

## RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 17/12/2016.

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

**FIBRA PARA CÃES: EFEITOS SOBRE O PROCESSO DE  
EXTRUSÃO, DIGESTIBILIDADE, FERMENTAÇÃO  
MICROBIANA, TEMPO DE RETENÇÃO INTESTINAL E  
PALATABILIDADE DE RAÇÕES PARA CÃES**

**Mariana Monti**  
Médica Veterinária

2015

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

**FIBRA PARA CÃES: EFEITOS SOBRE O PROCESSO DE  
EXTRUSÃO, DIGESTIBILIDADE, FERMENTAÇÃO  
MICROBIANA, TEMPO DE RETENÇÃO INTESTINAL E  
PALATABILIDADE DE RAÇÕES PARA CÃES**

**Mariana Monti**

**Orientadora: Profa. Dra. Cecilia Villaverde  
Coorientador: Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi**

**Dissertação de Mestrado apresentado à  
Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias –Unesp, Campus de  
Jaboticabal, como pré-requisito para a  
obtenção do título de Mestre em Medicina  
Veterinária (Clínica Médica Veterinária).**

**2015**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** FIBRA PARA CÃES: EFEITOS SOBRE O PROCESSO DE EXTRUSÃO, DIGESTIBILIDADE, FERMENTAÇÃO MICROBIANA, TEMPO DE RETENÇÃO INTESTINAL E PALATABILIDADE DE RAÇÕES PARA CÃES

**AUTORA:** MARIANA MONTI

**ORIENTADORA:** Profa. Dra. CECILIA VILLAVERDE HARO

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

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

Prof. Dr. AULUS CAVALIERI CARCIOFI

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

Profa. Dra. TELMA TERESINHA BERCHIELLI

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. RICARDO SOUZA VASCONCELLOS

Universidade Estadual de Maringá / Maringá/PR

Data da realização: 17 de dezembro de 2015.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**MARIANA MONTI** – Nascida em 13 de Setembro de 1988, em Ribeirão Preto –SP, graduada em Medicina Veterinária pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Campus de Jaboticabal em Dezembro de 2012. Foi bolsista PET veterinária (2009-2010) nesta mesma instituição e bolsista de iniciação científica da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (2011-2012) na área de nutrição de cães e gatos com ênfase em imunologia, nutrição e envelhecimento de cães Beagles sob a supervisão do Prof. Aulus Cavalieri Carciofi e da Prof<sup>a</sup>. Márcia de O.S. Gomes. Realizou Estágio Curricular na empresa de alimento para cães e gatos Selecta Pet Care Company e no Serviço de Nutrição Clínica da Universidade Autônoma de Barcelona, Espanha, supervisionado pela Profa. Cecília Villaverde. Fez mestrado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, campus de Jaboticabal, Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais na UNESP, Campus Jaboticabal na área de nutrição de cães e gatos com ênfase em fontes de fibras para cães e processo de extrusão. Foi bolsista do CNPQ e teve orientação dos Professores Aulus C Carciofi e Cecília Villaverde. Atualmente é pesquisadora na empresa Premier Pet, trabalhando na área de desenvolvimento de produtos.

*Dedico*

*Àos meus pais Eliana Aparecida Varanda e Rubens Monti,  
Àos meus pets: Neni, Nâna, Filho, Fio, Tita, Bel, Sara, Sansão e Totó*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vontade, coragem, paciência e perseverança para a realização deste trabalho.

Àos meus amados pais, Eliana e Rubens, por serem meus verdadeiros orientadores, pelo apoio, amor, presença, influência e determinação na minha formação.

À Nat e ao Rê, pelos amados sobrinhos Pedro e Maria Isabel.

Ao grande Mestre Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi pela orientação, oportunidade, confiança e amizade. Serei sempre grata a tudo, muito obrigada!

À querida Prof<sup>a</sup> Cecília Villaverde pela orientação, amizade e experiência proporcionadas a mim durante o mestrado. À todos os colegas de Barcelona que juntos fazem parte dessa equipe.

Ao professor Gener Tadeu Pereira pela ajuda prestada sempre que preciso e competência em seu trabalho.

Ao excelente colega de trabalho Michael Gibson, que tanto contribuiu para meu crescimento sobre extrusão e língua inglesa.

Aos meus queridos amigos: Aninha, Thailinha, Péti, Fabi (e Jú), Fer, Ferdi, Katiani, Chay + Flávio, Bruna P., Mayara's, Érico, Lud, Michele, Diego e Claudinha, pela amizade, respeito, e por todos os ótimos momentos vividos no lab nesses anos. Já estou sentindo falta!

As minhas grandes amigas Bruna, Raquel e Roberta pela amizade excepcional.

À Elaine, pela amizade, confiança, dedicação e amor verdadeiro aos animais.

Aos estagiários: Amanda, Aline, Larissa, Mariana, Lorraine, Fran, Hugo, Thiago, Matheus, Marcela, Adriane e Janine.

À Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal e ao Programa de Pós Graduação pela obtenção do título.

Agradeço ao CNPQ pela bolsa de estudos durante o mestrado.

