LÍVIA ROSA FOLCONI

Avaliação de coprodutos da alimentação humana como fonte alternativa de fibras para cães: parâmetros digestivos e metabólicos

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

Departamento:

Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração:

Nutrição e Produção Animal.

Orientador:

Prof. Dr. Márcio Antonio Brunetto

De acordo: _____

Orientador

Pirassununga
2015

Obs: A versão original se encontra disponível na Biblioteca da FMVZ/USP

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

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

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

T.3194
FMVZ

Folconi, Livia Rosa
Avaliação de coprodutos da alimentação humana como fonte alternativa de fibras para
cães: parâmetros digestivos e metabólicos / Livia Rosa Folconi. -- 2015.
70 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga,
2015.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Antonio Brunetto.

1. Celulose. 2. Farelo de arroz. 3. Polpa cítrica. 4. Polpa de maçã. 5.
Sustentabilidade I. Título.

PARECER DA COMISSÃO DE ÉTICA

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Avaliação de resíduos da alimentação humana como fonte alternativa de fibras para cães: parâmetros digestivos e metabólicos", protocolado sob o CEUA nº 9029151014, sob a responsabilidade de **Marcio Antonio Brunetto e equipe; Livia Rosa Folconi; Cristiana Ferreira Pontieri; Juliana Toloi Jeremias** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei 11.794, de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovado** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMZV) em reunião de 12/11/2014.

We certify that the proposal "título em inglês", utilizing 24 Dogs (24 females), protocol number CEUA 9029151014, under the responsibility of **Marcio Antonio Brunetto and team; Livia Rosa Folconi; Cristiana Ferreira Pontieri; Juliana Toloi Jeremias** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes (or teaching) - it's in accordance with Law 11.794, of October 8 2008, Decree 6899, of July 15, 2009, with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of São Paulo University (CEUA/FMZV) in the meeting of 11/12/2014.

Vigência da Proposta: de 04/2014 a 08/2014

Área: Nutrição E Produção Animal (vnp)

Procedência: Centro de Desenvolvimento Nutricional da Premier Pet

Espécie: Cão

Gênero: Fêmeas

idade: adultos

N: 24

Linhagem: -

Peso: 20kg

São Paulo, 30 de julho de 2015

Prof. Dra. Denise Tabacchi Fantoni
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Universidade de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: Lívia Rosa Folconi

Título: **Avaliação de coprodutos da alimentação humana como fonte alternativa de fibra para cães: parâmetros digestivos e metabólicos**

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

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Dedico

Á Sueli, minha mãe, que tanto amo. Ao companheiro de todas as horas, Plínio. E meu querido tio Sidnei como forma de gratidão por acreditarem em mim e por todo apoio.

AGRADECIMENTO

Agradeço à empresa Premier Pet, pela oportunidade e confiança.

À Profa. Maria Beatriz Glória, e aos técnicos de laboratório da UFMG, por permitir a realização de minhas análises.

Aos técnicos do Laboratório de Bromatologia do VNP, Ana, Simi, Renata e Ari. Obrigada pela força, pelo auxílio nas análises experimentais, atenção e carinho que me receberam.

Aos funcionários da seção de Pós-Graduação, Fábiana e Alexandra e João Paulo, por toda ajuda que me deram.

A CAPES, agradeço pela bolsa de estudos concedida durante o período letivo.

Aos meus educadores, os quais tenho grande admiração, Catarina Gomide, Jacinta Ferrugem, Ives, Gameiro, Cesinha, Joanir Eler, Júlio Balieiro e Cristiane Araújo, por todo incentivo, críticas e ensinamentos dentro e fora da sala de aula.

Agradeço à técnica Claudia Nogueira, ao professor Aulus Carciofi e aos alunos da UNESP de Jaboticabal pelo auxílio na produção das dietas para este estudo.

Aos meus irmãos, Rene e Vinicius, por esse amor que temos um pelo outro, pela cumplicidade eterna, pelos momentos felizes. Por se fazerem presentes em minha vida, por nossa amizade e companheirismo.

Obrigada Sueli e Dirce, minhas queridas mãe e avó, pela paciência, amor, compreensão e conselhos e principalmente pelo incentivo à realização deste mestrado. Minha admiração por vocês como mulher e exemplo de mãe é infinita.

Agradeço infinitamente ao meu tio Sidnei, que me incentivou, não apenas com palavras, mas também financeiramente. Meu muito obrigada meu amado tio, sua presença em minha vida fez toda a diferença, serei eternamente grata.

Meu amigo Evandro Moraes, pelos bate papos divertidos, confiança e conselhos e por me presentear com o Blue. Meu amor por este passarinho é enorme e este carinho se estende a você sempre que olho para ele.

Ao meu orientador Márcio Brunetto, agradeço pela disponibilidade, atenção, confiança depositada em mim e pela valiosa oportunidade de realizar o mestrado e pela singular experiência que vivi ao trabalhar em meu experimento. Obrigada!

A Natália Koyama, vizinha, amiga, irmã japonesa, minha alma gêmea, exemplo de disciplina e dedicação, alguém que admiro imensamente, pela sinceridade, carinho, noite de conversas e vinhos, conselhos, ouvidos, ombro amigo. Obrigada por cuidar de mim.

Agradeço pelos momentos de conversa e de parceria que desfrutei com novos amigos, que fiz nesta breve passagem pela pós graduação e aos antigos amigos que me acompanham ao longo dos anos, desde a graduação. Obrigada Natalia Utimi, Joice, Caio Pianta, Juliana Monteiro, Adrielle Ferrinho, Lenise Mueller, Jéssica Vilela, Rafael Fortes e Maria Cecilia.

A Andressa, pelas longas noites inspiradoras, pelo singular auxílio prestado em minha dissertação, que foram de extrema importância para mim. Obrigada pela amizade, carinho e conselhos de meditação.

Aos meus companheiros de trabalho, Laura, Mariane, Massae, Karine, Maria, João Paulo, Eduardo, Fábio e Dóris, pelo companheirismo, auxílio sempre que precisei e pela amizade.

Aos funcionários do CDN, Leda, Brown, Suzana, Gustavo e Claudemir, Obrigada pela generosidade, paciência, atenção, pelas risadas, e ensinamentos. Ao trabalhar com vocês me senti parte de uma equipe. Levo cada um em meu coração.

Aos pesquisadores do CDN, Juliana Jeremias, Paula Takeara, Iris Kawauchi, Danilo, Cris Pontieri agradeço pela confiança que depositaram em mim, amizade, respeito e carinho sincero. Aprendi o valor do trabalho em equipe me senti acolhida por todos.

Ao Plínio, que demonstra seu amor diariamente, Obrigada por ser quem é, pela paciência, afeto e companheirismo durante esses 13 anos de união. Seu apoio e amizade foram essenciais.

A Melina Zanlorenzi, por estar ao meu lado nesses 20 anos de amizade. Ao te olhar sinto o amor em minha alma.

Aos cães que participaram deste estudo, Loui, Yoko, Simba, Timão, Mel, Príncipe, Aladin, Areta, Marley e ao querido gato Mikey. Fizeram dos meus dias muito mais prazerosos, unindo aprendizado e ciência. Obrigada !!

Aos vários pets de minha vida, que muito me ensinaram e ensinam e principalmente ao meu companheiro mais fiel, pincher de 10 anos, Hércules, ao Blue, o Ring Neck mais encantador e fascinante que existe e a melhor presença que Deus colocou em minha vida, a border colie de 4 anos Cléo. Agradeço pelo companheirismo e inspiração.

Esta conquista devo a todos. Acolham os meus mais sinceros e verdadeiros agradecimentos.

“Cada pessoa que passa em nossa vida, passa sozinha, é porque cada pessoa é única e nenhuma substitui a outra! Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha e não nos deixa só porque deixa um pouco de si e leva um pouco de nós. Essa é a mais bela responsabilidade da vida e a prova de que as pessoas não se encontram por acaso”

Charles Chaplin

“Nem tudo que se enfrenta pode ser modificado, mas nada pode ser modificado até que seja enfrentado”

Albert Einstein

RESUMO

FOLCONI, L. R. **Avaliação de coprodutos da alimentação humana como fonte alternativa de fibra para cães: parâmetros digestivos e metabólicos** [Evaluation of co-products human food as an alternative source of fiber for dogs: digestive and metabolic parameters]. 2015. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP, 2015.

