4% de lignina, isto pode explicar a maior redução da digestibilidade das gorduras promovida por este ingrediente em relação à celulose.

A digestibilidade da fibra dietética total diminuiu linearmente ( $p < 0,001$ ), em 20,1 e 36,2 pontos percentuais em relação a dieta basal, com a inclusão de 10% e 20% de fibra de cana, respectivamente. Estes dados confirmam a baixa fermentabilidade da fibra de cana pelos gatos, conforme já havia sido demonstrado em cães (PINTO, 2007) e em gatos (FISCHER, 2011). A dieta suplementada com celulose apresentou digestibilidade da FDT inferior à da fibra de cana ( $p < 0,001$ ). Embora a fibra de cana possua fermentabilidade somente um pouco mais elevada que a celulose (CALABRO et al., 2008), os resultados do tempo de retenção das dietas no trato gastrointestinal (Tabela 4) mostraram que as dietas suplementadas com fibra de cana passaram mais tempo no tubo digestivo dos animais, em média 21,8 horas, do que a dieta com celulose, que apresentou tempo de retenção de 15,2 horas ( $p = 0,032$ ). Este maior tempo de permanência favoreceu a ação de bactérias intestinais, podendo explicar seu superior CDA da FDT. Além disso, as diferenças na composição química da fibra de cana (que apresenta aproximadamente 31% de hemicelulose) e da celulose purificada devem ser consideradas na interpretação dos resultados. De qualquer forma as duas fontes de fibra apresentam baixa fermentação e foram bem toleradas pelos gatos.

Pesquisas demonstraram que determinadas fibras insolúveis possuem a capacidade de reduzir o tempo médio de retenção da digesta no intestino delgado de suínos (LE GOFF et al., 2002; WILFART et al., 2007), o que proporciona menor tempo de atuação enzimática e, conseqüentemente, reduz o CDA dos nutrientes. A inclusão de fibra insolúvel em dieta úmida não provocou grandes alterações no tempo de trânsito no intestino delgado de gatos (CHANDLER et al., 1999).

**Tabela 4.** Produção, qualidade fecal e tempo de retenção do alimento no trato gastrointestinal de gatos alimentados com as dietas experimentais empregadas no presente estudo.

Item	Dietas <sup>1</sup>					EPM <sup>2</sup>	CV <sup>3</sup> (%)	Contrastes (p valor)		
	CO-0%	FC-10%	FC-20%	CEL-10%	Linear <sup>4</sup>			Quadrático <sup>5</sup>	Ortogonal <sup>6</sup>	
MS das fezes (%)	31,9	37,4	35,6	39,1	1,03	16,5	ns	ns	ns	
g Fezes MN/100g ração MN <sup>7</sup>	55,1	68,9	103,6	64,1	4,45	24,3	<0,001	ns	ns	
g Fezes MS/100g ração MS <sup>8</sup>	17,2	26,9	37,8	26,3	1,40	9,5	<0,001	ns	ns	
Escore Fecal <sup>9</sup>	3,30	3,7	3,8	3,8	0,08	12,3	ns	ns	ns	
Peso médio da defecação (g/unidade)	27,5	30,0	44,8	40,4	2,23	30,8	0,005	ns	ns	
Defecações em 24 horas <sup>10</sup>	1,04	1,67	1,92	1,38	0,32	38,1	0,029	ns	ns	
Tempo de retenção (horas)	20,6	22,6	22,1	15,2	1,21	31,4	ns	ns	0,032	

<sup>1</sup>CO-0%: Controle, sem inclusão de fibra; FC-10%:suplementada com 10% de fibra de cana; FC-20%: suplementada com 20% de fibra de cana;

CEL-10%:suplementada com 10% de celulose;

<sup>2</sup>EPM – Erro padrão da média, n=8 gatos por dieta;

<sup>3</sup>CV- Coeficiente de variação;

<sup>4</sup>Efeito linear da inclusão de fibra de cana;

<sup>5</sup>Efeito quadrático da inclusão de fibra de cana;

<sup>6</sup>Contraste ortogonal (CEL-10% versus CO-0% + FC-10% + FC-20%);

<sup>7</sup>Produção de fezes na matéria natural a cada 100 gramas de dieta experimental consumida na matéria natural;

<sup>8</sup>Produção de fezes na matéria seca a cada 100 gramas de dieta experimental consumida na matéria seca;

<sup>9</sup>Dados transformados ( $\sqrt{x}$ ) para análise estatística;

<sup>10</sup>Número de defecações em 24 horas

ns = não significativo à 5% de probabilidade

O tempo de retenção do alimento no trato gastrointestinal não foi influenciado pela inclusão de fibra de cana às dietas, que apresentaram resultados semelhantes ao controle ( $p>0,05$ ). Esta informação vêm de encontro à alguns achados em cães, que também não constataram efeito de diferentes fontes de fibra no tempo de retenção de alimentos (FAHEY et al., 1990a; FAHEY et al., 1990b; FAHEY et al., 1992; HILL et al., 2000). Contudo, no presente estudo, o tratamento com 10% de celulose promoveu redução de mais de 5h no tempo de retenção da dieta ( $p<0,05$ ), quando comparada com a dieta controle. Resultado semelhante foi obtido em cães, que apresentaram redução do tempo de retenção de 37,4 horas para 28,7 horas, quase 9 horas, após suplementação de uma dieta úmida com 9,0% de celulose (BURROWS et al., 1982). As diferentes respostas fisiológicas induzidas pela fibra de cana e celulose possivelmente possam ser explicadas pelas diferenças entre as características físicas e químicas das mesmas. Estudos demonstraram que o comprimento médio da fibra (fibra longa ou curta) pode afetar as características fecais de gatos, como o peso das fezes e a excreção fecal de água (PROLA et al., 2010). Parte destas diferenças pode ser decorrente da capacidade das fibras em estudo em reter água (MEYER e TUNGLAND, 2001).

Algumas limitações, no entanto, devem ser consideradas na interpretação dos dados de tempo de retenção. O método considera o tempo que as fezes levam para serem excretadas (LEWIS et al., 1994), ficando os animais sujeitos a fatores ambientais e comportamentais capazes, de certa forma, de alterar os resultados. Além disso, este não discrimina em que local do trato gastrointestinal o alimento permaneceu. Esta limitação do método não permite se conhecer o tempo de retenção no estômago e intestino delgado e, portanto de digestão enzimática da dieta.

Do ponto de vista comercial, as características das fezes são importantes. A percentagem de matéria seca das fezes não se alterou ( $p>0,05$ ) com a inclusão de fibra às dietas. Para corrigir o efeito do consumo diferente de alimentos, calcularam-se as excreções de fezes por 100g de ração consumida. O aumento linear ( $p<0,001$ ) na produção de fezes, tanto na matéria natural como na matéria seca verificado com a inclusão de fibra de cana pode ser explicado pela redução linear na digestibilidade da matéria seca e também pelo aumento na ingestão de alimentos. O escore fecal não foi

alterado pela inclusão de fibra, contudo, o consumo das dietas suplementadas com fibra proporcionou fezes com escore mais adequado, segundo a classificação de CARCIOFI et al. (2008). O aumento no escore fecal em resposta à inclusão de fibra de cana, embora não significativo estatisticamente, foi resultado da produção de fezes mais firmes e duras. Provavelmente este se deva à elevada capacidade de absorção de água da fibra de cana, que absorve mais de 6 vezes seu peso em água (dados não publicados). Com isto há um seqüestro, pela fibra, da água livre no bolo fecal, que se torna mais firme e consistente. Quanto a estas variáveis, fibra de cana e celulose foram semelhantes.

Foi verificado aumento linear ( $p=0,029$ ) do número de defecações em 24 horas e do peso médio da defecação ( $p=0,005$ ) com a inclusão de fibra de cana nas dietas. Estes resultados provavelmente se justifiquem pelo aumento do volume de fezes, resultado da menor digestibilidade e maior consumo de alimentos, que passaram a ser eliminadas com mais frequência. Celulose e fibra de cana foram semelhantes quanto à estas características.

O teste de saciedade foi realizado em duplicata (22<sup>o</sup> e 38<sup>o</sup> dias), para verificar se o comportamento de ingestão dos alimentos pelos animais seria mantido nas duas avaliações e, também, para averiguar alguma possível influência de um período mais longo de ingestão de fibras sobre o consumo de alimentos. Os resultados obtidos não variaram em relação ao momento de avaliação ( $p<0,05$ ), de modo que o consumo prévio de 22 dias ou 38 dias não interferiu no consumo das dietas experimentais e desafio pelos gatos (Tabela 5). O consumo de energia metabolizável foi estimado a partir dos valores obtidos in vivo.

Os gatos apresentaram aumento linear do consumo de MS total e da dieta desafio em função do aumento da inclusão de fibra de cana nas dietas experimentais ( $p<0,02$ ). Como consequência do maior consumo da dieta desafio, ocorreu aumento linear ( $p=0,004$ ) do consumo total de energia metabolizável, uma vez que a densidade energética da ração desafio era elevada (4,3 kcal de EM/g). A proporção consumida, entre tratamento e desafio, teve aumento quadrático com a inclusão de fibra de cana, com menor proporção de consumo da dieta tratamento ( $p=0,013$ ). A inclusão de

celulose não resultou em alteração do consumo de dieta desafio, em relação à dieta controle. No entanto, o consumo total de MS e de EM foi semelhante para os tratamentos com fibra de cana e celulose.

**Tabela 5.** Consumos das dietas experimentais e dieta comercial desafio durante as avaliações da saciedade dos gatos<sup>1</sup>.