À Mogiana Alimentos S/A, pela manutenção financeira do Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Doenças Nutricionais de Cães e Gatos "Prof. Dr. Flávio Prada".

À DILUMIX e ao Luíz Guilherme Marcondes, pela parceria, financiamento de todo o projeto e confiança em nosso trabalho.

Aos cães e gatos do LabNutri, pelos ensinamentos, carinho e companhia. Em especial, ao Filho, gatinho querido adotado por mim que fez parte desta jornada.

À todos que, direta e indiretamente, contribuíram para realização desta tese.

## SUMÁRIO

	Página
<b>CAPÍTULO 1- Considerações Gerais</b>	
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	2
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	4
Fibra para cães .....	4
Fibra de cana .....	7
Farelo de trigo .....	7
Fibra de goiaba .....	8
Fibra e o Processo de Extrusão .....	9
Moagem .....	10
Força de corte (avaliação de textura) .....	11
<b>3. HIPÓTESES DA DISSERTAÇÃO</b> .....	12
<b>4. REFERÊNCIAS</b> .....	13
<b>CAPÍTULO 2- FIBER INFLUENCE ON MACROSTRUCTURE AND PROCESSING TRAITS OF EXTRUDED DIETS FOR DOGS</b> .....	19
Abstract .....	21
INTRODUCTION .....	22
MATERIAL AND METHODS .....	23
RESULTS .....	31
DISCUSSION .....	38
REFERENCES .....	43
<b>CAPÍTULO 3- GUAVA FIBER: MATERIAL CHARACTERIZATION AND EFFECTS ON DIGESTIBILITY, FERMENTATION, GASTROINTESTINAL TRANSIT TIME AND PALATABILITY IN DOGS</b> .....	46
Summary .....	48
INTRODUCTION .....	49
MATERIAL AND METHODS .....	51
RESULTS AND DISCUSSION .....	61
REFERENCES .....	79
<b>CAPÍTULO 4- FIBER SOURCES AND PARTICLES SIZE ON NUTRIENT DIGESTIBILITY, FERMENTATION PRODUCTS, DIET PALATABILITY, AND GASTROINTESTINAL RETENTION TIME OF DOGS FED KIBBLE DIET</b> .....	87
Abstract .....	89
INTRODUCTION .....	90
MATERIAL AND METHODS .....	91
RESULTS AND DISCUSSION .....	99
LITERATURE CITED .....	113





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



## CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

### CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 07895/14 do trabalho de pesquisa intitulado **"Efeito do tamanho de partículas de fibra de caule (cana-de-açúcar, *Sacharum L.*), semente (farelo de trigo, *Triticum L.*) e fruta (goiaba, *Psidium guajava*) sobre o processamento de extrusão e função gastrointestinal de cães"**, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 08 de maio de 2014.

Jaboticabal, 08 de maio de 2014.

Prof.ª Dr.ª Paola Castro Moraes  
Coordenadora - CEUA

## FIBRA PARA CÃES: EFEITOS SOBRE O PROCESSO DE EXTRUSÃO, DIGESTIBILIDADE, FERMENTAÇÃO MICROBIANA, TEMPO DE RETENÇÃO INTESTINAL E PALATABILIDADE DE RAÇÕES PARA CÃES