As fibras de coprodutos da produção de sucos, néctar e refrescos possuem propriedade funcional, envolvidas no metabolismo fermentativo da microbiota intestinal, com benefícios potenciais à saúde dos cães. O emprego de coprodutos alimentícios humano no desenvolvimento de petfood apresentam vantagens de sustentabilidade ambiental e econômica. O estudo objetivou avaliar os efeitos de dietas extrusadas com inclusão fixa de 3,5% de celulose (CEL), farelo de arroz desengordurado (FAR), polpa cítrica (PCT) e polpa de maçã (PMA) como fontes de fibras dietéticas solúveis e insolúveis nos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes (CDA), respostas glicêmicas e insulinêmicas pós-prandiais e produtos de fermentação nas fezes. O experimento foi realizado com oito cães adultos hígidos, peso médio de $15,0 \pm 5,0$ kg e idade média de $5,0 \pm 2,0$ anos, distribuídos em delineamento em dois quadrados latino 4×4 . Após 7 dias de adaptação dos animais, realizou-se coleta de fezes nos dias 5^o-10^o para determinar CDA das dietas, entre 12^o ao 15^o dia mensurados pH, produção de ácido láctico, AGCC, AGCR e aminas biogênicas (AB) das fezes, seguidos pelas coletas de sangue para determinação das respostas glicêmicas e insulinêmicas pós-prandiais nos 16^o e 17^o dias. Não houve efeito dos tratamentos ($p > 0,05$) no CDA da matéria orgânica (MO) e matéria mineral (MM), entretanto, houve efeito ($p < 0,05$) nos CDAs da proteína bruta (PB), extrato etéreo em hidrólise ácida (EEHA), fibra bruta (FB) e extrativos não nitrogenados (ENN). O tratamento CEL apresentou maior CDA da PB e menor CDA da FB. O CDA dos ENN não apresentou diferença entre PMA e CEL. Em relação às características fecais, observou-se maior MS no tratamento CEL. Os tratamentos PCT e PMA resultaram em pH das fezes inferior aos tratamentos CEL e FAR e sem diferenças entre si. O tratamento PMA resultou em maior escore fecal e menor produção de fezes por cão/dia na MS, contrário ao tratamento PCT, que resultou em maior produção de fezes cão/dia, na MO e MS. Não foi observado efeito dos tratamentos ($p > 0,05$) nas concentrações fecais de lactato e AB. O tratamento PCT resultou em maior produção de acetato, propionato e butirato que o tratamento CEL ($p < 0,05$), enquanto que os tratamentos PCT e PMA resultaram em produção de AGCR mais elevados que FAR ($p < 0,05$). Não houve efeito das fontes de fibras estudadas nas respostas glicêmicas e insulinêmicas pós-prandiais ($p < 0,05$).

Palavras-chave: Celulose. Farelo de arroz. Polpa cítrica. Polpa de maçã. Sustentabilidade.

ABSTRACT

FOLCONI, L. R. **Evaluation of co-products human food as an alternative source of fiber for dogs: digestive and metabolic** [Avaliação de coprodutos da alimentação humana como fonte alternativa de fibra para cães: parâmetros digestivos e metabólicos]. 2015. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

The coproducts of fiber production of juice, nectar and soft drinks have functional property, involved in fermentative metabolism of intestinal microbiota, with potential benefits to health of dogs. The use of co-products of human food industry in the development of petfood has advantages of environmental and economic sustainability. The study aimed to evaluate the effects of extruded diets with fixed inclusion of 3.5% cellulose (CEL), defatted rice bran (FAR), citrus pulp (PCT) and apple pulp (PMA) as sources of soluble and insoluble dietary fibers on dog total tract apparent digestibility coefficient of nutrients (ADC), glycemic and insulin postprandial responses, and fermentation products in the stool. The experiment was carried out on eight healthy adult dogs of mean weight of 15.0 ± 5.0 kg and a mean age of 5.0 ± 2.0 years allotted to a 4 x 4 Latin square two. After 7 days of adjustment of the animals to the diets, there was feces collection in the days 5th-10th to determine CDA diets, between 12th to 15th measured pH, lactic acid production, AGCC, AGCR and biogenic amines (BA) of the stool, followed by blood samples for determination of glucose and insulin responses postprandial in 16 and 17 days. There was no effect of the treatments ($p > 0.05$) in the ADC of organic matter (OM) and mineral matter (MM), however, was no effect ($p < 0.05$) in CDAs of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract acid hydrolysis (EEHA), crude fiber (CF) and nitrogen free extract (NFE). The CEL treatment obtained higher ADC of CP and lower ADC of FB. The ACD of NFE no difference between PMA and CEL. For fecal characteristics, there was a higher DM in CEL treatment. PCT treatments and PMA resulted in fecal pH lower than the CEL and FAR treatments and without differences. The PMA treatment resulted in greater fecal score and lower production of faeces per dog / day in DM, contrary to the PCT treatment, which resulted in increased production of dog feces / day in MO and DM. There was no effect of the treatments ($p > 0.05$) in fecal concentrations of lactate and AB. The PCT treatment resulted in increased production of acetate, propionate and butyrate that CEL treatment ($p < 0.05$), while the PCT and PMA treatments resulted in higher production AGCR that FAR ($p < 0.05$). There was no effect ($p < 0.05$) of sources of fiber studied for glycemic and insulin curves, area under the curve (AUC) of glucose and insulin, increasing blood glucose and insulin.

Key-words: Cellulose. Rice bran. Citrus pulp. Apple pulp. Sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ingredientes fibrosos avaliados no estudo	36
Figura 2 - Imagens das quatro dietas extrusadas fornecidas aos animais durante os períodos experimentais	37
Figura 3 - Curva glicêmica pós-prandial após o consumo da dieta celulose (média $\pm$ erro padrão da média)	51
Figura 4 - Curva glicêmica pós-prandial após o consumo da dieta farelo de arroz (média $\pm$ erro padrão da média).....	51
Figura 5 - Curva glicêmica pós-prandial após o consumo da dieta polpa de maçã (média $\pm$ erro padrão da média).....	51
Figura 6 - Curva glicêmica pós-prandial após o consumo da dieta polpa cítrica (média $\pm$ erro padrão da média)	51
Figura 7 - Curva insulínica pós-prandial após o consumo da dieta celulose (média $\pm$ erro padrão da média).	52
Figura 8 - Curva Insulínica pós-prandial após o consumo da dieta polpa de maçã (média $\pm$ erro padrão da média).....	52
Figura 9 - Curva insulínica pós-prandial após o consumo da dieta farelo de arroz (média $\pm$ erro padrão da média).....	52
Figura 10 -Curva Insulínica pós-prandial após o consumo da dieta polpa cítrica (média $\pm$ erro padrão da média)	52
Quadro 1 - Fontes de fibras dietéticas empregadas na formulação de alimentos para cães e gatos, grau de solubilidade e fermentabilidade.....	21
Quadro 2 - Procedimentos realizados em cada período experimental	35
Quadro 3 - Escala de escore fecal empregada no estudo	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química da celulose	27
Tabela 2 - Composição química do farelo de arroz integral e desengordurado (na matéria natural)	28
Tabela 3 - Composição centesimal da polpa de maçã.....	32
Tabela 4 - Teores de fibra dietética total, solúvel e insolúvel das fontes de fibra avaliados no estudo.....	37
Tabela 5 - Fórmula das dietas experimentais	38
Tabela 6 - Composição química dietas experimentais analisadas	39
Tabela 7 - Teores de fibra dietética total, solúvel e insolúvel das fontes de fibra e das dietas experimentais avaliadas no estudo.	45
Tabela 8 - Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes em cães que receberam dietas experimentais contendo diferentes fontes de fibra.....	46
Tabela 9 - Consumo de dieta e parâmetros fecais avaliados no estudo para as dietas experimentais contendo diferentes fontes de fibra dietética.....	47
Tabela 10 -Concentração média de aminos determinadas nas fezes de cães recebendo diferentes fontes de fibra dietética.....	48
Tabela 11 - Concentração fecal de ácidos graxos de cadeia curta e ramificada e ácido láctico de cães alimentados com dietas contendo diferentes fontes de fibra dietética.	49
Tabela 12 -Concentração plasmática de glicose e concentração sérica de insulina e área abaixo da curva de cães alimentados com diferentes fontes de fibra.	50
Tabela 13 -Concentração média de aminos determinadas nas fezes de cães recebendo diferentes fontes de fibra dietética.....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 14 - Valores médios das áreas abaixo da curva (AAC) das concentrações glicêmicas pós-prandiais dos cães após consumo das dietas contendo diferentes fontes de fibras dietéticas.....	53
Tabela 15 - Valores médios das áreas abaixo da curva (AAC) das concentrações séricas de insulina pós-prandiais dos cães após consumo das dietas contendo diferentes fontes de fibras.	54