Item	Dietas <sup>2</sup>				EPM <sup>3</sup>	CV <sup>4</sup> (%)	Contrastes (p valor)		
	CO-0%	FC-10%	FC-20%	CEL-10%			Lin <sup>5</sup>	Quad <sup>6</sup>	Ortog <sup>7</sup>
Consumo total, g MS/(kg PC) <sup>0,67</sup> (tratamento + desafio)	27,9	35,1	40,6	30,3	1,93	31,9	0,016	ns	ns
EM consumida total, kcal/(kg PC) <sup>0,67</sup> (tratamento + desafio)	100,4	133,8	143,2	113,6	6,95	32,7	0,004	ns	ns
Consumo dieta tratamento, g MS/(kg PC) <sup>0,67</sup>	18,2	17,0	21,7	20,8	1,60	35,5	ns	ns	ns
Consumo dieta desafio, g MS/(kg PC) <sup>0,67</sup>	9,7	18,1	18,4	9,4	1,42	51,4	0,014	ns	0,007
<sup>8</sup> Proporção (g MS tratamento/g MS desafio)	0,67	0,49	0,54	0,69	0,03	24,7	ns	0,013	0,048

<sup>1</sup>Média dos dois períodos de avaliação (22<sup>o</sup> e 38<sup>o</sup> dias);

<sup>2</sup>CO-0%: Controle, sem inclusão de fibra; FC-10%:suplementada com 10% de fibra de cana; FC-20%: suplementada com 20% de fibra de cana; CEL-10%:suplementada com 10% de celulose;

<sup>3</sup>EPM – Erro padrão da média, n=8 gatos por dieta;

<sup>4</sup>CV- Coeficiente de variação;

<sup>5</sup>Efeito linear da inclusão de fibra de cana;

<sup>6</sup>Efeito quadrático da inclusão de fibra de cana;

<sup>7</sup>Contraste ortogonal (CEL-10% *versus* CO-0% + FC-10% + FC-20%);

<sup>8</sup>Proporção de matéria seca da dieta do tratamento consumida em relação ao total de matéria seca consumida;

ns = não significativo à 5% de probabilidade.

Os dados aqui encontrados indicam que a inclusão de fibra insolúvel, tanto na forma de fibra de cana como de celulose, nas doses aqui testadas não resultam em inibição do consumo voluntário de um alimento desafio, o que não dá suporte a hipótese de efeito de saciedade consistente promovido pela fibra insolúvel. Houve, ao contrário, aumento do consumo da dieta desafio em consequência da adição de fibra de cana nas dietas.

Algumas hipóteses podem ser consideradas na interpretação deste achado. Como os animais receberam por um período relativamente longo dieta de baixa densidade energética, estes podem ter sido estimulados por esta condição a ingerirem maiores quantidades de uma dieta palatável e de alto teor energético. O estímulo à ingestão de alimentos mais calóricos, em consequência à alimentação com dieta suplementada com fibra, já foi verificado em gatos anteriormente (PROLA et. al., 2006). Animais alimentados durante 10 dias com dieta úmida diluída com 24% de celulose (na MS) e desafiados com dieta sem adição de fibra, apresentaram aumento do consumo total de MS e de energia metabolizável (125% da necessidade energética diária). Contudo, neste estudo os animais apresentaram consumo insuficiente da dieta com celulose durante os 10 dias anteriores ao desafio, provavelmente causando déficit energético dos animais, resultando nesta compensação energética e comportamental. No atual estudo, os animais apresentaram consumo adequado das dietas experimentais, visto pela manutenção de seu peso corporal.

Outra questão refere-se aos mecanismos de distensão gástrica envolvidos na saciedade (WEBER et al., 2007). Ao receber dieta com menos energia, os gatos suplementado com fibra de cana e celulose ingeriram maior quantidade de ração ( $\text{g MS}/(\text{kg PC})^{0,67}/\text{dia}$ ) para manterem peso corporal constante ao longo do estudo ( $p < 0,05$ ), o que pode ter interferido na sinalização para interrupção da ingestão de alimentos, com maior consumo de uma ração palatável resultando em maiores consumo de MS e EM. O consumo de maiores volumes de alimento por período mais longo pode ter levado a adaptações anatômicas dos animais (PROLA et. al. 2006).

Estes dados, se confirmados, têm importante implicação prática a ser considerada. Felinos recebendo alimento de baixa energia e rico em fibra podem ter

maior capacidade ou interesse em ingerir alimentos de modo que o controle, por parte do proprietário da quantidade fornecida e de petiscos e outros alimentos é fundamental para o controle de peso destes animais.

Contudo, deve-se considerar também, a condição experimental em que os gatos se encontravam durante a avaliação da saciedade, caracterizada pelo espaço restrito e sem oportunidade de socialização e expressão de seu comportamento natural. Os animais podem ter sido estimulados a ingerirem alimentos devido à redução de suas atividades normais, o que pode ter suprimido os efeitos de saciedade das dietas. Gatos em condições normais, diferentes das experimentais aqui adotadas, talvez possam expressar de forma mais natural, seu comportamento alimentar.

A avaliação do padrão de consumo dos alimentos também foi realizada em duplicata (21<sup>o</sup> e 37<sup>o</sup> dias), para se avaliar possíveis alterações no tempo nos momentos de consumo das rações. Os resultados obtidos não variaram em relação ao momento de avaliação ( $p < 0,05$ ), desta forma é apresentado na Tabela 6 a média dos dias 21 e 37 de observação. Estes dados são ilustrados na Figura 1. O consumo de energia metabolizável foi calculado a partir dos valores obtidos in vivo.

Foi verificada diferença no horário de consumo do alimento ( $p < 0,001$ ), mas não diferenças entre dietas no consumo alimentar ( $p > 0,05$ ). Como os animais eram diariamente mantidos em jejum das 8h00 às 16h00, em função do manejo estabelecido para o experimento, esta privação de alimento favoreceu consumo maior das dietas logo que estas eram oferecidas, das 16h00 às 18h00. Nestas duas primeiras horas, os gatos ingeriram aproximadamente 47% do alimento, enquanto nos demais intervalos foram verificadas ingestões pequenas, equivalentes a aproximadamente 7,5% do total ingerido, sem diferenças entre elas ( $p > 0,05$ ). THORN (1982) já havia verificado que quando um alimento é continuamente disponível, os gatos apresentam um padrão alimentar de várias pequenas refeições, que podem mudar para grandes e infreqüentes refeições quando o alimento tem disponibilidade limitada, em função do ajuste do consumo de calorías. Ao final da avaliação do padrão alimentar (16:00 horas às 8:00 horas), o consumo total de alimentos foi semelhante entre dietas ( $p = 0,055$ ). A avaliação da ingestão de EM resultou semelhante à de MS, com efeito de horário ( $p < 0,001$ ) mas

não de dieta ( $p=0,254$ ).

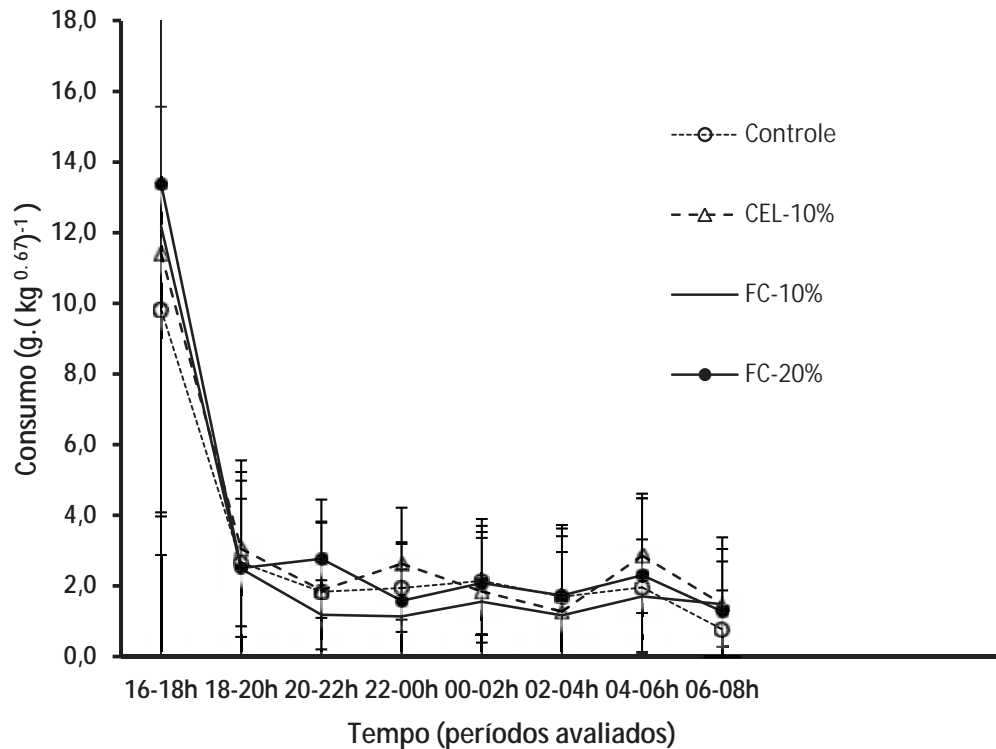
Quando gatos foram submetidos a alimentação com dietas com diferentes densidades energéticas, úmidas, semi-úmidas e secas, o padrão de alimentação também permaneceu constante, com pequenas refeições realizadas de forma aleatória, contudo, em regime *ad libitum*. Além disso, o padrão de pequenas refeições não é devido a quaisquer limitações físicas, relativas a capacidade do trato gastrintestinal, uma vez que gatos foram capazes de satisfazer sua exigência energética, quando alimentados com vários tipos de dietas, mesmo que restritos a uma refeição por dia (THORNE, 1982).