**RESUMO-** Existe um grande interesse atual no desenvolvimento de alimentos para cães com alta concentração de nutrientes e baixa densidade energética. A adição de fibra em rações para *pet* é uma maneira de controlar as calorias do alimento propiciando benefícios, e ao mesmo tempo, promover a utilização mais eficiente das fontes de fibra que não são destinadas à alimentação humana. Desta forma, foram formuladas 8 dietas experimentais: Controle (CO), sem adição de ingredientes fibrosos; dietas com fibra de goiaba (GF3, GF6, GF12), com níveis de inclusão de 3%, 6%, e 12%; dietas com fibra de cana (SC), com 9% de inclusão e dois diferentes tamanho de partícula (grande - SC<sub>L</sub> e pequeno- SC<sub>S</sub>) e dietas com farelo de trigo (WB), com 32% de inclusão e dois diferentes tamanhos de partícula (grande- WB<sub>L</sub> e pequeno- WB<sub>S</sub>). Objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos de inclusões crescentes de fibra de goiaba, bem como o efeito da fibra de cana e do farelo de trigo moídos em diferentes tamanhos sobre o processo de extrusão, digestibilidade dos nutrientes, fermentação no intestino, tempo de retenção gastrointestinal (TRGI) e palatabilidade das dietas. Foi utilizado o programa SAS para análise estatística e as médias foram comparadas por contrastes polinomiais e ortogonais ( $P < 0,05$ ). No Capítulo 2, a adição da fibra de goiaba resultou em aumento linear da amperagem ( $P < 0,001$ ), temperatura ( $P < 0,001$ ) e pressão ( $P < 0,001$ ) na saída da extrusora. Níveis crescentes de goiaba trouxeram maior implemnto de energia mecânica específica (EME) ( $P < 0,001$ ), redução na expansão radial (ER) ( $P < 0,001$ ), aumento na densidade aparente (DA) e menor cozimento do amido. A fibra de cana, em comparação com a fibra de trigo reduziu a amperagem ( $P < 0,001$ ), EME ( $P = 0,013$ ) e DA, mas aumentou o comprimento específico ( $P < 0,001$ ). A inclusão de fibra em menor tamanho reduziu a amperagem ( $P < 0,001$ ), EME ( $P < 0,001$ ) e DA, mas aumentou a ER ( $P = 0,008$ ). No capítulo 3, as rações CO, GF3, GF6 e GF12 foram fornecidas a 24 Beagles adultos por 15 dias de adaptação e após esse período os animais foram alojados em gaiolas metabólicas para acessar a digestibilidade e fermentação. Os animais receberam por via oral uma pílula contendo 10 marcadores radiopacos para determinação do TRGI. O teste de palatabilidade foi realizado com 38 cães utilizando-se teste versus por comparação. A adição da fibra de goiaba não alterou a ingestão de nutrientes, exceto para fibra dietética total (FDT) ( $P < 0,001$ ). A inclusão de fibra resultou em menor digestibilidade para matéria seca (MS) ( $P < 0,001$ ), matéria orgânica (MO) ( $P < 0,001$ ), proteína (PB) ( $P < 0,001$ ), energia bruta (EB) ( $P < 0,001$ ) e energia metabolizável do alimento (EM) ( $P < 0,001$ ). A fibra de goiaba não alterou a concentração fecal de amônia, ácido láctico, pH fecal e ácidos graxos de cadeia ramificada (AGCR), porém, reduziu a concentração dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) acético e propiônico ( $P = 0,007$  e  $P = 0,006$ ). A inclusão de 6% de goiaba não alterou o TRGI, mas 12% de inclusão resultou em menor TRGI ( $P = 0,046$ ) comparado com a dieta CO. No capítulo 4, as dietas CO, SC<sub>L</sub>, SC<sub>S</sub>, WB<sub>L</sub> e WB<sub>S</sub> foram fornecidas a 30 Beagles adultos seguindo as mesmas metodologias do estudo com fibra de goiaba. Em comparação com a dieta CO, as dietas com fibra de cana e trigo aumentaram a ingestão de todos os nutrientes ( $P < 0,001$ ) e diminuíram a digestibilidade da MS, MO e ME ( $P < 0,001$ ), sem diferenças para PB, gordura, FDT e amido. Cães alimentados com farelo de trigo, em relação aos alimentados com fibra de cana, obtiveram aumento na concentração de ácido láctico ( $P < 0,001$ ) e diminuição da amônia ( $P < 0,001$ ) e pH ( $P < 0,001$ ) fecal, ácido isovalérico e ACCR total ( $P < 0,001$ ). A inclusão de ambas as fontes de fibra reduziram o TRGI comparado com a dieta CO ( $P < 0,001$ ). Os cães apresentaram preferência alimentar pela dieta sem fibra ( $P < 0,01$ ) sem efeitos claros quanto ao tamanho de partícula. No geral, concluiu-se que a adição de fibras limita o cozimento do amido e aumenta o gasto de energia na extrusão; torna as dietas duras, densas e exigem mais cautela para serem recobertas. A fibra de goiaba, por sua vez não causa alterações na fermentação intestinal e no TRGI de cães até 12% de inclusão. A fibra de cana e trigo com pequenos tamanhos de partículas utilizado nesse estudo não resultaram em melhoras quanto à digestibilidade de dietas com alta fibra e não alteraram o TRGI; entretanto, interferiram na formação de AGCC e preferência alimentar dos animais.

**Palavras-chave:** fibras, nutrição de cães, preferência alimentar, resposta fermentativa, tamanho de partícula, tempo de retenção intestinal.

## **FIBER FOR DOGS: EFFECTS ON EXTRUSION PROCESSING, NUTRIENTS DIGESTIBILITY, MICROBIAL FERMENTATION, GASTROINTESTINAL RETENTION TIME AND DIET PALATABILITY**