LISTA DE ABREVIATURAS

AAC	Área abaixo da curva
AACG	Área abaixo da curva da glicose
AACIG	Área abaixo da curva do incremento de glicose
AAFCO	Association of American Feed Control Official
AGCC	Ácidos graxos de cadeia curta
AGCR	Ácidos graxos de cadeia ramificada
ANOVA	Análise de variância
ANFALPET	Associação nacional dos fabricantes de alimentos pet
AOAC	Association the official analytical chemists
AVMA	American veterinary medical association
Ca	Cálcio
CEL	Dieta com inclusão de celulose
CD	Coeficiente de digestibilidade
CDA	Coeficiente de digestibilidade aparente
CDN	Centro de desenvolvimento nutricional
CEUA	Comissão de ética no uso de animais
COBEA	Colégio brasileiro de experimentação animal
CV	Coeficiente de variação
EB	Energia bruta
ECC	Escore de condição corporal
EE	Extrato etéreo
EEA/EEAH	Extrato etéreo em hidrólise ácida
EF	Escore fecal
EM	Energia metabolizável
ENN	Extrato não nitrogenado
FAR	Dieta com inclusão de farelo de arroz
FB	Fibra bruta
FC	Fator de correção
FDA	Food and Drug Administration
FDI	Fibra dietética insolúvel
FDS	Fibra dietética solúvel
FDT	Fibra dietética total
FEDIAF	Federação europeia das indústrias de pet food
FDI	Fibra dietética insolúvel
FDS	Fibra dietética solúvel
FOS	Frutooligossacarídeos
FMVZ	Faculdade de medicina veterinária e zootecnia
GLM	General linear models
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAF	Instituto brasileiro de frutas
Inc.	Incremento
Kcal	Quilocaloria
Kg	Quilograma

MM	Matéria mineral
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
MS 55°C	Matéria seca à 55°C ou pré-secagem
MS 105°C	Matéria seca à 105°C ou secagem total
MS final	Matéria seca total
NEM	Necessidade energética diária
NRC	National Research Council
OS	Oligossacarídeos
P	Fósforo
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostragem Domiciliar
PB	Proteína bruta
PCT	Dieta com inclusão de polpa cítrica
PMA	Dieta com inclusão de polpa de maçã
TCA	Ácido tricloroacético
TGI	Trato gastrointestinal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 MERCADO PETFOOD	18
2.2 CARACTERIZAÇÃO DA FIBRA DIETÉTICA	19
2.3 GLICEMIA E INSULINEMIA PÓS-PRANDIAL	23
2.4 RESÍDUOS, SUBPRODUTOS E COPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS	25
2.5 FONTES DE FIBRA DIETÉTICA PARA NUTRIÇÃO ANIMAL.....	26
2.5.1 Celulose.....	26
2.5.2 Farelo de arroz desengordurado	27
2.5.3 Coprodutos da agroindústria de sucos de maçã e laranja.....	29
2.5.3.1 Polpa cítrica	30
2.5.3.2 Polpa de maçã	31
3 OBJETIVO.....	32
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.1 LOCAL.....	34
4.2 ANIMAIS.....	34
4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	34
4.4 MANEJO ALIMENTAR.....	35
4.5 DIETAS EXPERIMENTAIS	36
4.6 DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES E QUALIDADE FECAL	39
4.7 PH FECAL	40
4.8 AVALIAÇÃO DOS PRODUTOS DE FERMENTAÇÃO FECAL.....	41
4.8.1 Concentração fecal de ácidos graxos de cadeia curta e ramificada.....	41
4.8.2 Concentração fecal de ácido láctico	42
4.8.3 Concentração fecal de aminas bioativas	42
4.9 RESPOSTA GLICÊMICA E INSULINÊMICA POS-PRANDIAL.....	43
4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	44
5 RESULTADOS	45
5.1 COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES	45
5.2 QUALIDADE FECAL.....	46
5.3 CONCENTRAÇÃO DE PRODUTOS DE FERMENTAÇÃO NAS FEZES	47
5.4 CURVAS GLICÊMICA E INSULINÊMICA POS-PRANDIAL.....	49
6 DISCUSSÃO	55
7 CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS	62

1. INTRODUÇÃO

O conceito de nutrição saudável vai além da preocupação de se oferecer dietas capazes somente em atender as necessidades nutricionais dos animais, mas também promover melhora da saúde, qualidade de vida e longevidade. As fibras dietéticas entram neste contexto e assim, ganham maior atenção das indústrias e nutricionistas de animais de estimação, pois demonstram efeitos benéficos na saúde animal e propriedades de ingrediente funcional. Com o aumento da popularidade dos alimentos funcionais, bem como a procura por parte dos tutores de pets em alimentá-los com ingredientes que se assemelham a sua dieta, as fibras dietéticas tornaram-se fontes nutricionais alternativas e inovadoras (GODOY, 2013).

A crescente demanda por melhor uso de recursos alimentares tem evidenciado a necessidade da utilização de fontes não competitivas com a alimentação humana. Na tentativa de encontrar novas alternativas viáveis e de baixo custo como ingredientes para alimentos destinados a cães e gatos, tem-se recorrido a matérias-primas de origem vegetal. No Brasil, há grande oferta de coprodutos oriundos da alimentação humana. Estas opções, não competem com a alimentação do homem, possuem menor custo e são ecológicas, pois colaboram com a redução de resíduos a serem descartados no meio ambiente.

As indústrias paulistas de extração de suco cítrico têm aumentado consideravelmente suas produções. Como consequência, há disponibilidade de grande quantidade de polpas, que se fossem totalmente submetidas aos processos de secagem e “peletização” proporcionariam mais de 200 mil toneladas de polpa “peletizada” anualmente. Uma vez que a produção de sucos é grande no país, esta resulta na formação de grandes quantidades de resíduo. Em geral, calcula-se que do total de frutas processadas em indústrias para produção de polpas e sucos, são gerados entre 30 a 40% de resíduos agroindustriais. Estes resíduos da produção de sucos, em alguns casos, são aproveitados para alimentação animal, tornando-se importante fator de barateamento nos custos da produção (JUNIOR et al., 2006).

O aproveitamento deste coproduto na alimentação animal pode ser viável como substituto parcial ou total de produtos nobres. A utilização da polpa cítrica, por exemplo, pode representar fator ponderável na economia agrícola, tanto para o estado de São Paulo, quanto para o Brasil. A literatura disponível sobre o emprego de coprodutos da alimentação humana para animais de companhia ainda é escassa e insuficiente, tornando-se necessário maior número de investigações a respeito. Apesar do interesse no emprego de coprodutos, sua correta utilização nas formulações de dietas para cães e gatos depende do

conhecimento de seus reais benefícios, assim, mais estudos que avaliem a composição química, disponibilidade dos nutrientes e efeito no metabolismo animal são necessários.