**Tabela 6.** Consumo das dietas experimentais apresentado pelos gatos durante a avaliação do padrão alimentar<sup>1</sup>.

Dietas	Horários de avaliação								Consumo Total
	16h às 18h	18h às 20h	20h às 22h	22h às 00h	00h às 2h	2h às 4h	4h às 6h	6h às 8h	
	<b>g MS/(kg Peso corporal)<sup>0,67</sup></b>								
Controle	9,8	2,7	1,8	1,9	2,1	1,7	2,0	0,8	22,8±1,6
Celulose 10%	11,4	3,1	1,9	2,6	1,8	1,3	2,9	1,5	26,4±1,2
Fibra cana 10%	12,2	2,5	1,2	1,1	1,5	1,2	1,7	1,5	22,9±3,4
Fibra cana 20%	13,4	2,5	2,8	1,6	2,1	1,7	2,3	1,3	27,6±2,2
Média	11,7±1,1 <sup>a</sup>	2,7±0,3 <sup>b</sup>	1,9±0,2 <sup>b</sup>	1,8±0,2 <sup>b</sup>	1,9±0,2 <sup>b</sup>	1,5±0,3 <sup>b</sup>	2,2±0,3 <sup>b</sup>	1,3±0,2 <sup>b</sup>	
F para dietas									3,14 (p=0,055)
F para horário de avaliação									57,84 (p<0,001)
F para interação dieta*horário									0,96 (p=0,535)
	<b>kcal/(kg Peso corporal)<sup>0,67</sup></b>								
Controle	39,1	10,6	7,3	7,7	8,5	6,7	7,8	3,1	90,8±6,3
Celulose 10%	40,9	11,1	6,8	9,5	6,7	4,6	10,4	5,4	95,4±4,4
Fibra cana 10%	43,5	8,9	4,2	4,1	5,5	4,2	6,1	5,3	81,6±5,5
Fibra cana 20%	41,2	7,7	8,5	4,9	6,4	5,3	7,1	3,9	85,1±6,7
Média	41,2±3,7 <sup>a</sup>	9,6±1,0 <sup>b</sup>	6,7±0,8 <sup>b</sup>	6,5±0,8 <sup>b</sup>	6,8±0,8 <sup>b</sup>	5,2±0,9 <sup>b</sup>	7,8±1,0 <sup>b</sup>	4,4±0,7 <sup>b</sup>	
F para dietas									2,32 (p=0,254)
F para horário de avaliação									57,16 (p<0,001)
F para interação dieta*horário									0,90 (p=0,595)

<sup>1</sup>Média dos dois períodos de avaliação (21º e 37º dias).

a, b – médias nas linhas sem uma letra em comum diferem pelo teste de Tukey (p<0,05)



**Figura 1.** Consumo das dietas experimentais ( $\text{g}/(\text{kg} \text{Peso corporal})^{0,67}$ ) ao longo de seu período de fornecimento aos gatos.

Desta forma, não foram verificados efeitos da adição de fibras insolúveis, dentro das doses e manejo aqui avaliados, sobre o padrão de ingestão de alimentos ao longo de seu período de fornecimento. Observação semelhante já havia sido realizada por FISCHER (2011). Uma limitação do método aqui empregado é que os períodos de duas horas estabelecidos para mensuração do consumo não permitiram se determinar, ao certo, a duração das refeições e os intervalos entre estas, já que os animais apresentaram consumos em todos os períodos avaliados. De qualquer modo, a suplementação com fibras, mesmo que em elevada percentagem de inclusão, não retardou ou estendeu o consumo de MS ou EM no tempo, efeito que era esperado caso houvesse importante interferência nas taxas de trânsito gastrintestinal ou efeito de

saciedade por estímulo mecânico de preenchimento do estômago dos animais.

Para a avaliação da formação de novelos de pêlos, foram coletadas amostras de fezes dos animais durante quatro momentos do experimento, antes do início do experimento e em outros três momentos ao longo do estudo, para a quantificação dos tricobezoares. Os gatos, que antes do início do experimento permaneciam soltos em gatil coletivo, com espaço para exercícios e socialização, foram alojados nas gaiolas de metabolismo para início do experimento. Desta forma, em função do manejo estabelecido para o experimento, os gatos permaneceram mais tempo ociosos nas gaiolas e aumentaram a frequência com que se lambiam, ingerindo maiores quantidades de pêlos e conseqüentemente excretaram maiores quantidades de pêlos nas fezes. Esta mudança comportamental fez com que os valores basais de novelos de pêlo coletados nas fezes, ficassem muito baixos em relação aos valores obtidos das coletas posteriores, dificultando a interpretação da ação das fibras na formação de tricobezoares. Portanto, os resultados referentes à primeira coleta, que seria utilizada para representar os valores basais dos novelos de pêlos nas fezes não foram considerados nas análises.

Os resultados médios da quantificação dos novelos de pêlos durante o estudo estão apresentados na Tabela 7. Na análise de medidas repetidas no tempo, embora tenha sido detectado efeito de tempo ( $p < 0,05$ ) para as variáveis, este não foi considerado na sua interpretação, uma vez que as mudanças ocorridas com o tempo, não foram devido ao consumo das dietas (tempo\*dieta  $p > 0,05$ ). Possivelmente estas mudanças verificadas no tempo, ocorreram em função de fatores não relacionados à dieta, como alteração da frequência de higienização dos gatos ao longo do estudo, maior resistência do pêlo em se destacar do folículo, fatores que podem ter sido desencadeados pela situação de estresse, à qual os animais foram submetidos durante o experimento. Contudo, todos os animais ficaram expostos a estes fatores, independente de tratamentos.

**Tabela 7.** Médias de tricobezoares coletados nas fezes de gatos, alimentados com as dietas experimentais empregadas no presente estudo<sup>1</sup>.

Tricobezoares	Dietas <sup>2</sup>				EPM <sup>3</sup>	CV <sup>4</sup> (%)	Contrastes (p valor)		
	Co-0%	FC-10%	FC-20%	CEL-10%			Linear <sup>5</sup>	Quad. <sup>6</sup>	Ortog. <sup>7</sup>
mg/gato/dia	111,0	101,0	87,0	143,0	20,00	74,58	ns	Ns	ns
N/gato/dia	6,6	4,4	3,8	6,8	0,65	63,72	0,004	Ns	0,040
Peso médio (mg)	16,97	19,83	18,69	17,99	1,95	48,24	ns	Ns	ns
mg/g MS fezes	11,03	8,53	4,66	8,42	1,65	47,03	ns	Ns	ns
N pequenos/gato/dia	5,0	3,0	3,0	4,9	0,51	65,26	0,007	Ns	ns
N médios/gato/dia	1,2	1,1	0,6	1,5	0,17	97,65	0,048	Ns	0,047

Tempo\*dieta p>0,05

<sup>1</sup>Médias dos três períodos de coleta (15-17; 27-27 e 40-42 dias).

<sup>2</sup>CO-0%: Controle, sem inclusão de fibra; FC-10%:suplementada com 10% de fibra de cana; FC-20%: suplementada com 20% de fibra de cana; CEL-10%:suplementada com 10% de celulose;

<sup>3</sup>EPM – Erro padrão da média, n=8 gatos por dieta;

<sup>4</sup>CV- Coeficiente de variação;

<sup>5</sup>Efeito linear da inclusão de fibra de cana;

<sup>6</sup>Efeito quadrático da inclusão de fibra de cana;

<sup>7</sup>Contraste ortogonal (CEL-10% versus CO-0% + FC-10% + FC-20%);

O número do total de tricobezoares excretados nas fezes (N/gato/dia) diminuiu linearmente com a inclusão de fibra de cana na dieta ( $p=0,004$ ), assim como o número de tricobezoares pequenos (N pequenos/gato/dia;  $p=0,007$ ) e o número de tricobezoares médios (N médios/gato/dia;  $p=0,048$ ). O peso (mg/gato/dia) do total de tricobezoares coletados nas fezes dos animais, também acompanhou esta redução linear, em resposta a inclusão de fibra de cana, contudo não foi detectada significância estatística. Os animais que receberam os tratamentos com fibra de cana excretaram menores quantidades de novelos de pêlos nas fezes. Uma hipótese levantada, é que nestes animais, maior parte dos pêlos ingeridos durante a higienização passou a ser excretados como pêlos não enovelados ou livres, devido ao aumento do peristaltismo em resposta a ação abrasiva da fibra na mucosa gastrointestinal. Os pêlos ingeridos pelos gatos, quando não se enredam na mucosa do estômago e então não formam grandes novelos de pêlos, não provocam vômitos ou desconforto aos animais e não representam risco de obstrução do trato gastrintestinal. Tricobezoares classificados como pequenos, médios e grandes se encontram ilustrados na Figura 2.



**Figura 2.** Tricobezos coletados de um gato durante os três dias, separados em grandes (>2,0 cm), médios (<2,0 cm e >1 cm) e pequenos (>1,0 cm).

O contraste ortogonal significativo para o número total e número de tricobezos médios (gato/dia), indica que houve diferença de fontes sobre estas variáveis. A redução do número de tricobezos nas fezes, observado com a suplementação de fibra de cana na dieta, não foi verificado nos gatos que consumiram a dieta com celulose. Este resultado pode ter sido efeito da diferença do comprimento das fibras, considerando-se que fibras longas parecem provocar maior estimulação do peristaltismo (KRUGNER-HIGBY et. al, 1996) e que a fibra de cana apresenta diâmetro geométrico médio maior do que a celulose ( $188\pm 1,8$  vs  $112\pm 1,7$ microns).