**ABSTRACT-** There is a great interest in developing dog food with high nutrient concentration and low energy density. The addition of fibers to commercial pet food is one way to moderate the energy density of these foods, provide health benefits to dogs and cats and, at the same time, to promote a more efficient utilization of feed resources that are not used in human foods. For this, a total of 8 fiber diets were manufactured: Control (CO), with no fibrous ingredient addition; guava fiber diets (GF3, GF6, GF12), at the inclusion levels of 3%, 6%, and 12%; sugarcane fiber diets (SC), with 9% inclusion and two different particle size (large - SC<sub>L</sub> and small - SC<sub>S</sub>) and wheat bran fiber diets (WB), with 32% inclusion and two different particle size (large - WB<sub>L</sub> and small - WB<sub>S</sub>). This study aimed to evaluate the effect of growing inclusion of guava fiber, as the effect of sugarcane and wheat bran with different particle size on extrusion processing, nutrients digestibility, intestinal fermentation, gastrointestinal retention time (GIRT) and palatability. The software SAS was utilized to statistical analysis and the meanings were compared by polynomial and orthogonal contrasts ( $P < 0.05$ ). In chapter 2, guava fiber inclusion resulted in linear increase of the amperage ( $P < 0.001$ ), temperature ( $P < 0.001$ ) and pressure ( $P < 0.001$ ) at the extruder die was verified. A higher implementation of specific mechanical energy (SME) ( $P < 0.001$ ), a reduction in radial expansion ( $P < 0.001$ ), and a greater specific piece density was verified for guava fiber supplemented diets. The sugarcane fiber in comparison with wheat bran reduced amperage ( $P < 0.001$ ), SME ( $P = 0.013$ ) and piece density, but increased specific length ( $P < 0.001$ ). The inclusion of fibers with smaller size, reduced the engine amperage ( $P < 0.001$ ), SME ( $P < 0.001$ ) and extruded piece density, but increased the radial expansion ( $P = 0.008$ ). In chapter 3, the diets CO, GF3, GF6 and GF12 were fed to 24 adult Beagle dogs during 15 days of adaptation and afterwards the dogs were housed in cages for fecal collection to assess digestibility and fermentation end products. The dogs received an oral pill containing radiopaque markers to determine gastrointestinal retention time (GIRT). Diet palatability was evaluated by the two-pan test using 38 dogs. The addition of guava fiber did not change nutrient intake except for dietary fiber ( $P < 0.001$ ). Fiber inclusion resulted in lower total tract apparent digestibility for dry matter ( $P < 0.001$ ), organic matter ( $P < 0.001$ ), crude protein ( $P < 0.001$ ), crude energy ( $P < 0.001$ ) and food ME ( $P < 0.001$ ). Guava fiber addition did not change the fecal concentration of ammonia, lactic acid, fecal pH, and branched chain fatty acids but it decreased short chain fatty acid concentrations for acetic and propionic acids ( $P = 0.007$  and  $P = 0.006$ ). The inclusion of 6% guava fiber did not alter the gastrointestinal transit time, but 12% inclusion did result in a reduced GIRT ( $P = 0.046$ ) compared to the control diet. The chapter 4, the Diets CO, SC<sub>L</sub>, SC<sub>S</sub>, WB<sub>L</sub> e WB<sub>S</sub> were offered to 30 adult Beagles following the same methodologies used in guava fiber study. In comparison with the CO diet, the diets with sugarcane and wheat bran fiber increased the nutrient intake ( $P < 0.001$ ) and decreased the coefficients of total tract apparent digestibility (CTTAD) of DM, OM and food ME ( $P < 0.001$ ) without differences for CP, fat, TDF and starch. Dogs fed WB diets, comparing fiber sources, had greater lactic acid concentration ( $P < 0.001$ ) and lower fecal pH and fecal ammonia ( $P < 0.001$ ), isovaleric and total branched chain fatty acids concentration ( $P < 0.001$ ). The inclusion of both fibers decreased the gastrointestinal retention time compared to CO diet ( $P < 0.001$ ). Palatability testing results indicated that the CO treatment was preferred over the fiber diets without clear effects about particle size. In general, fibers addition limited the starch cooking, increases processing cost, turn the kibbles hard, and could bring difficulties for coating. The guava fiber not occasioned alterations in the intestinal fermentation and in the GIRT until 12% inclusion. The sugarcane and wheat bran with small particles did not result in improved digestibility of a high fiber diet and GIRT; however, may have interfered on BCFA and palatability.

**Keywords:** fiber, fermentative response, food preference, gastrointestinal retention time, particle size.

## **CAPÍTULO 1**

### **CONSIDERAÇÕES GERAIS**

## CAPÍTULO 1- Considerações gerais

### 1. INTRODUÇÃO

A população de cães domésticos no Brasil em 2014 foi estimada em 58,4 milhões de animais, presentes em quase 50% dos lares brasileiros. Essa população impulsiona mercado especializado, formado por mais de 140 mil pontos de venda, segundo os dados da Associação Brasileira de Indústria de Produtos para Animais de Estimação (ABINPET, 2014). A estimativa para o ano de 2015 é de crescimento de 7% sobre 2014, o que significa R\$17,9 bilhões de faturamento dos segmentos “Pet”, o que representa em torno de 0,31% do PIB nacional (EUROMONITOR, 2013). Deste faturamento, 67,5% abrange as indústrias de “Petfood” (ABINPET, 2014). A indústria de alimentação animal brasileira, em 2014, produziu mais de 67 milhões de toneladas de ração, de acordo com Sindirações, tendo como principais fatores propulsores a ascensão das classes sociais, o aumento da renda dos brasileiros e a ampliação da posse responsável, com maior dedicação e cuidado aos animais.