Os subprodutos das frutas, gerados no processo de industrialização para fabricação de sucos e polpas não possuem mercado definido para a sua comercialização (JOBIM et al., 2006). A destinação imprópria dos resíduos do processamento de sucos (cascas e sementes) é bastante expressiva. A quantidade destes subprodutos, segundo alguns autores, constitui cerca de 60 a 70% do peso total dos frutos, com algumas modificações segundo a espécie vegetal (MEDINA, 1980).

Uma alternativa que vem se destacando desde o início da década de 70 consiste no aproveitamento dos resíduos de certas frutas (principalmente cascas) e grãos, como matéria-prima para a produção de alguns ingredientes funcionais perfeitamente passíveis de serem incluídos na alimentação humana e animal, como por exemplo, as pectinas, que até o presente momento têm sido isoladas, com propósitos comerciais, a partir de cascas de laranja, maracujá, limão e bagaço de maçã (OLIVEIRA et al., 2002).

O emprego de resíduos agrícolas e agroindustriais na alimentação animal com o propósito de contornar problemas de escassez de ingredientes durante as épocas críticas, sazonalidade, reduzir a competição e custos entre alimentação animal e humana é importante, visto que a alimentação de cães tem crescido anualmente de forma expressiva e utiliza-se de ingredientes empregados na dieta humana. Uma vez que o processo produtivo para a alimentação da população mundial gera grande quantidade de coprodutos, é de suma importância que estes sejam aproveitados de alguma forma, e sua inclusão na dieta de cães é favorável e desejável.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MERCADO PETFOOD

O papel desempenhado por cães e gatos no ambiente doméstico na atualidade difere muito do início de sua domesticação. Com o passar dos anos, forte vínculo homem-animal e emocional foi desenvolvido, assim, esses animais assumiram importante papel nos sistemas social e familiar. Os pets tornaram-se fonte de apoio emocional, psicológico e terapêutico e assim, deixaram de ser mantidos apenas nos quintais e passaram a compartilhar o ambiente interno dos lares, alimentação e estilo de vida de seus tutores (GODOY, 2013).

Em 2013, estimou-se a população de 52,2 milhões de cães e 22 milhões de gatos criados como “membros da família” (IBGE, 2015a), respectivamente 44,3% e 17,7% dos lares brasileiros apresentam pelo menos um cão ou gato como agregado da família. O levantamento realizado pelo IBGE em 2013 demonstrou que os lares brasileiros são constituídos por uma população de cães maior do que a de crianças, uma vez que no mesmo período da pesquisa, haviam no país 44,9 milhões de crianças entre um a 14 anos (IBGE, 2015a).

O crescimento do número de animais de estimação é um fenômeno mundial e, no Brasil, está ligado, em grande parte, ao aumento da expectativa de vida da sociedade moderna (maior número de pessoas idosas), redução do número de filhos por mulher, aumento de domicílios com apenas uma pessoa com mais de 50 anos, além de fatores demográficos, econômicos, falta de segurança, tempo e a carência afetiva como prerrogativas para o aumento de pets no país (IBGE, 2014).

O Brasil permanece o 4º maior do mundo em população de animais de estimação, primeiro, está a China, seguidos por Estados Unidos e Reino Unido, e mantém-se na segunda posição no ranking mundial em população de cães e gatos, ultrapassado apenas pelos Estados Unidos (ABINPET, 2015). São números que não param de se multiplicar e evidenciam que o convívio com os animais é uma prática cada vez mais presente na vida dos brasileiros, o que tem alavancado o mercado de cuidados e alimentação animal.

Em 2014, as vendas globais de produtos para animais de estimação alcançou o total de US\$ 98 bilhões, o que representa crescimento de 10% ao longo dos últimos cinco anos (DONALDSON, 2014). Alimentos para cães e gatos representam boa parte dos US\$ 98 bilhões em vendas, cerca de US\$ 45 bilhões para cães, US\$ 27 bilhões para gatos e US\$ 7 bilhões em petiscos. Projeções apontam que as vendas de pet food no Brasil alcançarão US\$ 6,4 bilhões até 2019 (ABINPET, 2014). Estes valores podem sofrer aumento conforme

especialização do mercado, somados a praticidade na administração das dietas comerciais e garantias dos fabricantes de serem alimentos completos, balanceados e, adicionados de ingredientes com características funcionais.

O mercado pet se consolida cada vez mais como uma fração importante da economia do país. Hoje, o mercado representa 0.39% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro e está à frente do setor de eletrodomésticos como geladeiras e freezers, componentes eletrônicos e também da indústria cosmética. A maior proporção em vendas no mercado pet ainda é de pet food (alimentos, snacks e bifeinhos), com produção de 2,3 milhões de toneladas de alimento em 2013, destes, 90,7% foi movimentado pela produção de alimentos para cães e 8,7% para gatos (ABINPET, 2014), seguimento que chegará a 67,4% do faturamento nacional para o ano de 2015. Projeta-se que, em 2015, o setor pet atingirá R\$ 17,9 bilhões em faturamento, aumento de 7,4% sobre 2014 (ABINPET, 2015).

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA FIBRA DIETÉTICA

Os carboidratos dietéticos são considerados a principal fonte de energia dos vegetais, representam de 60% a 90% de sua matéria seca (MS) e incluem açúcares de alto e baixo peso molecular, amidos, parede celular e polissacarídeos não amiláceos (PNA) ou fibra dietética. Esses carboidratos são separados em absorvível, digerível, e fermentáveis e não fermentáveis, classificados como não digeríveis.

Os monossacarídeos (glicose, frutose e galactose) são absorvíveis, e tem sua absorção direta pelo TGI sem necessitar de enzimas para sua digestão. Os digeríveis tem como principal representante o amido, além dos monossacarídeos, sofrem hidrólise pelas enzimas digestivas. Sem sofrer degradação enzimática e absorção intestinal estão os não digeríveis, tais como amido resistente, certos oligossacarídeos e as fibras dietéticas ou polissacarídeos não amiláceos, que podem ser fermentáveis ou não (NRC, 2006; CASE et al., 2010).

A fibra dietética refere-se aos componentes das plantas e compreende substâncias da parede celular vegetal (celulose, hemicelulose, pectina e lignina), bem como polissacarídeos intracelulares, tais como gomas e mucilagens, resistentes à hidrólise por enzimas endógenas (BAUER; MASKELL, 1994), algumas podendo ser fermentadas pela microbiota intestinal de carnívoros. As ligações (beta ou alfa) entre as unidades dos monossacarídeos conferem a característica destes compostos sofrerem digestão ou não pelas espécies monogástricas e também os diferenciam do glicogênio (CASE et al., 2010).

A fibra dietética é fisiologicamente importante para o animal, pois afeta o esvaziamento gástrico (RUSSELL; BASS, 1985), tempo de trânsito intestinal da digesta (BURROWS et al., 1982; FAHEY et al., 1990), volume fecal (FAHEY et al., 1992; SUNVOLD et al., 1995b), e produção intestinal de AGCC (MUIR et al., 1996; SILVIO et al., 2000) e melhora da saúde intestinal (FISCHER, 2012). No entanto, apresentam propriedades diferenciadas de acordo com sua fonte, solubilidade, transformações no trato gastrintestinal (MONRO, 2000), ligações químicas, fatores físico-químicos da digestão e processamento do alimento (FORTES, 2005).

Outros benefícios estão relacionados a diluição da densidade energética da dieta e aumento da saciedade, características muito importantes para sua inclusão em alimentos indicados para programas de emagrecimento e também na redução da incidência da obesidade em cães e gatos e também por seu efeito indireto sobre o controle glicêmico de animais obesos e diabéticos, através do retardo da absorção da glicose no intestino delgado (GODOY, 2013).