Os animais que consumiram a dieta controle apresentaram aumento do número de tricobezos grandes (gato/dia) nas fezes ao longo do estudo (Tabela 8). Desta forma, a dieta controle, sem adição de fibras, mostrou-se ineficaz em prevenir a formação deste tipo de tricobezos, ao contrário, permitiu o aumento da sua formação

( $p=0,003$ ) ao longo do estudo.

**Tabela 8.** Médias dos tricobezoares grandes coletados nas fezes de gatos, alimentados com as dietas experimentais empregadas no presente estudo, nos períodos de 15-17, 25-27 e 40-42 dias.

Tricobezoares	Co-0%	FC-10%	FC-20%	CEL-10%	Valor p Temp.(Dieta)	EPM <sup>1</sup>	CV(%)
N grandes/gato/dia							141,29
15-17 dias	0,37 <sup>b</sup>	0,47	0,35	0,57	ns	0,12	
25-27 dias	0,40 <sup>ab</sup>	0,03	0,20	0,48	ns	0,06	
40-42 dias	0,80 <sup>Aa</sup>	0,33 <sup>AB</sup>	0,00 <sup>B</sup>	0,19 <sup>AB</sup>	0,006	0,08	

Tempo\*Dieta  $p=0,027$

Valor p Dieta(Tempo)	0,003	Ns	ns	Ns
----------------------	-------	----	----	----

<sup>1</sup> EPM – Erro padrão da média, n=8 gatos por dieta;

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que as médias são diferentes pelo teste de Tukey, ( $p<0,05$ );

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que as médias são diferentes pelo teste de Tukey, ( $p<0,05$ );

Após 40 dias de consumo das dietas experimentais, os animais que receberam a dieta com 20% de fibra de cana, apresentaram médias de tricobezoares grandes excretados nas fezes menor ( $p=0,006$ ) do que os animais que receberam a dieta controle. Os tricobezoares grandes são aqueles que potencialmente causam obstrução do trato gastrointestinal dos gatos. Estes são os que causam também maior desconforto aos animais por proporcionarem quadros de vômitos e náusea com mais frequência.

Os resultados verificados neste estudo evidenciam a importância do consumo de fibra, durante o processo de formação de tricobezoares em gatos. A inclusão de fibra de cana nas dietas reduziu a formação do número total de tricobezoares nas fezes, dos tricobezoares pequenos e dos médios. A inclusão de 20% deste ingrediente na dieta previniu a formação de tricobezoares grandes. Estes achados, se confirmados, possuem importante aplicação prática, sendo indicada a inclusão de fibras longas em dietas para gatos que apresentam sinais da formação de novelos de pêlos, sobretudo em casos de animais com predisposição à obstrução por tricobezoares.

## CONCLUSÕES

1- Gatos apresentam capacidade de manutenção do peso corporal constante ao receber alimentos com diferentes densidades energéticas, estes aumentam o consumo de matéria seca de dietas suplementadas com fibra mantendo constante a ingestão de energia.

2- A inclusão de fibra insolúvel em dietas extrusadas para gatos reduz a digestibilidade dos nutrientes e da energia metabolizável. Fibra de cana, por apresentar lignina, reduz mais acentuadamente a digestibilidade das gorduras do que a celulose.

3- As características fecais dos animais mantêm-se adequadas, embora ocorra aumento da produção de fezes. O tempo de retenção do alimento no trato gastrointestinal não é alterado pela fibra de cana, mas parece ser reduzido pela inclusão de celulose.

4- Promoção de saciedade, medida pela ingestão de dieta desafio não foi verificada com a inclusão de fibra insolúvel, a inclusão de fibra de cana elevou o consumo da dieta desafio, o que pode ter decorrido de alteração na percepção de distensão gástrica resultante da maior ingestão prévia de alimento com baixa densidade energética. A fibra insolúvel também não promoveu efeito de saciação, não interferindo no padrão de ingestão de alimentos ao longo do dia.

5- A inclusão de fibra de cana previne a formação de tricobezoares em gatos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS (AAFCO). **Official Publication 2010**. Association of American Feed Control Officials.

ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS (AOAC). **Official and tentative methods of analysis**. Arlington, Virginia: AOAC International, 16.ed., 1995.

BLUNDELL, J.E; BURLEY, V.J. Satiating, satiety, and the action of fiber on food intake. **International Journal of Obesity**, v.11, suppl.1, p.9-25, 1987.

BURROWS, C. F.; KRONFELD, D. S.; BANTA, C. A.; MERRITT, A. M. Effects of fiber on digestibility and transit time in dogs. **The Journal of Nutrition**, v. 112, p. 1726–1732, 1982.

CALABRÒ, S. ; CARCIOFI, A. C. ; BOVERA, F. ; PICCOLO, G. ; TUDISCO, R. ; GUGLIELMELLI, A. ; CUTRIGNELLI, M. I. . Evaluation of probiotics enriched pet food by in vitro gas production technique. In: 13o Congress of the European Society of Veterinary and Comparative Nutrition, 2009, Oristano. Congress Proceedings 13th ESVCN. Oristano : ESVCN, 2009. v. único. p. 81-81.

CARCIOFI, A.C.; TAKAKURA, F. S.; OLIVEIRA, L.D.; TESHIMA, E.; JEREMIAS, J.T.; BRUNETTO, M.A. Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and postprandial glucose and insulin response. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v.92, p. 326-336, 2008.

DE-OLIVEIRA, L.D.; CARCIOFI, A.C.; OLIVEIRA, M.C.C. et al. Effects of six carbohydrate sources on diet digestibility and postprandial glucose and insulin responses in cats. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 2237 - 2246, 2008.

DUKES, H.H; SWENSON, M.J. Fisiologia de los animales domésticos. Madrid; Aguilar, 1977.

EASTWOOD, M. A., BRYDON, W. G., ANDERSON, D. M. W. The effect of the polysaccharide composition and structure of dietary fibers on caecal fermentation and fecal excretion. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 44, p. 51-55, 1986.

FAHEY Jr., G.C.; MERCHEN, N.R.; CORBIN, J.E.; HAMILTON, A.K.; SERBE, K.A.; LEWIS, S.M.; HIRAKAWA, D.A. Dietary fiber for dogs: I. Effects of graded levels of dietary beet pulp on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time. **Journal of Animal Science**, v.68, n.12, p.4221-4228, 1990a.

FAHEY Jr., G.C.; MERCHEN, N.R.; CORBIN, J.E.; HAMILTON, A.K.; SERBE, K.A.; HIRAKAWA, D.A. Dietary fiber for dogs: II. Iso-total dietary fiber (TDF) additions of

divergent fiber sources to dog diets and their effects on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time. *Journal of Animal Science*, v.68, n.12, p.4229-4235, 1990b

FAHEY, G.C., JR.; MERCHEN, N.R.; CORBIN, J.E. et al. Dietary fiber for dogs: III. Effects of beet pulp and oat fiber additions to dog diets on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy, and digesta mean retention time. *Journal of Animal Science*, v. 70, p. 1169-1174, 1992.

FEDIAF (2011). NUTRITIONAL GUIDELINES FOR COMPLETE AND COMPLEMENTARY PET FOOD FOR CATS AND DOGS. <http://www.fediaf.org/self-regulation/>.

FEKETE, S. G.; HULLÁR, I.; ANDRÁSOF SZKY, E. et al. Effect of different fibre types on the digestibility of nutrients in cats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, Berlin. v.88, p.138-142, 2004.

FISCHER, M. M. Efeito de diferentes fontes de fibra na digestibilidade de nutrientes, respostas metabólicas pós-prandiais e na saúde intestinal de gatos. 2011. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) Faculdade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2011.

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

HILL R.C.; BURROWS C. F.; ELLISON G. W.; BAUER J. E. The effect of texturized vegetable protein from soy on nutrient digestibility compared to beef in cannulated dogs. *Journal of Animal Science*, v. 79, p. 2162-71, 2000.

HIRSCH, E. E. G. COLLIER. The ecological determinants of reinforcement in the guinea pig. *Physiology & Behavior*, v. 12, p. 239-249, 1974.

JEWELL, D.E.; TOLL, P.W.; NOVOTNY, B.J. Satiety reduces adiposity in dogs. *Veterinary Therapeutics*, v.1, n.1, p.17-23, 2000.

KANE E, ROGERS QR, MORRIS JG, LEUNG PMB. Feeding behaviour of the cat fed laboratory and commercial diets. *Nutrition Research*. 1981;1:499-507.

KIENZLE, E. Carbohydrate metabolism of the cat. 1. Activity of amylase in the gastrointestinal tract of the cat. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berl.)*, v. 69, p. 92-101, 1993.

KIENZLE, E.; DOBENECKER, B.; WICHERT, B.; SCHUSTER, S. Effect of fecal water and dry matter excretion on fecal mineral excretion in dogs studied in a fiber model. *The Journal of Nutrition*, v. 136, 2001-2003, 2006.

KRITCHEVSKY, D., STORY, J. A. Binding of bile salts in vitro by nonnutritive fiber 1. **The Journal of Nutrition**, v.104, p. 458-62, 1974.

LAFLAMME, D.P. Understanding and managing obesity in dogs and cats. **Veterinary Clinics Small Animal Practice**, v.36, p.1283-1295, 2006.

LAFLAMME D. P. Development and validation of a body condition score system for Cats: A clinical tool. **Feline Practice**, v. 25, p 13-17, 1997.

LE GOFF, G.; MILGEN, J.V.; NOBLET, J. Influence of dietary fibre on digestive utilization and rate of passage in growing pigs, finishing pigs and adult sows. **Journal of Animal Science**, v.74, p.503-515, 2002.

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

MEYER, D.; TUNGLAND, B. Non-digestible oligosaccharides and polysaccharides: Their physiological effects and health implications. In.: **Advanced Dietary Fibre Technology**, McCleary, B.V. e Prosky, L., eds. Oxford, UK: Blackwell Science Ltd, p.455-470, 2001.