A busca de alimentação saudável para cães e gatos é frequente por parte dos proprietários, visando aumentar a longevidade e prevenir o desenvolvimento de doenças, como a obesidade (BONTEMPO, 2005). Em virtude do aumento desta enfermidade (GERMAN et al., 2012), atualmente, a inclusão de fibras na dieta tornou-se realidade por parte das indústrias de “*petfood*” (KAWAUCHI et al., 2011). Versões light, diet ou de redução de calorias estão presentes nos produtos de praticamente todas as indústrias. Fibra tem sido empregada para se reduzir o valor energético da dieta e favorecer o ajuste entre ingestão e gasto calórico, favorecendo a manutenção de condição corporal saudável (FISHER et al., 2012). Já é estabelecida a influência da fibra na digestibilidade da energia. Segundo o Nutrient Requirements of Dogs and Cats (NRC, 2006), para cães cada ponto percentual de fibra adicionada ao alimento ocasiona redução de 1,43% da digestibilidade da energia da ração. Adicionalmente, fibra é incluída devido à sua influência na manutenção da saúde do trato gastrointestinal (REINHART; SUNVOLD, 1996),

formação e consistência das fezes (BURKHALTER et al., 2001), diluição da energia do alimento (BISSOT et al., 2010), regulação do apetite e saciedade (BOSCH et al., 2009) e devido a alegações de melhorar o metabolismo de carboidratos (CARCIOFI et al., 2005).

Os estudos até o momento para cães limitaram-se a avaliar inclusões de fibra, da forma como estas foram obtidas industrialmente e seus efeitos nos animais, incluindo digestibilidade dos nutrientes, formação de fezes, tempo de trânsito intestinal, produtos de fermentação e respostas metabólicas (FAHEY et al., 1990a, 1990b, 1992; SUNVOLD et al., 1995a; SWANSON et al., 2001; SA et al., 2013; MONTI et al., 2015). Com exceção de uma única publicação com celuloses purificadas (WICHERT et al., 2002), estudos sobre o processamento das fontes de fibra em si, especificamente quanto à influência do tamanho geométrico de suas partículas sobre as respostas induzidas nos animais não estão disponíveis para cães. O processamento industrial da fibra, no entanto, muda suas características físico-químicas, podendo aumentar sua fermentabilidade, solubilidade e viscosidade, alterando assim os efeitos que esta ocasiona nos animais (ZHANG et al., 2009; REDGWELL et al., 2011; ROBIN et al., 2012).

Outro aspecto relevante da fibra é indução de importantes alterações no processo de extrusão. Por se tratar de material altamente polimerizado e estruturado, esta não é expansível e apresenta variável absorção de água, interferindo na geração de viscosidade, cozimento, fluxo da massa no interior do tubo de extrusão, formação da estrutura celular e taxa de expansão do extrusado (KARKLE, 2011). Verifica-se, assim, que a inclusão de fibra nas formulações, apesar de justificada pelo aspecto nutricional, traz importantes desafios de processamento, com aumento do consumo de energia elétrica e produção de extrusados poucos expandidos, densos e duros (KARKLE, 2011; MORARU et al., 2003; CAMIRE et al., 2007). Estas informações, infelizmente, somente estão disponíveis para extrusão de alimentos para o homem, produzidas em estudos com cereais matinais. Cereais matinais são basicamente formulados com cereais (arroz, milho, trigo, aveia) e açúcares (glicose, sacarose e frutose), com muito pouca proteína e gordura (BRENNAN et al., 2008). Sendo assim, as grandes diferenças de matérias primas e composição química dos cereais matinais em relação às formulações para cães e

gatos fazem com que não seja possível se extrapolar diretamente estes dados para os alimentos comerciais para estes animais, apesar dos equipamentos de extrusão serem similares.

Tendo em vista o exposto anteriormente, esta Dissertação teve por objetivos gerais avaliar os efeitos de inclusões crescentes de fibra de goiaba, bem como o efeito da fibra de cana e do farelo de trigo moídos em diferentes tamanhos sobre o processo de extrusão, digestibilidade dos nutrientes, fermentação no intestino, tempo de trânsito intestinal e palatabilidade de alimentos extrusados para cães.

Pretendeu-se, como objetivos específicos:

- Estudar o efeito da adição de teores crescentes de fibra de goiaba, em formulação para cães, sobre o processo de extrusão, formação e macroestrutura dos extrusados, digestibilidade dos nutrientes e da energia, tempo de retenção do alimento no trato digestório, formação de produtos de fermentação e palatabilidade das dietas.
- Avaliar o efeito de dois tamanhos geométricos de fibra de cana e do farelo de trigo sobre o processo de extrusão, formação e macroestrutura dos extrusados, digestibilidade dos nutrientes e da energia, tempo de retenção do alimento no trato digestório, formação de produtos de fermentação e palatabilidade de dietas contendo teores moderados de fibra dietética alimentar.

## **2. Revisão de literatura**

### **Fibra para cães**

A fibra alimentar é composta por partes comestíveis das plantas, carboidratos resistentes à digestão e absorção que podem ser solúveis ou insolúveis em água, fermentados ou não fermentados pela microbiota do intestino grosso (AACC, 2001). Características como solubilidade e fermentabilidade definem a funcionalidade da fibra para cães (NRC, 2006; CARCIOFI, 2008). A fermentabilidade diz respeito à velocidade e extensão de degradação bacteriana da fibra e correspondente produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Estes últimos são benéficos ao trato gastrintestinal, mas em elevadas concentrações promovem aumento do

#### 4. REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. ed. Saint Paul, v.9, 1990.

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. The definition of dietary fibre. **Cereal foods World**, v. 46, p.112-126, 2001.