Baseadas em sua hidrossolubilidade, as fibras dietéticas podem ser solúveis (FDS) e insolúveis (FDI). Boa parte dos alimentos fibrosos contém tanto componentes solúveis quanto insolúveis da fibra dietética em proporções variáveis (PEDÓ, 2000). A fibra insolúvel é composta principalmente por celulose, alguns tipos de hemicelulose e lignina, que são de baixa fermentabilidade ou não fermentável. Em contraste, a maioria das FDS, compostas por pectinas, gomas, inulina, alginatos, carragenas, B-glucanos e outros polissacarídeos hidrossolúveis são substâncias viscosas, que podem sofrer fermentação no intestino grosso, cujo processo resulta na produção dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), portanto, mais fermentáveis (ALEIXANDRE; MIGUEL, 2000), além de geleificar o bolo alimentar. No quadro 01 estão apresentadas algumas fontes de fibra e sua classificação quanto ao grau de solubilidade e fermentabilidade.

Quadro 1 - Fontes de fibras dietéticas empregadas na formulação de alimentos para cães e gatos, grau de solubilidade e fermentabilidade

Tipo de Fibra	Solubilidade	Fermentabilidade
Polpa de beterraba	baixa	moderada
Celulose	baixa	baixa
Farelo de arroz	baixa	moderada
Goma arábica	Alta	moderada
Pectina	Alta	alta
Carboximetilcelulose	Alta	baixa
Metilcelulose	Alta	baixa
Goma guar	Alta	alta
Goma xantana	Alta	baixa

Fonte: (REINHART; SUNVOLD, 1996)

A viscosidade intestinal, que por sua vez diminui a velocidade de digestão e absorção dos nutrientes, pode resultar em menor digestibilidade dos nutrientes, alterações na glicemia e nas concentrações de outros metabólitos como triglicérides, colesterol e ácidos biliares (ZHAO et al., 1995; KRITCHEVSKY, 1997) e favorecer o controle da saciedade (FAHEY, 2004), além da modulação da motilidade e microbiota gastrointestinal, quantidade e consistência das fezes, equilíbrio do pH colônico e imunidade intestinal (BORGES et al., 2003).

Maior ou menor fermentação refere-se à velocidade e à extensão da degradação bacteriana da fibra e à correspondente produção de ácidos graxos de cadeia curta, benéficos ao trato gastrointestinal. A alta fermentação pode resultar em transtornos digestivos como flatulência, diarreia, além de elevar o teor de água das fezes com redução da digestibilidade da proteína bruta e extrato etéreo (SUNVOLD et al., 1995a; SILVIO et al., 2000).

Fontes de fibra dietética moderadamente fermentáveis, segundo Fahey Jr et al. (1990), não apresentam grandes efeitos na digestibilidade e ingestão energética, mas podem levar ao aumento da quantidade e frequência da excreção fecal, além de redução no tempo de retenção da digesta no trato gastrointestinal, com o aumento dos teores de inclusão da fibra. Fibras de alta fermentação, por outro lado, devem ser empregadas com cautela, pois a grande produção de AGCC pode resultar em aumento do trânsito intestinal e diarreia. Sunvold et al. (1995a), verificaram que fibras de alta fermentação interferem mais na digestão dos nutrientes, tanto em nível ileal como total, do que as fibras de baixa

fermentação. Deste modo, o grau de fermentação é um aspecto fundamental no estudo das fontes de fibra.

As fibras dietéticas e muitos oligossacarídeos resistem a hidrólise pelas enzimas endógenas e passam pelo intestino, posteriormente fermentadas pela microbiota do cólon, produzindo gases (CO_2 , H^+ , CH_4) que são excretados, e outros compostos como lactato e ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato) (ROEDINGER, 1982) que são absorvidos por difusão passiva através da parede intestinal (FLEMMING et al., 1991). O acetato é encontrado no sistema circulatório e pode ser oxidado pelo tecido muscular, o propionato é retomado pelo fígado através da corrente sanguínea e então convertido em coenzima A e o butirato, oxidado pela mucosa intestinal, serve como o principal substrato energético para os colonócitos (NRC, 2006).

O epitélio do TGI de cães e gatos possui metabolismo ativo e rápida renovação. Os colonócitos necessitam de energia constante para manutenção celular e alto turnover (REINHART et al., 1994; CASE et al., 2010). Em cães e gatos, da mesma forma que em humanos, é importante e desejável a ótima relação entre fibra solúvel e insolúvel na dieta (BURKHALTER et al., 2001) para que esta fermentação ocorra de forma equilibrada. Por sua vez, o lactato é precursor da gliconeogênese (NRC, 2006).

Variações nas taxas de fermentação da fibra e produção dos AGCC estão altamente dependentes das fontes de fibra que compõem o alimento (FLEMING et al., 1992; SUNVOLD et al., 1993). Os AGCC podem reduzir o pH intestinal com possível efeito vasodilatador, o que aumenta a absorção de água e de sais pelo intestino (REINHART; SUNVOLD, 1996; SWANSON et al., 2002), aumento da digestibilidade da matéria seca (SILVIO et al., 2000), favorecem o desenvolvimento da mucosa do cólon, maior relação entre a superfície e o volume da mucosa, efeitos que reduzem a frequência de criptites e promovem benefícios à saúde intestinal (HALLMAN et al., 1995).

As aminas biogênicas são produzidas a partir da fermentação de aminoácidos (AA) e podem estar associadas com odor fecal e doenças do cólon. Vários destes compostos, principalmente, cadaverina e histamina, são putrefativos (MACFARLANE; CUMMINGS, 1991). No entanto, a putrescina, espermidina e espermina são consideradas benéficas em concentrações reduzidas, quando associadas a renovação celular normal (DELZENNE et al., 2000). O uso de fibras fermentáveis, mesmo em concentrações reduzidas na dieta (<1%) tem demonstrado vários efeitos benéficos, incluindo o aumento de bifidobactérias e redução da microbiota patogênica, redução nas proteínas fecais e compostos nitrogenados de excreção urinária (SPARKES et al., 1998).

2.3 GLICEMIA E INSULINEMIA PÓS-PRANDIAL

Após a ingestão alimentar rica em carboidratos, as concentrações séricas de glicose elevam-se a valores bastante distintos daqueles do estado de jejum, e em curto espaço de tempo, voltam às concentrações pré-alimentação, dependendo da espécie. Estudos sugerem que a gliconeogênese mantêm-se ativa em espécies carnívoras estritas como gato e estes apresentam resposta glicêmica pós-prandial completa em 18 horas, enquanto cães e humanos apresentam respostas entre 4 e 6 horas (BOUCHARD; SUNVOLD, 2000; APPLETON et al., 2004).

No intestino delgado, os polissacarídeos não amiláceos viscosos atuam como barreira para a percepção de nutrientes e retardar a sua absorção, o que é importante no controle do metabolismo da glicose e insulina. A glicemia atenuada associa-se ao prolongamento do tempo de esvaziamento gástrico e tempo intestinal, redução da hidrólise do amido, e retardo da absorção de glicose (NRC, 2006).

O intervalo de glicemia considerado fisiológico para cães e gatos adultos compreende de 70 a 120mg/dL (KANEKO, 2009). A hiperglicemia é diagnosticada em cães quando a concentração de glicose plasmática encontra-se superior a 130mg/dL (NELSON, 2004). Quando há hiperglicemia, ocorrem alterações macrovasculares, microvasculares e neurológicas. Dentre os fatores dietéticos que influenciam a onda pós-prandial de glicose tem-se: natureza química dos carboidratos (GODDARD et al., 1984; BEHALL et al., 1989); proteína e gordura (NGUYEN et al., 1994); fibra dietética (NISHIMUNE et al., 1991); e o processamento do alimento (HOLSTE et al., 1989).

Sabe-se também, que o controle glicêmico relaciona-se com a expectativa de vida e a incidência de doenças degenerativas. Estudos com seres humanos demonstram que a resposta exagerada de insulina plasmática após o consumo de glicose pode estar associada com obesidade, diabetes insulino-independente e doenças cardiovasculares. Alimentos que causam baixa resposta glicêmica pós-prandial foram considerados benéficos em diversos estudos com animais e humanos (BOUCHARD; SUNVOLD, 2000).