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

MORRIS, J. G.; TRUDELL, J; PENCOVIC T. Carbohydrate digestion by the domestic cat (*Felis catus*). **British Journal of Nutrition**, v. 37, p. 365–373, 1977.

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

OWENS, J. B.; W. J. RIDGEMAN. Further studies of the effect of dietary energy content on the voluntary intake of pigs. **Animal Production**, v. 10, p. 85-94, 1968.

PENCOVIC, T. A.; MORRIS J. G. Corn and wheat starch utilization by the cat. **Journal of Animal Science**, v. 41, p. 325, 1975.

PETERSON, A. D. e B. R. BAUMGARDT. Influence of the level of energy demand on the ability of rats to compensate for diet dilution. **The Journal of Nutrition**, v. 101, p. 1069-1074, 1971.

PINTO, M.V. P. Utilização digestiva de dietas com diferentes fontes de fibras e determinação de curvas glicêmicas em cães adultos. 2007. **Dissertação** (Mestre em

Zootecnia) Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007

POND, W.G.; CHURCH, D.C.; POND, K.R. **Basic animal nutrition and feeding**. 4th ed. New York: John Wiley, 1995. 615p.

PROLA, L.; DOBENECKER, B.; KIENZLE, E. Interaction between dietary cellulose content and food intake in cats. **The Journal of Nutrition**, v. 136, p. 1988S–1990S, 2006.

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**, Berlin, v. 94, p. 362-367, 2010.

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

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

ROSSNER, S. Dietary fiber in the prevention and treatment of obesity. In.: **Dietary Fiber – A Component of Food Nutritional Function in Health and Disease**, Schweizer, T.F., Edwards, C.A., eds. Berlin: Springer-Verlag, p.265-277, 1992.

SAS INSTITUTE. **SAS onlinedoc 9.13**. Cary, 2004

SUNVOLD, G. D.; FAHEY, G. C. JR.; MERCHEN, N. R.; BOURQUIN, I. D.; TITGEMEYER, E.E.; BAUER, L.L.; REINHART, G.A. 1995. 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 Science**, v. 73, p. 2329-2339, 1995.

SUNVOLD, G. D. 1996. Dietary fibre for dogs and cats: an historical perspective. Proc Iams Intern. Nutr. Symp. Orange Frazer Press, Ohio, USA, 3. 1996.

VANDERHOOF, J. A. Immunonutrition: the role of carbohydrates. **Nutrition Research, New York**, v. 14, p. 7-8, 1998.

WILDE, R. O., T. JANSEN. The use of different sources of raw and heated starch in the ration of weaned kittens. In Nutrition of the Dog and Cat. I. H. Burger and J. P. W. Rivers, ed. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, Pages 259–267, 1989

WILFART, A.; MONTAGNE, L.; SIMMINS, H.; NOBLET, J.; MILGEN, J.V. Digesta transit in different segments of the gastrointestinal tract of pigs as affected by insoluble fibre supplied by wheat bran. **British Journal of Nutrition**, v.98, p.54-62, 2007.

### **CAPÍTULO 3 – FIBRA DE CANA RETARDA O TEMPO DE Esvaziamento Gástrico de Gatos**

**RESUMO** - Dietas com alta fibra podem alterar o tempo de trânsito de alimentos. Este estudo avaliou a influência da adição de fibra em dieta extrusada sobre o tempo de trânsito gastrointestinal de gatos. Foram utilizados 12 gatos adultos, alimentados com duas dietas extrusadas: Dieta controle, sem adição de fibra (32% de proteína, 12% de gordura e 13% de fibra dietética total); e dieta com fibra (fibra de cana 10%), suplementada com 10% de fibra de cana em substituição ao milho da dieta controle (32% de proteína, 21% de gordura e 21% de fibra dietética total). Os animais foram adaptados às dietas durante sete dias, recebendo 50% da necessidade para manutenção das 8h00 às 9h00 e 50% das 18h00 às 19h00. Após 24 horas em jejum, os gatos receberam por 15 minutos, quantidade correspondente a 1/3 da necessidade energética através das dietas e em seguida, receberam, por via oral, cápsula de gelatina contendo 12 marcadores radiopacos. Radiografias seriadas foram tomadas a cada hora. O tempo de esvaziamento gástrico (EG) e preenchimento colônico foram calculados pela porcentagem de marcadores que deixaram o estômago ou que entraram no cólon em função do tempo, respectivamente. O tempo de trânsito no intestino delgado (TTID) foi determinado através da diferença do tempo de residência médio do marcador no estômago e no cólon. Tempo de trânsito orocecal foi considerado o tempo no qual o primeiro marcador foi localizado no cólon. Os dados foram submetidos a análise de variância ( $p < 0,05$ ). Tempo para 50% de EG foi diferente entre dietas, aumentando de 5,2 horas com Controle para 7,4 horas com a adição de fibra de cana, entretanto, o tempo de EG total foi similar entre tratamentos (7,7 e 8,9 horas;  $p = 0,322$ ). O tempo de trânsito orocecal (6,9 horas para Controle e 8,48 horas para fibra de cana 10%) e o tempo de trânsito no intestino delgado (3,5 para Controle e 3,6 para fibra de cana 10%) não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre os gatos alimentados com as duas dietas. A adição de 10% de fibra insolúvel em dieta extrusada retardou o tempo EG de gatos, mas não alterou o TTID.

**Palavras-chave:** cólon; felinos; insolúvel; orocecal; trânsito.

## INTRODUÇÃO

As fibras presentes nos alimentos ou quando incluídas nas formulações para animais de companhia, podem desempenhar importantes funções fisiológicas (BURKITT et al., 1972; ORNSTEIN et al., 1987; EASTWOOD et al., 1992). Este nutriente possui várias indicações de uso, como na manutenção da saúde do trato gastrointestinal, devido à formação de ácidos graxos de cadeia curta e fornecimento de energia para os colonócitos; diluição da energia do alimento; estimulação da saciedade; modulação do trânsito gastrointestinal e auxílio no tratamento de algumas doenças (FAHEY et al., 1990; SUNVOLD et al., 1995; REINHART e SUNVOLD, 1996).

Entretanto, nem todos estes aspectos têm sido demonstrados em estudos com gatos, apesar do uso de fontes de fibras em formulações para estes animais ser cada vez mais frequente. O estudo do impacto fisiológico da ingestão de fibras no trânsito gastrointestinal permite esclarecer seus mecanismos de atuação e, com isto, avaliar com mais critério, o papel funcional da fibra nesta espécie.

O tempo de trânsito gastrointestinal pode ser basicamente dividido em três etapas: o tempo para o esvaziamento gástrico, o tempo que o alimento leva para atravessar os segmentos do intestino delgado e para atravessar os segmentos do intestino grosso (PEACHEY et al., 2000). O esvaziamento gástrico é o processo pelo qual o alimento é liberado para o intestino delgado de forma que otimize a digestão e absorção intestinal dos alimentos (WYSE, 2003). A taxa de esvaziamento gástrico é considerada a principal variável que afeta o tempo de trânsito intestinal (CHANDLER et al., 1997) e está relacionada com a ingestão de alimentos e a sensação de saciedade (CASTRO, 1981).

A utilização de fontes de fibra e sua influência no trânsito gastrointestinal têm sido avaliadas em dietas para cães e gatos. (BURROWS et al., 1982; FAHEY et al., 1990a; FAHEY et al., 1990b; FAHEY et al., 1992; CHANDLER et al., 1997; CHANDLER et al., 1999; HILL et al., 2000; PEACHEY et al. 2000). Os efeitos da fibra no trânsito gastrointestinal são bastante variáveis nestes estudos, mas de forma geral, pode-se constatar que o nível de inclusão e o tipo de alimento em que a fibra está associada,

exercem mais influência sobre o trânsito do alimento, do que o tipo e a fonte de fibra utilizada. Não foram localizados estudos que avaliaram o efeito da fibra em dietas extrusadas, no trânsito gastrintestinal de gatos.

O uso de diferentes métodos de avaliação pode gerar resultados controversos, que devem ser considerados na interpretação dos resultados. Desta forma, a utilização de metodologias já estabelecidas é um fator importante para padronização de resultados.

A radiografia contrastada e a cintilografia são os métodos mais frequentemente utilizados na medicina veterinária para avaliações do esvaziamento gástrico e do tempo do trânsito intestinal (STEYN et al., 1995; MYERS et al., 1996; CHANDLER et al., 1997; SPARKES et al., 1997; CHANDLER et al., 1999; GOGGIN et al., 1999; WEBER et al., 2000; NELSON et al., 2001). As técnicas radiográficas que empregam marcadores radiopacos são menos invasivas, fáceis de serem executadas e mais acessíveis que a cintilografia (GOGGIN et al., 1999).

Marcadores radiopacos podem ser utilizados para avaliação do esvaziamento gástrico da fase sólida de alimentos para cães e gatos (GUILFORD et al., 1997). Com densidade similar e comportamento semelhante ao do alimento no trato gastrintestinal, esses marcadores mimetizam alimentos sólidos e sua passagem pelos intestinos (SPARKERS et al., 1997).

Este estudo verificou o esvaziamento gástrico, preenchimento colônico, tempo de trânsito no intestino delgado e orocecal de alimentos extrusados para gatos suplementados com fonte de fibra.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos “Prof. Dr. Flávio Prada” e no Hospital Veterinário “Governador Laudo Natel” (HV), ambas unidades auxiliares do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (FCAV/Unesp), Câmpus de Jaboticabal. Todos os procedimentos experimentais foram previamente avaliados pela Comissão de Ética e Bem-estar Animal (CEBEA) desta instituição (Protocolo nº20.481/10)

### ***Animais***

Foram utilizados 12 gatos (*Felis domesticus*) sem raça definida, castrados, hípidos, sem histórico de doença gastrointestinal, sendo 9 machos e 3 fêmeas, com idade média de  $6\pm 2,2$  anos e peso médio de  $4,04\pm 0,60$ kg.