ABINPET (Associação Brasileira de Indústria de Produtos para Animais de Estimação). **Setor de Pet Food** (alimentos para animais de companhia). Disponível em: <http://abinpet.org.br/informe-abinpet/>. Acesso em: 19 jun. 2014.

ALTAN, A.; MCCARTHY, K.L.; MASKAN, M. Twin-screw extrusion of barley-grape pomace blends: Extrudate characteristics and determination of optimum processing conditions. **Journal of Food Engineering**, v.89, n.1, p.24-32, 2008. doi:10.1016/j.jfoodeng.2008.03.025

BELLAVER, C.; NONES, K. A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. In: **IV Simpósio Goiano de Avicultura**, 2000. Goiânia Embrapa, Documentos. Disponível em: <  
[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_s3f21x6f.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_s3f21x6f.pdf)>  
Acessado em: 05 de Dezembro de 2015.

BISSOT, T.; SERVET, E.; VIDAL, S.; SERGHERAERT, R.; EGRON, G.; HUGONNARD, M.; HEATH, SE.; BIOURGE, V.; GERMAN, AJ. 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. doi: 10.1016/j.jfms.2009.07.003

BONTEMPO, V. Nutrition and health of dogs and cats: evolution of *petfood*. **J. Vet. Res.** v.29, p.45-50, 2005.

BOSCH G.; VERBRUGGHE A.; HESTA M.; HOLST, J.J.; van der POEL, A.F.; JANSSENS, G.P.; HENDRIKS, W.H. 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. doi: 10.1017/S0007114508149194

BRENNAN, M.A.; MERTS, I.; MONRO, J.; WOOLNOUGH, J.; BRENNAN, C.S. Impact of guar gum and wheat bran on the physical and nutritional quality of extruded breakfast cereals. **Starch**, v. 60, p. 248–256, 2008. doi: 10.1002/star.200700698

BURKHALTER, T.M.; MERCHEN, N.R.; BAUER, L.L.; MURRAY, S.M.; PATIL, A.R.; BRENT, J.L.Jr.; FAHEY, G.C.Jr. 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**. 131: 1978–1985, 2001.

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

<sup>1</sup> Elaborada de acordo com as normas da NBR – 6023/2002 (ABNT)



BUTOLO, J.E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. In: **Simpósio Sobre Animais de Estimação**. Anais. Campinas:CBNA, 430p. 2010.

CALABRO, S.; CUTRIGNELLI, M.I.; BOVERA, F.; CARCIOFI, A.C.; TUDISCO, R.; GUGLIEMELLI, A.; PICCOLO, G. In vitro evaluation of different fiber sources and potential prebiotics for dogs. In: **Congress Of The European Society Of Veterinary And Compararative Nutrition**, Vienna, Austria. Anais: University of Veterinary Medicine Vienna. v.1, p.63. 2008.

CAMIRE, M.E.; DOUGHERTY, M.P.; BRIGGS, J. L. Functionality of fruit powders in extruded corn breakfast cereals. **Food Chemistry**, v.101, n.2, p.765-770, 2007. doi:10.1016/j.foodchem.2006.02.031

CARCIOFI, A.C. Emprego de fibras em alimentos para cães e gatos. In: **Simpósio Sobre Nutrição de Animais de Estimação**, 2005. Anais. Campinas: CBNA, 2005, p.95-108.

CARCIOFI, A.C.; TAKAKURA, F. S.; OLIVEIRA, L.D.; TESHIMA, E.; JEREMIAS, J.T.; BRUNETTO, M.A.; PRADA, F. 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. doi: 10.1111/j.1439-0396.2007.00794.x.

CASE, S.E.; HAMANN, D.D.; SCHWARTZ, S.J.. Effect of starch gelatinization on physical properties of extruded wheat – and corn based products. **Cereal Chemistry** v.69, n.4, p.401-404, 1992.

CHALLACOMBE, C.A.; SEETHARAMAN, K.; DUIZER, L.M. Sensory characteristics and consumer acceptance of bread and cracker products made from red or white wheat. **Journal of Food Science**. v.76, n.5, p.337-46, 2011. doi: 10.1111/j.1750-3841.2011.02200.x.

CRANE, S.W.; GRIFFIN, R.W.; MESSENT, P.R. Introduction to commercial pet foods. In: Hand, Thatcher, Remillard, Roudebush. 2000. **Small Animal clinical nutrition**, 4ed. Mark Morris Institute, P.O. Box 2097, Topeka, Kansas 66601-2097.

DAHLKE, F.; RIBEIRO, A.M.L; KESSLER, A.M.; LIMA A.R. Tamanho da partícula domilho e forma física da ração e seus efeitos sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, p. 211-217, 2001.