Estudos comprovam que cães e gatos que têm sua dieta enriquecida com fibras, reduzem a glicemia pós-prandial (NELSON et al., 2000; NELSON et al., 1998). Fornecer dietas aos animais que minimizem e estabeleçam onda glicêmica pós-prandial sem picos e favoreça seu restabelecimento rápido dentro do intervalo fisiológico ótimo é desejável (BOUCHARD; SUNVOLD, 2000). Neste contexto, a fibra dietética auxilia na diluição energética calórica pelo animal. No entanto, estas informações são bastante escassas para cães e gatos na literatura científica.

Massimino et al. (1998) observaram em cães saudáveis e em condição corporal ideal, que as fibras fermentáveis na dieta (blend de 60g/kg de polpa de beterraba; 20g/kg de goma arábica, e 15g/kg de FOS na MN) não influenciaram na glicemia quando comparadas com uma dieta controle (70g/kg de celulose). No entanto, os autores encontraram maior secreção do hormônio GLP-1 (proglucagon -1), fator importante para estimular a liberação de insulina (NRC, 2006). Resultados semelhantes foram encontrados por Hoening et al. (2001). Neste estudo, os pesquisadores avaliaram fontes de fibra de alta solubilidade e fermentabilidade (goma guar); baixa solubilidade e moderada fermentabilidade (polpa de beterraba) e baixa solubilidade e não fermentável (celulose), em diferentes concentrações (baixa, média e alta) em cães adultos não obesos. Não foram observadas diferenças na área abaixo da curva (AAC) de glicose quando as fibras foram comparadas individualmente com as dietas controle (seca e úmida). Também não foram encontradas diferenças quando empregou-se alimento ou solução de glicose (1,75g/kg PC ou 200g/L de solução). Estas comparações, segundo estes autores, permitiram observar de forma mais criteriosa as possíveis interações entre os tipos de fibra e suas concentrações sobre o tempo de trânsito e a absorção da glicose. Concluíram que dietas com alta fibra não alteraram a tolerância à glicose de cães saudáveis não obesos.

Em outro estudo, ao avaliar os efeitos da fibra na dieta de gatos adultos em sobrepeso, Fischer et al. (2012) constataram menor concentração média de glicose e menor AAC de glicose nos animais que receberam a dieta suplementada com fibra de cana em relação às demais (farelo de trigo e polpa de beterraba).

Para Masoro (2002) a glicemia aumentada produz deteriorações funcionais e morfológicas similares às da senescência. O consumo de alimento possui influência direta na glicemia sérica, assim, a adição de fibra na dieta pode resultar em menor incremento glicêmico pós-prandial e como consequência direta reduzir a necessidade de insulina em cães e gatos diabéticos e também em gatos obesos (GRAHAN et al., 2002). Alguns estudos demonstraram que em altas concentrações a fibra dietética pode ser ferramenta interessante no manejo alimentar de cães com diabetes mellitus (GRAHAN et al., 2002; NELSON et al., 1998), porém existem controvérsias quanto ao seu emprego em animais saudáveis (HOENIG et al., 2001; NUGYEN et al., 1998).

2.4 RESÍDUOS, SUBPRODUTOS E COPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS

Resíduos são substâncias, produtos ou materiais gerados em processo industrial ou agrícola que podem ser reaproveitados. O que distingue resíduo de subproduto é a existência ou não de um mercado definido para a sua comercialização. Aqueles que não têm mercado potencial são chamados de resíduos (SPADOTTO; RIBEIRO, 2006). A legislação nacional, de acordo com o Decreto nº 76.986, de 6 de janeiro de 1976, revogado pelo Decreto nº 6.296, de 11 de dezembro de 2007, que dispõe sobre a inspeção e a fiscalização dos produtos destinados à alimentação animal, não deixa clara a distinção entre subproduto e resíduos. As duas terminologias passam a ideia de inferioridade ou mesmo a impressão de contaminante no caso de resíduos, assim o termo coproduto pode ser uma opção, já que é uma palavra que não passa a ideia de algo repugnante ou inútil, ou seja não denigre o alimento. A comunidade científica nacional e internacional vem empregando este termo, assim, esta terminologia será utilizada no presente trabalho para os resíduos e coprodutos da agroindústria processadora de frutas para suco e arroz.

Atualmente os problemas que ocasionam preocupações para o setor das agroindústrias são em relação à geração de resíduos e seu destino final. Nessas atividades os resíduos gerados têm potenciais impactantes no meio ambiente, se não tratados adequadamente. Os impactos ambientais associados a estes resíduos decorrem da alta geração em termos quantitativos e da lenta degradabilidade em certos casos, e, em outros, da geração de subprodutos que podem ser tóxicos, cumulativos ou de difícil degradação (IPEA, 2012), além de representarem, muitas vezes, perdas de biomassa e de nutrientes de alto valor (PINTO et al., 2005). Segundo Laufenberg et al. (2003), os resíduos podem conter muitas substâncias de alto valor biológico. Ao serem empregadas tecnologias adequadas, este material pode ser convertido em produtos comerciais ou matérias-primas para processos secundários.

O aumento da conscientização ecológica, iniciada no final do século 20, deixou claro que o grande desafio da humanidade para as próximas décadas é equilibrar a produção de bens e serviços, crescimento econômico, igualdade social e sustentabilidade ambiental (GARBOSA; TRINDADE, 2008). O conceito de “ecologia industrial” representa o conjunto de princípios de projetos em que a matéria-prima e rejeitos têm a mesma função para diferentes organismos, o que propicia a minimização de desperdícios e a melhor eficiência ambiental (GAMEIRO; SILVA, 2007). Há forte tendência quanto ao aproveitamento integral de resíduos, necessidade cada vez maior das indústrias modernas no mundo todo (KAWABATA, 2008).

Segundo Fahey (2003), apesar dos avanços no estudo da nutrição dos animais de estimação, ainda são necessárias pesquisas na área de caracterização físico-química dos ingredientes utilizados pela indústria, de forma a aperfeiçoar a utilização destes nas formulações de dietas para pets. Outro fator de importância para experimentação de tais produtos para uso como matéria prima em alimentação animal está no fato de não terem grande impacto na alimentação humana, uma vez que apresentam baixo consumo quando comparados a outras fontes de fibra. Considerando-se os principais resíduos, sabe-se que há retorno econômico no seu aproveitamento. Em análise simples, pode-se dizer que o uso desses insumos justifica investimentos e adoção de tecnologias e que isso refletirá no custo de produção como um todo, bem como redução do impacto ambiental (SPADOTTO; RIBEIRO, 2006).

2.5 FONTES DE FIBRA DIETÉTICA PARA NUTRIÇÃO ANIMAL

2.5.1 Celulose

Como componente mais comum da parede celular das plantas, a celulose é um polissacarídeo linear composto por unidades de glicose, unidas por ligação do tipo beta, mais resistentes à ação das enzimas digestivas que as ligações do tipo alfa (CASE et al., 2010), considerada fibra insolúvel, de baixa fermentabilidade e não-viscosa (SUNVOLD et al., 1995 a).

Diluyente de nutrientes, a celulose pode reduzir a digestibilidade dos alimentos quando em alta inclusão (BARRY et al., 2010). A celulose é muito utilizada como grupo controle em estudos científicos, pois foi demonstrado que todos os métodos de determinação de fibra que a mensuraram, foram apropriados para prever a digestibilidade do teor de fibra do alimento (KIENZLE et al., 1998). Há pouca variação na composição de macronutrientes deste ingrediente relatada na literatura. Na tabela 1 está apresentada a composição química da celulose.

Tabela 1 - Composição química da celulose

Item	%
Matéria seca	93 – 97
Matéria orgânica	99 – 100
Proteína bruta	0 – 2
Fibra bruta	91 – 100
Fibra insolúvel	92 – 97
Fibra solúvel	2,3 – 3,5
Insolúvel : Solúvel	27 – 42,2 : 1

Fonte: modificado de Godoy (2013).