### ***Divisão dos grupos e manejo dos animais***

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois tratamentos (dietas) e seis repetições. Dois grupos experimentais foram formados, considerando-se na divisão o peso e o sexo. No grupo controle (Controle; n=6), os gatos receberam um alimento sem a adição de fontes de fibra e no segundo grupo, receberam um alimento com fibra de cana na dose de inclusão de 10% na fórmula (fibra de cana 10%; n=6),

Nos horários de alimentação nos sete primeiros dias, os gatos permaneceram em gaiolas individuais (0,80 x 0,80 x 1,0 m) e nas demais horas, soltos em gatil coletivo com 50m<sup>2</sup> para prática de exercício e socialização. Este período correspondeu à fase de adaptação dos animais à dieta e ao manejo alimentar. Nesta fase de adaptação, a alimentação foi dividida em duas refeições, oferecidas das 8h00 às 9h00, e das 17h00 às 18h00, em quantidade calculada para atender as exigências nutricionais dos animais

de acordo com o NRC (2006), utilizando-se o peso metabólico ( $PC^{0,67}$ ) dos gatos e a densidade energética das dietas.

A água de bebida foi disponibilizada *ad libitum* aos gatos durante todo o experimento. O ambiente em que os animais permaneceram apresentava iluminação natural e artificial, mantendo-se um ciclo claro: escuro de 12:12 horas, respectivamente.

### ***Dietas Experimentais***

Foram utilizadas duas dietas experimentais, uma dieta controle, extrusada, que atendia as exigências nutricionais de gatos adultos em manutenção (AAFCO, 2010); e uma segunda dieta, suplementada com 10% de fibra de cana, uma fonte de fibra insolúvel, adicionada na formulação da dieta controle em substituição ao milho. A fonte de fibra utilizada foi a fibra de cana. Esta fibra é oriunda do processamento da cana-de-açúcar e possui cerca de 91% de fibra insolúvel. Foram realizadas análises dos nutrientes das dietas para verificar a composição química das mesmas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Formulação e composição química analisada das dietas experimentais.

Ingredientes (%)	Dietas	
	Controle	Fibra cana 10%
Fibra de cana	0,00	10,00
Quirera de arroz	15,00	15,00
Milho grão	33,70	22,38
Farinha de vísceras frango	28,00	28,00
Glúten de milho 60	11,79	12,76
Gordura de aves	6,58	6,89
Palatabilizante pó	0,50	0,50
Palatabilizante líquido	2,00	2,00
Cloreto de potássio	0,50	0,50
Sal comum	0,50	0,50
Cloreto de colina	0,12	0,12
Calcário	0,10	0,11
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	1,00	1,00
Antifúngico <sup>2</sup>	0,10	0,10
Antioxidante <sup>3</sup>	0,04	0,04
Lisina	0,07	0,09
Composição química analisada das dietas <sup>4</sup> (%)		
Umidade (%)	5,78	5,40
Proteína Bruta (%)	32,16	31,93
Extrato Etéreo em hidrólise ácida (%)	11,85	11,87
Amido (%)	37,70	29,64
Fibra bruta (%)	1,44	6,11
Fibra dietética total (%)	13,01	20,82
Matéria Mineral (%)	8,48	8,33
Cálcio (%)	1,40	1,32
Fósforo total (%)	1,02	1,09

1 - 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, Vit. D 1200 UI, Vit. E 200 UI, Tiamina 6 mg, Riboflavina 10 mg, Ácido pantotênico 40 mg, Niacina 60 mg, Piroxidina 6 mg, Ácido fólico 0,30 mg, Vit. B12 0,1 mg.

2 - Antifúngico (Mold Zap): propionato de amônio, propanodiol, ácido propiônico, ácido acético, ácido láctico, ácido ascórbico, ácido fórmico, sorbato de potássio, veículo q.s.p - Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda, Curitiba, PR, Brasil.

3 - Antioxidante (Banox): BHA, BHT, galato de propila e carbonato de cálcio - Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda, Curitiba, PR, Brasil

4- N=2; CV<5%.

### ***Avaliação do tempo de trânsito gastrintestinal***

Após os 7 dias de adaptação às dietas e ao manejo alimentar, os animais foram submetidos a jejum alimentar durante as 24h que antecederam a avaliação, com o intuito de estimular o consumo do alimento no dia do teste. No dia da avaliação, às 8h00, os animais receberam a quantidade de alimento correspondente a 1/3 de sua necessidade energética diária, considerando-se a energia metabolizável média (3776 kcal/kg) de ambas as dietas para o cálculo. A energia metabolizável média das dietas foi utilizada para igualar a quantidade de matéria seca oferecida aos animais, evitando que as diferenças nas quantidades de calorias das dietas pudessem interferir na quantidade oferecida, na matéria seca ingerida e, conseqüentemente, no trânsito gastrintestinal.

Após 15 minutos da oferta e exposição do alimento aos gatos, as rações foram retiradas, pesadas e o consumo calculado. Imediatamente após a retirada do alimento, os gatos receberam, por via oral, uma cápsula de gelatina contendo 12 marcadores radiopacos (SITZMARKS®, Konsyl Pharmaceuticals Inc., Fort Worth, Texas USA) de 4,5mm de diâmetro e densidade média de 1,25g/mL cada um. Em seguida, os gatos foram radiografados nas posições latero-lateral e ventro-dorsal, para evitar sobreposição de imagens. As radiografias foram tomadas nos tempos 0 (imediatamente após a refeição e administração da cápsula com marcadores), e a cada uma hora, até que transcorressem 14 horas da ingestão do alimento, ou até que, pelo menos, 90% dos marcadores administrados tivessem chegado ao cólon dos gatos.

Os exames radiográficos foram realizados em aparelho de raios-x, modelo MINXRAY HF 100, com capacidade para 20 miliamperes, fixo. Os filmes radiográficos utilizados foram os da marca KODAK T-Mat G/RA. A revelação e fixação dos filmes foram efetuadas com auxílio de processador automático, modelo Kodak X OMAT 2000. Em seguida, as radiografias foram interpretadas por profissionais da área e a localização de cada marcador no trato gastrintestinal foi determinada.

O esvaziamento gástrico (EG), o preenchimento colônico (PC) e o tempo de trânsito no intestino delgado (TTID) foram determinados de acordo com metodologia e

procedimentos de cálculo descritos por CHANDLER et al. (1997). Para a determinação das curvas de esvaziamento gástrico, foram calculadas as porcentagens de marcadores que deixaram o estômago em cada observação (radiografia), através da fórmula:

$$\frac{\text{Número de marcadores que deixaram o estômago} \times 100}{\text{Número total de marcadores}}$$

Para elaboração das curvas de esvaziamento gástrico, as porcentagens de marcadores que deixaram o estômago foram relacionadas com o tempo. Para a determinação das curvas de preenchimento colônico, foram calculadas as porcentagens de marcadores que entraram no cólon em cada observação (radiografia), através da fórmula:

$$\frac{\text{Número de marcadores que entraram no cólon} \times 100}{\text{Número total de marcadores}}$$

As porcentagens de marcadores que deixaram o estômago e que entraram no cólon foram relacionadas com o tempo e as curvas foram criadas. As médias dos tratamentos foram comparadas nos tempos de 50%, 75% e 90% de esvaziamento gástrico e preenchimento colônico.

Para a avaliação do tempo de trânsito no intestino delgado, foi considerado que o trânsito gastrintestinal é um fenômeno irreversível, ou seja, depois que os marcadores percorrem o espaço cinético (estômago e segmentos do intestino), eles não retrocedem, somente avançam para os segmentos seguintes. O tempo de trânsito no intestino delgado foi determinado pela diferença entre o tempo de residência médio (MRT) dos marcadores no estômago e no cólon, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{MRT} = \frac{\int_0^{\infty} (F \times t) dt}{\int_0^{\infty} (F) dt}, \text{ em que:}$$

“F” é a fração de marcadores administrados que permaneceram no estômago ou cólon e “t” é o tempo da observação, mensurado em horas. As funções integrais foram estimadas utilizando-se o teorema dos trapézios.

O tempo de trânsito orocecal (TTOC) foi considerado o tempo entre a administração do marcador, até o momento em que o primeiro marcador foi observado e localizado no cólon com auxílio das radiografias (WEBER et al, 2000).

### ***Análise estatística***

Foram atendidas as pressuposições de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias, sendo removidos os *outliers*, utilizando o programa estatístico SAS (SAS Institute, Cary, NC, USA). Foi realizada análise de variância e os resultados foram comparados pelo teste de F, considerando significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para verificação dos resultados de tempo de trânsito gastrintestinal dos alimentos, foi necessário reduzir ao máximo, os fatores não relacionados à composição das dietas, mas capazes de influenciar o esvaziamento gástrico e o trânsito do alimento no trato gastrintestinal. A adaptação dos gatos ao manejo alimentar antes da avaliação, foi importante para a padronização do tempo de alimentação e da quantidade de alimento ingerido. Ela permitiu que os animais ingerissem quantidade significativa de alimento em curto período de tempo, o que viabilizou a avaliação. As médias dos nutrientes ingeridos (g/kg PC<sup>0,67</sup>) pelos gatos durante os 15 minutos antecedentes à avaliação do tempo de trânsito gastrintestinal encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2.** Ingestão de nutrientes durante a avaliação do tempo de trânsito (g/kg (PC<sup>0,67</sup>)) das dietas experimentais.