DURIGAN, J. F.; SARZI, B.; MATTIUZ, B. PINTO, S.A.A.; DURIGAN, M.F.B. Tecnologia de processamento mínimo de abacaxi, goiaba e melancia. **Embrapa, Documentos**. Disponível em: <[www.cnph.embrapa.br/novidade/eventos/semipos/texto14.pdf](http://www.cnph.embrapa.br/novidade/eventos/semipos/texto14.pdf)> Acessado em: 30 de Julho de 2014.

Euromonitor® International. **The Global Dog and Cat Food Market: Opportunities to Maximise Performance**. Disponível em <<http://www.euromonitor.com/pet-care>>.

GERMAN, A. J.; HOLDEN, S. L.; WISEMAN-ORR, M.L.; REIDB, J.; NOLAN, A.M.; BIOURGEC, V.; MORRIS, P.J.; M, SCOTT, E.M. Quality of life is reduced in obese dogs but improves after successful weight loss. **Veterinary Journal**, v.192, p.428-434, 2012. doi:10.1016/j.tvjl.2011.09.015

GIBSON, M.; ALAVI, S. Pet Food Processing- Understanding Transformations in Starch during Extrusion and Baking. **Cereal Foods World**, v.58, n.5, p.232-236, 2013. doi: 10.1094/CFW-58-5-0232

FAHEY, G.C.JR.; 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, p. 4221-4228, 1990a.

FAHEY, G.C.JR.; 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.; HAMILTON, A.K; BAUER, L.L.; TITGEMEYER, E.C.; HIRAKAWA, D.A. 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.

FISHER, J. Fruit Fibers. In: **Fiber Ingredients: Food Applications and Health Benefits**; Eds. CRC Press, Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, USA, p. 427-438, 2009.

FISCHER, M.M.; KESSLER, A.M.; SÁ, L.R.M.; VASCONCELLOS, R.S.; ROBERTI FILHO, F.O.; NOGUEIRA, S.P.; OLIVEIRA, M.C.C.; CARCIOFI, A.C. Fiber fermentability effects on energy and macronutrient digestibility, fecal parameters, postprandial metabolite responses, and colon histology of overweight cats. **Journal of Animal Science**, v.90, n.7, p. 2233-45, 2012. doi: 10.2527/jas.2011-4334

FOSCHIA, A.M.; PERESSINI, D.; SENSIDONI, A.A.; BRENNAN, C.S. The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products. **Journal of Cereal Science**,v.58, p.216-227, 2013. doi:10.1016/j.jcs.2013.05.010

HEALY, B.J.; HANCOCK J. D.; KENNEDY G.A.; BRAMELCOX, P. J.; BEHNKE, K. C.; HINES R.H. Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum for nursery pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, n.9, p. 2227-2236, 1994.

HERNOT, D.C.; DUMON, H.J.; BIOURGE, V.C.; MARTIN, L.J.; NGUYEN, P.G. Evaluation of association between body size and large intestinal transit time in healthy dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v.67, p.342-347, 2006.

ISHIZAKI, M.H.; VISCONTE, L.L.Y.; FURTADO, C.R.G.; LEITE, M.C.A.M.; LEBLANC, J.L. Caracterização Mecânica e Morfológica de Compósitos de

Polipropileno e Fibras de Coco Verde: Influência do Teor de Fibra e das Condições de Mistura. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.16, n. 3, p.182-186, 2006.

KARKLE, E.N.L. **Carbohydrate components of pomace in corn-based extrudates: interactions, expansion dynamics, and structure-texture relationships**. Tese de Doutorado (Philosophy Department of Grain Science and Industry). College of Agriculture Kansas State University, Manhattan, Kansas, 2011.

KAWAUCHI, I. M.; SAKOMURA, N.K.; VASCONCELLOS, R. S.; de-OLIVEIRA L.D.; GOMES, M.O.S.; LOUREIRO, B.A.; CARCIOFI, A.C. Digestibility and metabolizable energy of maize gluten feed for dogs as measured by two different techniques. **Animal Feed Science and Technology**, v. 169, p. 96-103, 2011. doi:10.1016/j.anifeedsci.2011.05.005

KTENIOUDAKI, A. and GALLAGHER, E. Recent advances in the development of high-fibre baked products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 28, p. 4-14, 2012. doi:10.1016/j.tifs.2012.06.004

LEANDRO, N.S.M.; STRINGUINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; ORSINE, G.F.; ROCHA, A.C. Efeito da granulometria do milho e do farelo de soja sobre o desempenho de codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1266-1271, 2001.

MAGA, J.A.; KIM, C.H. Co-Extrusion of rice flour with dried fruits and fruit juice concentrates. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v.22, n.4, p.182-187, 1989.

MAPA. Fruticultura - **Análise da Conjuntura Agropecuária**. Acessado em: 30 de Julho de 2014. Disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura\\_2012\\_13.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2012_13.pdf)

MORARU, C.I. & KOKINI, J.L. Nucleation and expansion during extrusion and microwave heating of cereal foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.2,n.4, p.120-138, 2003. doi: 10.1111/j.1541-4337.2003.tb00020.x

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dogs and cats**. Washington, D.C: National Academy Press, 2006.