2.5.2 Farelo de arroz desengordurado

O arroz encontra-se hoje entre os três cereais mais produzidos e mais consumidos no mundo, juntamente com o milho e a soja, representam 91,5% das estimativas da produção de grãos. A produção nacional obtida na safra 2014/15 foi 3,3% maior que a anterior, totalizando 12,5 milhões de toneladas. Deste total de produção, destaca-se o Rio Grande do Sul, com 78,8% da produção nacional (8,5 milhões de toneladas anuais). As projeções de produção e consumo de arroz mostram que o Brasil irá colher 14,12 milhões de toneladas do cereal e alcançará o consumo de 14,37 milhões de toneladas na safra 2019/2020, o que equivale ao aumento anual de 1,15% na produção nos próximos 10 anos (IBGE, 2015^a).

Conforme a ABIB (2011), estima-se que a cultura do arroz produza cerca de 200 t de biomassa para cada 1 mil t de grãos colhidos. Assim, pode-se considerar que o processamento do arroz gera cerca de 20% de resíduos de casca.

O farelo de arroz é um coproduto obtido durante a brunição (separação do arroz integral em farelo e arroz branco) e o polimento para obtenção do arroz polido, representa 8,0% do arroz em casca e possui conteúdo variável de nutrientes, dependendo do grau de polimento, tratamento do grão antes do processamento, sistema de beneficiamento e da cultivar (SAUNDERS, 1990). Ao se considerar a composição, biodisponibilidade e propriedades funcionais, atualmente o farelo de arroz desengordurado é empregado como fontes de fibras insolúveis de baixo custo na dieta animal.

Farelo de arroz possui quantidades significativas de carboidratos, proteínas e lipídios, constituídas especialmente por ácidos graxos insaturados, alta concentração de fibras insolúveis (como hemicelulose e lignina), vitaminas, antioxidantes como tocoferóis e

derivados do ácido felúrico e sais minerais (SPEARS et al., 2004). A maior parte do conteúdo de fibra dietética do farelo de arroz pertence para a classe de fibra dietética insolúvel. Dikeman et al., (2006) estudaram a viscosidade de diferentes fontes de fibras dietéticas e efeitos sobre a passagem intestinal humana. Eles descobriram que ingredientes com elevadas quantidades de fibra insolúvel, tal como farelo, não exibem características viscosas in vitro durante digestão, no entanto, eles sugeriram que a inclusão destes ingredientes pode ser benéfica para aumentar massa fecal e defecação.

A composição do farelo de arroz integral (FAI) e farelo de arroz desengordurado (FAD) está apresentada na tabela 2 conforme Spears et al., (2004).

Tabela 2 - Composição química do farelo de arroz integral e desengordurado (na matéria natural)

Item	FAI (%)	FAD (%)
Proteína bruta	13,2	15,5
Extrato etéreo	14,8	-
Fibra bruta	7,9	10,8
Matéria mineral	8,8	10
Amido	22,7	-

Fonte: SPEARS et al. (2004); FAI = farelo de arroz integral; FAD = farelo de arroz desengordurado.

Spears et al. (2004) avaliaram a palatabilidade da dieta, digestibilidade dos nutrientes, características das fezes, perfil lipídico no sangue e marcadores imunológicos em 20 cães alimentados com dietas extrusadas, uma delas composta por 12% de farelo de arroz estabilizado (produzido pela inativação da lipase) e outra com 12% de farelo de arroz desengordurado, associados a fontes de gordura. No teste 1 usou-se óleo de vísceras de frango e no teste 2, óleo de soja. Neste estudo, a inclusão de 12% de farelo de arroz desengordurado apresentou tolerância satisfatória pelos cães. Os autores não encontraram efeito negativo na digestibilidade dos nutrientes da dieta, características das fezes ou alterações imunológicas. As dietas formuladas com farelo de arroz estabilizado apresentaram maior palatabilidade que as dietas a base de farelo de arroz desengordurado.

Em estudo que avaliou a interação entre taurina com farelo de arroz ou amido de milho na dieta de gatos Stratton-Phelps et al. (2002) relataram que a inclusão de 260g/Kg de farelo de arroz gordo em dieta purificada para gatos levou a menores concentrações significativas de taurina sérica, em comparação ao emprego de 260g/kg de amido de milho.

No entanto, relação quantitativa entre o teor de inclusão de farelo de arroz e da adequação de taurina em dietas para felinos não foi determinada.

Outro estudo avaliou a fermentabilidade do farelo de arroz associado ou não ao emprego de probióticos (lactobacilos ou bifidobactérias), por metodologia *in vitro*. Verificou-se que após 24 horas de fermentação, o farelo de arroz resultou em maiores concentrações de lactato, propionato e butirato em comparação com o farelo de arroz associado aos probióticos (OGUÉ-BON et al., 2011).

2.5.3 Coprodutos da agroindústria de sucos de maçã e laranja

O consumo mundial de bebidas comercializadas cresceu 3,6% ao ano entre 2002 e 2009 com volume de 1,6 trilhões de litros de bebidas comercializadas em 2009, o que representa 231 litros/habitante/ano. Entre as categorias de bebidas, os refrescos correspondem a 2,7% e, sucos e néctares 2,6%. O sabor laranja está entre as bebidas de frutas prontas para consumo mais comercializadas no mundo, com participação de 34% do mercado, enquanto que o sabor maçã, corresponde a 16%, apresentou na última década (CITRUS BR, 2014).

Entre outras bebidas, o suco sabor laranja detém 0,91% do mercado global, com ligeira queda nos últimos 10 anos de 1,6% ao ano, perdendo mercado para sucos sabor uva e maçã. Análises demonstraram que dos 63,5 bilhões de litros de sucos de frutas prontos para beber consumidos - 20,4 bilhões foram de laranja e 7,5 bilhões de maçã (CITRUS BR, 2014).

A fibra de fruta apresenta em sua composição maior teor de pectina e hemicelulose em relação à celulose, baixo teor de gordura e proteína (<1,0%) e perfil equilibrado entre fibra solúvel e insolúvel, característica interessante no controle da textura e comportamento dos alimentos, vantajoso na produção de dietas úmidas (FISCHER, 2009). Outro benefício é a presença de componentes bioativos (flavonoides) (GODOY, 2013).

A polpa cítrica e o bagaço de maçã podem ser caracterizados como fontes de fibra fermentável, o que implica na produção de AGCC e resultar em efeitos positivos na fisiologia intestinal (SUNVOLD et al., 1995^{a,b}; SWANSON et al., 2002; MIDDELBOSS et al., 2007; BOSCH et al., 2008; BIAGI et al., 2010).

2.5.3.1 Polpa cítrica

O Brasil, após a década de 80, tornou-se o maior produtor e exportador de suco de laranja industrializado. Produz mais de 50% do volume consumido no mundo, exporta 98% do que produz e é responsável por 85% das importações mundiais do produto (CITRUS BR, 2014). Projeções brasileiras demonstraram que a produção de laranja deverá passar de 20,2 milhões de toneladas em 2013 para 23,8 milhões de toneladas em 2023, o que corresponde a taxa anual de crescimento de 1,7%. O Brasil deve exportar 2,6 milhões de toneladas de suco de laranja até 2023, podendo chegar em seu limite superior - 3,2 milhões de toneladas de suco. Estima-se que a produção total de suco de laranja na safra 2014/15 alcance a quantidade total de 973 mil toneladas (CITRUS BR, 2014).

A polpa cítrica é um subproduto da indústria de suco laranja, obtida por meio do tratamento de resíduos sólidos e líquidos remanescentes da extração do suco. Entre esses resíduos, estão cascas, sementes e polpa de laranja, equivale a 50% do peso da fruta e apresenta umidade aproximada de 82%. Então, a polpa é triturada e seca á 12% de umidade, e então peletizada (ABECITRUS, 2008). Atualmente, os resíduos da laranja são utilizados principalmente como complemento para ração animal, em geral, para ruminantes (ABECITRUS, 2008). O mercado responsável pelos subprodutos da laranja responde por 7,5% dos negócios com a fruta (CITRUS BR, 2014).