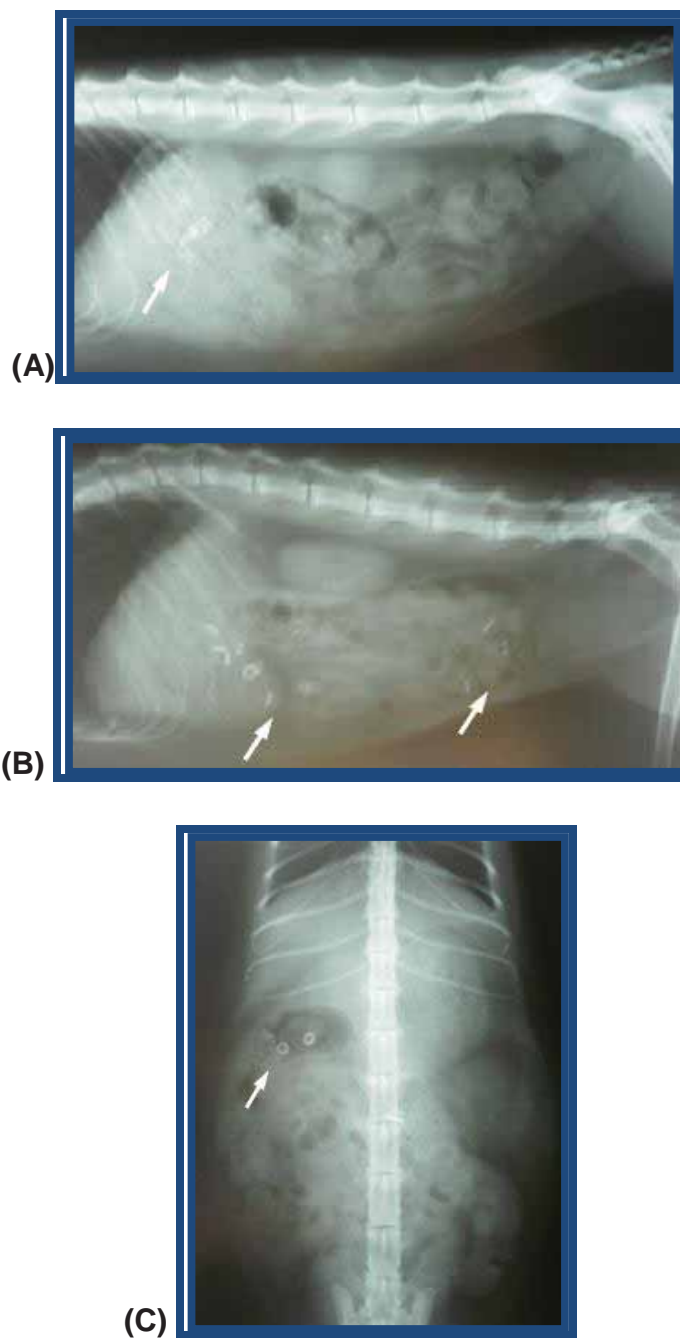
Nutriente	Dietas		EPM <sup>1</sup>	CV <sup>2</sup> (%)	Valor p
	Controle	Fibra 10%			
Matéria seca	8,11	7,73	0,21	3,81	0,291
Proteína bruta	2,15	2,61	0,07	3,96	0,356
Extrato etéreo em hidrolise ácida	0,93	0,87	0,03	3,97	0,245
Fibra dietética total	1,26	1,91	0,10	3,61	<0,001
Energia metabolizável (Kcal/kg (PC <sup>0,67</sup> ))	32,93	29,25	0,97	8,73	0,054

<sup>1</sup>Erro padrão da média, n=6 por dieta;

<sup>2</sup>Coeficiente de variação.

No dia da avaliação, os animais consumiram quase a totalidade do alimento oferecido (33,3 kcal/kg (PC<sup>0,67</sup>)), que pode ser observado pelo consumo médio de energia metabolizável (Tabela 2), para as dietas Controle e Fibra de cana 10%. O consumo de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo em hidrólise ácida foram semelhantes entre os animais dos tratamentos. No entanto, o consumo de fibra dietética total foi significativamente diferente ( $p < 0,001$ ), estando de acordo com o propósito do estudo, de verificar a possível influência da fibra no trânsito gastrointestinal.

A Figura 1 ilustra algumas das radiografias obtidas para interpretar a localização dos marcadores nos diferentes segmentos do trato gastrointestinal, e posterior determinação do esvaziamento gástrico e do preenchimento colônico.



**Figura 1.** Radiografias latero-lateral de gato uma hora (A) e seis horas (B) após a alimentação e administração de SIZTMARKS®. Radiografia ventro-dorsal de gato oito horas depois (C). Em (A) os marcadores estão alojados e distribuídos no estômago. Em (B) oito marcadores estão localizados no estômago, um posicionado na região pilórica e três localizados em fração do intestino delgado. Em (C) três marcadores estão identificados no cólon.

Os tempos para 50%, 75% e 90% do esvaziamento gástrico e preenchimento colônico dos gatos, alimentados com as dietas Controle e Fibra de cana 10%, estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Tempo de esvaziamento gástrico (EG) e tempo de preenchimento colônico (PCo) de gatos alimentados com as dietas experimentais.

Item	Dietas		EPM <sup>1</sup>	CV <sup>2</sup> (%)	Valor p
	Controle	Fibra 10%			
Peso corporal médio (kg)	4,22	3,86	0,137	11,26	0,123
<b>EG</b>	<b>Tempo de esvaziamento gástrico (horas)</b>				
50 (%)	5,2	7,4	0,459	26,5	0,050
75 (%)	6,5	8,4	0,543	24,9	0,118
90 (%)	7,7	8,9	0,590	24,0	0,322
<b>PCo</b>	<b>Tempo de preenchimento colônico (horas)</b>				
50 (%)	8,6	10,1	0,572	19,5	0,200
75 (%)	10,4	11,6	0,603	18,3	0,375
90 (%)	11,5	12,3	0,620	17,8	0,507

<sup>1</sup>Erro padrão da média, n=6 gatos por dieta;

<sup>2</sup>Coefficiente de variação.

A adição de fibra na dieta, retardou o esvaziamento gástrico ( $p=0,050$ ) da primeira metade dos marcadores. Este efeito não foi observado por CHANDLER et al. (1998), que constatou em seu estudo, aceleração do esvaziamento gástrico ao utilizar uma dieta úmida com alta fibra para gatos. As funções mais importantes do estômago são armazenamento dos alimentos e o controle da liberação de seu conteúdo para o duodeno (DUKES, 1977). Os fatores capazes de afetar a taxa de esvaziamento gástrico podem ser o volume de alimento no estômago, temperatura, peso corporal, quantidade de ácido no duodeno e ingestão de água. Os fatores relativos ao alimento que podem influenciar sua liberação para o duodeno são o teor de energia da dieta (LIDDLE et al., 1988), sua viscosidade, densidade, tamanho da partícula, tamanho da refeição e o tipo de dieta (GOGGIN et al., 1998).

Desta forma, a taxa de esvaziamento gástrico de gatos pode ser afetada, tanto pelo tamanho da refeição, como pela natureza física do alimento, seja ele seco ou úmido. Alimentos mais sólidos e ingeridos em maiores quantidades levam mais tempo para serem solubilizados e parcialmente digeridos (GOGGIN et al., 1998). No presente estudo, além do alimento ser seco e extrusado, a quantidade de matéria seca consumida para a avaliação, foi superior à utilizada por CHANDLER et al. (1998), justificando, assim, as diferenças nos resultados obtidos entre os estudos.

Os tempos para 50% de esvaziamento gástrico encontrados neste estudo, de 5,2 para dieta Controle e 7,4 horas para dieta com 10% de fibra de cana 10%, estão próximos ou dentro da faixa de valores (5,3 à 7,5 horas) obtidos em avaliações com gatos utilizando esta mesma metodologia, com diferentes alimentos (CHANDLER et al., 1997; SPARKES et al., 1997; CHANDLER et al., 1999).

Utilizando o método da cintilografia, GOGGIN et al. (1998), encontraram tempos de 50% e 90% de esvaziamento gástrico de dieta extrusada (1,2% de FB) de 4,4 e 6,1 horas, tempos inferiores aos verificados com a dieta Controle. A quantidade de dieta consumida (8,3g/kg PC) durante a avaliação foi semelhante entre estudos, podendo ser a composição da dieta e a metodologia empregada, responsáveis pela diferença nos resultados.

Uma hipótese para explicar o retardo do esvaziamento gástrico em resposta ao aumento da ingestão de fibra, verificado neste estudo, pode ser baseada na integração do sistema neuroendócrino. Sabe-se que a motilidade, secreção e absorção no trato gastrointestinal é promovida por ações e interações dos sistemas endócrino e neural. O controle neural do sistema gastrointestinal é exercido pelas divisões simpática e parassimpática do sistema nervoso autônomo e pelos neurônios dos plexos submucoso e mioentérico do sistema nervoso entérico. O controle endócrino do trato gastrointestinal é realizado pelas células enteroendócrinas, distribuídas pelo tecido gástrico, intestinal e pancreático, através da síntese de hormônios peptídicos. A ingestão de fibra pode provocar elevação da secreção de colecistoquinina, hormônio sintetizado pela mucosa duodenal e jejunal, e ativar o sistema nervoso entérico,

resultando em respostas motoras capazes de inibir o esvaziamento gástrico (WEBER et al., 2007).