OWSLEY, W.F.; KNABE, D.A.; TANKSLEY, T.D.JR. Effect of sorghum particle size on digestibility of nutrients at the terminal ileum and over the total digestive tract of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**. v, 52, n.3, p.557-66, 1981.

PRASSAD N.B.L.; AZEEMODDIN, G. Characteristics and composition of guava (*Psidium guajava*) seed and oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.71, n.4, p.457-458, 1994.

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

POMMER, C. V.; MURAKAMI, K. R. N. **A goiaba no mundo**. O agrônomo, Campinas, p. 22-26, 2006.

RATNAYAKE, W.S.; JACKSON, D.S. Starch: sources and processing. In: **Encyclopedia of Food Science. Food Technology and Nutrition**. 2nd ed. Rev. New York: John Wiley & Sons, p.5567-5572, 2003.

REDGWELL, R.J.; CURTI, D.; ROBIN, F.; DONATO, L.; PINEAU, N. Extrusion-Induced Changes to the Chemical Profile and Viscosity Generating Properties of Citrus Fiber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.59, p.8272–8279, 2011. doi: 10.1021/jf201845b.

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, p.15-24, 1996.

Riaz, M. N., 2000. **Extruders in food applications**, In: Riaz M. N. Introduction to extruders and their principles. CRC Press, pp.1-23.

RIAZ, M.N. 2007. **Extruders and Expanders in Pet Food, Aquatic and Livestock Feeds**. Agrimedia, Clenze, p.400.

ROBIN, F.; SCHUCHMANN, H.P.; PALZERC, S. Dietary fiber in extruded cereals: Limitations and Opportunities. **Trends in Food Science & Technology**, v. 28, p.23-32, 2012. doi:10.1016/j.tifs.2012.06.008

SILVA, D.A.T.; RABELLO, C.B.V.; SILVA, E.P. et al. Efeito de dois métodos de pré-secagem na composição bromatológica do resíduo do farelo de goiaba para frango de corte In: **Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFRPE – Congresso de Iniciação Científica. Anais do Congresso**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2006.

SILVA, F.L. **Emprego de fibra de cana-de-açúcar na alimentação de cães: controle da digestibilidade, tempo de retenção intestinal, efeito de saciedade e interferência na saciedade e respostas glicêmicas, insulínicas, colesterol e triglicerídeos pós-prandiais**. 2013. Tese de Mestrado. Medicina Veterinária. Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária, FCAV, UNESP, Jaboticabal, São Paulo.

SÁ, F.C.; VASCONCELLOS, R.S. BRUNETTO, M.A.; FILHO, F.O.R.; GOMES, M.O.S.; CARCIOFI, A.C. Enzyme use in kibble diets formulated with wheat bran for dogs: effects on processing and digestibility **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.97, p.51–59, 2013 25. doi: 10.1111/jpn.12047.

SILVA, E.P.; SILVA, D.A.T.; RABELLO, C.B.V.; LIMA, R.B., LIMA, M.B.; LUDKE, J.V. Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate 60 para frangos de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1051-1058. 2009.

SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. et al. Diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas peletizadas para a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em fase de crescimento. Desempenho e digestibilidade aparente. **Zootecnia Tropical**, v.21, p.275-287, 2003.

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, 1995a

SUNVOLD, G.D.; FAHEY JR, G.C.; MERCHEN, N. R. et al. Dietary fiber for dogs: IV. In vitro fermentation of selected fiber sources by dog fecal inoculum and in vivo digestion and metabolism of fiber-supplemented diets. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 1099-1109, 1995b.

SWANSON, K.S.; GRIESHOP, C.M.; CLAPPER, G.M.; SHIELDS, R.G.; BELAY, T. Jr., Merchen, N.R.; Fahey, Jr.G.C. Fruit and vegetable fiber fermentation by gut microflora from canines. **Journal of Animal Science** v. 79, p. 919–926, 2001.

TRAN, Q.D. **Extrusion processing: effects on dry canine diets**. Tese (Doctorate in Feed Technology). Wageningen University. The Netherlands. 2008.

UPADHYAY, A.; SHARMA, H.K.; SARKAR, B.C. Optimization of carrot pomace powder incorporation on extruded product quality by response surface methodology. **Journal of Food Quality**, v.33, p.350-369, 2010. doi: 10.1111/j.1745-4557.2010.00323.x

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

ZHANG, M.; LIANG, Y.; PEI, Y.; GAO, W.; ZHANG, Z. Effect of Process on Physicochemical Properties of Oat Bran Soluble Dietary Fiber. **Journal of Food Science**. v.74, n. 8, 2009. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01324.x.

WICHERT B.; SCHUSTER, S.; HOFMANN, M.; DOBENECKER, B.; KIENZLE, E. Influence of Different Cellulose Types on Feces Quality of Dogs. American Society for Nutritional Sciences. **Journal of Nutrition**. v.132, p.1728–1729, 2002