O controle inibitório do esvaziamento gástrico é induzido por um reflexo enterogástrico (mecanismo neural) e pela enterogastrona (mecanismo endócrino). Os receptores para estes reflexos enterogástricos, localizados no duodeno, são altamente sensíveis e monitoram a composição das ingestas que deixam o estômago. Estes receptores são os osmorreceptores, responsivos a osmolalidade do lúmen, e receptores responsivos à acidez no duodeno. Desta forma, as diferenças do teor de fibra e de nutrientes das dietas, mesmo que mínima para os demais nutrientes, podem ter provocado mudanças no conteúdo estomacal, capazes de ativar estes receptores, induzindo reflexo enterogástrico e resultando em alteração no esvaziamento gástrico.

Os resultados do tempo de trânsito no intestino delgado e tempo de trânsito orocecal, determinados nos gatos após a alimentação com as dietas controle e fibra de cana 10%, encontram-se apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Tempo de trânsito no intestino delgado e tempo de trânsito orocecal, de gatos alimentados com as dietas experimentais.

Tempo de trânsito (horas)	Dietas		EPM <sup>1</sup>	CV <sup>2</sup> (%)	Valor p
	Controle	10% fibra			
<b>Intestino delgado</b>	3,5	3,6	0,399	39,3	0,881
<b>Orocecal</b>	6,9	8,5	0,591	29,5	0,184

<sup>1</sup>Erro padrão da média, n=6 por dieta;

<sup>2</sup>Coeficiente de variação.

A inclusão de fibra na dieta, não alterou significativamente o tempo de trânsito no intestino delgado ( $p=0,881$ ), nem o tempo de trânsito orocecal ( $p=0,184$ ). Utilizando dieta úmida, enriquecida ou não com fibras, os tempos de trânsito no intestino delgado, reportado por CHANDLER et al. (1998) foram inferiores, possivelmente, pelo maior teor de umidade da dieta utilizada em seu estudo.

A maior parte da digestão enzimática do alimento ocorre no intestino delgado (NRC, 2006). Valores semelhantes de tempo de trânsito no intestino delgado para as duas dietas utilizadas, indicam que a redução na digestibilidade dos nutrientes das dietas após inclusão de fibra, verificada no capítulo anterior, não é ocasionada por mudanças no tempo de trânsito do alimento no intestino delgado e sim, por outros fatores. Esta semelhança mostra-se interessante, pois indica menos interferência da fibra insolúvel no tempo de exposição do alimento à ação enzimática, no lúmen intestinal.

Contudo, existem algumas limitações do método que precisam ser consideradas. Valores de tempo de trânsito de alimentos obtidos em experimentos, dificilmente representam o comportamento de grandes quantidades de material no trato gastrintestinal, nem consideram a estrutura, o volume, ou o comprimento do tubo digestivo dos animais (NRC, 2006). O estresse ao qual os animais são submetidos em condições experimentais, também é um fator que pode gerar resultados artificiais, diferentes dos valores reais.

Ao utilizar a metodologia que emprega marcadores, como os utilizados neste estudo, assume-se que estes passam através do trato gastrintestinal na mesma velocidade do alimento. Carnívoros não possuem câmaras de fermentação no intestino e o alimento, segue um “fluxo laminar” com pouca mistura das partículas. No estudo de VASCONCELLOS (2007), gatos receberam cápsulas com óxido crômico (Figura 2), e demonstraram a presença de fluxo laminar no trato gastrintestinal, representada pela defecação parcialmente colorida pelo marcador. Este efeito confirma que nesta metodologia empregada, os marcadores utilizados neste estudo podem representar efetivamente o alimento e seu trânsito no trato gastrintestinal.



**Figura 2.** Fezes de gato após administração de cápsula contendo óxido crômico.

Estudos demonstram que o consumo de alimentos pode estar relacionado com o tempo de permanência do alimento no trato gastrointestinal, e com o consumo de fibras, baseando-se em respostas de saciação e saciedade. A presença do alimento no estômago no início da refeição determinou a quantidade de energia que foi ingerida e a duração do intervalo entre refeições em ratos (CASTRO et al., 1981). Estudo em humanos demonstrou que a remoção da fibra encontrada naturalmente nos alimentos, causa aceleração do esvaziamento gástrico e proporcionou fome mais rapidamente (BELINE et al., 1995). A distensão gástrica e intestinal estimula o nervo vago a emitir sinais de saciação e saciedade (CASE et al., 1998). PAPAS et al. (1989) concluíram que a distensão gástrica em cães é um fator que inibe o consumo alimentar. Outros polipeptídeos também são liberados e agem sobre o tempo de esvaziamento gastrointestinal, interferindo indiretamente na regulação do apetite.

Os resultados verificados neste estudo fornecem informações importantes com relação à fisiologia e comportamento do trato gastrointestinal dos gatos. Contudo, as conseqüências destes achados parecem não refletir em respostas importantes como a saciedade e saciação dos gatos, nem em mudanças no seu padrão de alimentação (Capítulo 2).

## **CONCLUSÕES**

Gatos alimentados com dieta seca extrusada e suplementada com 10% de fibra de cana, demonstraram inibição do esvaziamento gástrico, porém não demonstraram alterações no tempo de trânsito do alimento no intestino delgado e nem no tempo de trânsito orocecal.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS (AAFCO). **Official Publication 2010**. Association of American Feed Control Officials, 2004

BURKITT, D. P.; WALKER A. R. P.; PAINATER, N. S. Effect of dietary fiber on stools and transit times, and its role in the causation of disease. **The Lancet**, v. 2, p.1408-1411, 1972.

BURROWS, C. F., D. S. KRONFELD, C. A. BANTA, AND A. M. MERRITT. Effects of fiber on digestibility and transit time in dogs. **The Journal of Nutrition**, v. 112, p. 1726–1732, 1982.

CHANDLER, M. L.; GUILFORD, W. G.; LAWOKO, C. R. O. Radiopaque Markers to Evaluate Gastric Emptying and Small Intestinal Transit Time in Healthy Cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 11, n. 6 (November-December), p. 361-364, 1997.

CHANDLER, M. L.; GUILFORD, W. G.; LAWOKO, C. R. O. et al. Gastric emptying and intestinal transit times of radiopaque markers in cats fed a high-fiber diet with and without low- dose intravenous diazepam. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 40, n.1, p. 3-8, 1999.

EASTWOOD, M. A., BRYDON, W. G., ANDERSON, D. M. W. The effect of the polysaccharide composition and structure of dietary fibers on caecal fermentation and fecal excretion. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 44, p. 51-55, 1986.

FAHEY, G.C. Jr.; MERCHEN, N. R.; CORBIN, J. E. et al. Dietary fiber for dogs: I. Effects of graded levels of dietary beet pulp on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time. **Journal of Animal Science**, v.68, p. 4221-4228, 1990.

GOGGIN, J. M.; HOSKINSON, J. J.; BUTINE, M. D.; FOSTER, L. A.; MYERS, N. C. Scintigraphic assessment of gastric emptying of canned and dry diets in healthy cats. **American Journal of Veterinary Research**, v. 59, p. 388–392, 1998.

GOGGIN, J. M.; HOSKINSON, J. J.; KIRK, C. A. et al. Comparison of gastric emptying times in healthy cats simultaneously evaluated with radiopaque markers and nuclear scintigraphy. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 40, n. 1, p. 89-95, 1999.

HILL, R. C.; BURROWS, C. F.; ELLISON, G. W.,; BAUER, J. E. The effect of texturized vegetable protein from soy on nutrient digestibility compared to beef in cannulated dogs. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 2162–71, 2000.

MYERS, N. C.; KIRK, C. A.; JEWEL, D. E.; GOGGIN, J. M.; HOSKINSON, J. J. Assessment of gastric emptying time in cats using nuclear imaging and radiopaque markers. Abstract. Proc 14th ACVIM Forum, San Antonio, TX 1996.

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

ORNSTEIN, M. H.; BAIRD, I. M. Dietary fiber and the colon. **Molecular Aspects of Medicine**, v. 9, p. 41-67, 1987.

PEACHEY, S. E.; DAWSON, J. M.; HARPER, E. J. Gastrointestinal transit times in young and old cats. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 126, p. 85-90, 2000.

REINHART, G. D.; SUNVOLD, G. D. In vitro fermentation as a predictor of fiber utilization. In: RECENT advances in canine and feline nutritional research; IAMS INTERNATIONAL NUTRITION SYMPOSIUM, Ohio. Proceedings... Wilmington, Ohio; Orange Frazer, 1996. p.15-24, 1996.

SUNVOLD, G. D.; FAHEY JR., G. C.; MERCHEN, N. R.; REINHART, G. A. In vitro fermentation of selected fibrous substrates by dog and cat fecal inoculum: Influence of diet composition on substrate organic matter disappearance and short-chain fatty acid production. **Journal of Animal Science**, v.73, p.1110-1122, 1995.

STEYN, P. F.; TWEDT, D. C., TOOMBS, W. The scintigraphic evaluation of solid phase gastric emptying in normal cats. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v.36, n. 1, p. 327-333, 1995.

SPARKES, A. H.; PAPASOULIOTIS, K.; BARR F. J. et al. Reference ranges for gastrointestinal transit of barium-impregnated polyethylene spheres in healthy cats. **Journal of Small Animal Practice**, v.38, p. 340-343, 1997.

WEBER M; BISSOT T; SERVET, E et al. High protein and high fiber diet designed for weight loss improves satiety in dogs. **Journal Veterinary Internal Medicine**, v.21, p. 1203-1208, 2007.

WYSE, C. A.; MCLELLAN, J.; DICKIE, A. M. et al. A Review of Methods for Assessment of the Rate of Gastric Emptying in the Dog and Cat: 1898–2002. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 17, p.609–621, 2003.