Ao se analisar a composição deste alimento, Lanza e Messina (1979) constataram valores médios de 7,2% de proteína bruta (PB); 12,2% de fibra bruta (FB) e 4,11kcal/g de energia bruta (EB), com variações na sua composição química, em virtude da região, clima, espécie, e processamento. Faria et al. (1971) encontraram valores de carboidratos solúveis na MS de bagaço de laranja, entre 37,1% e 43,2%. Sua composição constitui-se também de 83 a 88% de NDT, 23% de FDN, 22% de FDA, 3,0% de lignina e 84% de digestibilidade aparente da matéria seca (ASHBELL, 1992; VAN SOEST, 1994).

A maior digestibilidade de algumas frações da fibra do bagaço de laranja é atribuída, especialmente, a seu alto teor de carboidratos solúveis e pectina (PERES, 1997). A casca da laranja contém 16,9% de açúcares solúveis; 9,2% de celulose; 10,5% de hemicelulose e 42,5% de pectina (RIVAS et al., 2008).

A inclusão de fibra fermentável na dieta de animais monogástricos é uma interessante estratégia para melhorar o ecossistema e saúde gastrointestinal. Fontes de fibra de vegetais desidratados e frutas podem ser utilizadas pela indústria de alimentos para animais de companhia com o intuito de promover o controle glicêmico (BIAZI et al., 2010).

Brambillasca et al. (2013) avaliaram as características de fermentação de duas fontes de fibra (polpa cítrica e bagaço de maçã) em diferentes teores de inclusão em dietas para

cães, além da digestibilidade dos nutrientes, características das fezes e populações microbianas fecais. Conforme houve aumento na inclusão de fibra na dieta, a produção de gás aumentou de forma linear e quadrática, assim como maior produção fecal e frequência de defecação.

Os autores encontraram redução do pH fecal e da digestibilidade. Ao estimar o consumo de nutrientes e determinar a digestibilidade aparente, *in vivo* e *in vitro*, de dietas com diferentes teores de polpa de citrus e de folha de alfafa para cães adultos em manutenção, Malafaia et al. (2002) verificaram redução na ingestão de água, MS, MO e PB, em porcentagem do peso dos animais. A digestibilidade da MS, PB, EE e da FDN melhorou à medida que o teor de fibra dietética aumentou. Dentre os alimentos avaliados, a polpa de citros apresentou o maior coeficiente de digestibilidade *in vitro*.

2.5.3.2 Polpa de maçã

O suco de maçã é um dos sucos preferidos e mais consumidos na Europa e nos Estados Unidos, e este é fornecido como primeira bebida aos bebês, após o leite materno (CITRUS BR, 2014). O processamento industrial da maçã para obtenção de sucos gera grande quantidade de bagaço, chamado de descarte sólido, resíduo este que é uma mistura heterogênea constituída principalmente por casca, polpa e semente, com rendimento médio de prensagem de 65% de suco e 35% de bagaço (STREIT, 2004).

De acordo com Raupp et al. (2000), o bagaço de maçã apresenta alta proporção de carboidratos insolúveis, quantidades menores de proteína, minerais e algum suco remanescente, contendo açúcares e outras substâncias solúveis. Caracteriza-se por apresentar em sua composição elevadas quantidades de fibras, constituídas por biopolímeros de alto peso molecular, tal como amido, hemicelulose, celulose, pectina e lignina, além de outros mono e dissacarídeos. Entretanto, possui baixos teores de proteínas e aminoácidos essenciais, bem como de vitaminas e sais minerais (CHEN et al., 1988). A composição bromatológica do bagaço de maçã está apresentada na tabela 3.

Tabela 3 - Composição centesimal da polpa de maçã

Componente	(%)
Fibra alimentar	92
Carboidrato	0
Proteína	8,2
Lipídio	0,6
Cinza	2,0

Fonte: (RAUPP et al., 2000).

Além de pectina, um tipo de carboidrato complexo, que forma as fibras das frutas cítricas e que atua na absorção dos ácidos biliares no tubo digestivo, diminuindo-os junto às fezes (YAMAMURA, 2007), a maçã contém quercetina, substância anti-inflamatória e outros antioxidantes potentes contra o estresse oxidativo e o câncer, além de ter a propriedade de inibir danos às estruturas neurovasculares da pele e em neurônios (CREDIDIO, 2008).

A composição química e as características fermentativas de vários bagaços de frutas foram estudados em cães, através de um modelo *in vitro*, por Swanson et al. (2002). Os autores encontraram no bagaço de maçã aproximadamente 79% de fibra dietética total e proporção de fibra insolúvel: solúvel de 6:1. Após 24 h de fermentação, o bagaço de maçã resultou em maior concentração de AGCC totais (2,1mMol/g) em contraste com o bagaço de uva (0,83mMol/g).

Fekete et al. (2004) avaliaram os efeitos da inclusão de polpa de maçã em dietas para gatos, nos teores de 10, 20 e 40% da dieta. O aumento da inclusão de polpa de maçã reduziu o CDA dos nutrientes, principalmente da MS em comparação à dieta controle, sem efeitos sobre o CDA da gordura. Os resultados deste estudo demonstraram que a polpa de maçã é uma fonte de fibra palatável para gatos adultos até o teor de inclusão de 20%.

No entanto, estudos relacionados ao perfil de ácidos graxos de cadeia curta e aminas biogênicas gerados durante o processo de fermentação intestinal, bem como os efeitos sobre a glicemia e insulinemia de cães até o momento são desconhecidas.

3. OBJETIVO

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar coprodutos da agroindústria processadora de frutas para sucos (polpa de maçã e polpa cítrica) como fonte alternativa de fibra dietética à celulose e farelo de arroz. Os parâmetros avaliados foram: coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes (CDA), produtos de fermentação intestinal (AGCC e AGCR, ácido láctico, aminas biogênicas), pH das fezes, glicemia e insulinemia pós-prandial.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL

O experimento foi conduzido no Centro de Desenvolvimento Nutricional (CDN) e Laboratório de Bromatologia da Premier Pet, localizado em Dourado, São Paulo, conjuntamente ao Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ/USP, Pirassununga – SP. Os procedimentos experimentais foram analisados e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da FMVZ/USP (Protocolo nº 90291510/14), de acordo com os princípios éticos na experimentação animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA).

4.2 ANIMAIS

Foram incluídos oito cães adultos hígidos, de raças distintas (golden retriever, cocker, beagle, labrador), de ambos os sexos, idade média de $5,0 \pm 2,0$ anos e peso corporal médio de $15,0 \pm 5,0$ kg, previamente avaliados quanto ao estado de saúde por meio de exames clínicos, hematológico e coproparasitológico, previamente vermifugados e vacinados.

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento seguiu delineamento em quadrados latinos 4x4 replicados. Os cães foram distribuídos em quatro tratamentos (dietas) e quatro períodos, totalizando oito repetições por tratamento. A distribuição dos animais entre os tratamentos foi organizada de modo a se balancear raça, sexo e peso corporal. Cada período do quadrado teve duração de 17 dias, divididos em quatro etapas conforme descrito no quadro 2. Ao término de cada período de 17 dias, os cães foram rotacionados entre as dietas, seguidas de novo período de adaptação, pesados e as quantidades de alimento reajustadas para manutenção do peso dos animais.

Quadro 2 - Procedimentos realizados em cada período experimental

Etapa	Dia experimental	Procedimentos realizados
I	1º ao 7º	Adaptação às dietas
II	8º ao 12º	Coleta total de fezes para ensaio de digestibilidade
III	14º ao 15º	Coleta de fezes frescas para análise da composição microbiológica, concentração de ácidos graxos de cadeia curta e ramificada e aminas biogênicas fecais
IV	16º ao 17º	Coleta de sangue para realização das curvas glicêmicas e insulínicas

4.4 MANEJO ALIMENTAR

A quantidade de alimento fornecida aos animais baseou-se na equação de predição da necessidade energética diária para cães ativos e a energia metabolizável estimada para as dietas, segundo o NRC (2006). Para o cálculo da necessidade energética de manutenção (NEM) dos cães, empregou-se a seguinte fórmula:

$$NEM = 130 \times (PC)^{0,75}$$

Onde

- NEM = necessidade energética de manutenção (kcal/dia);
- 130 = constante para cães ativos;
- PC = peso corporal do animal, em kg.

Os cães foram pesados ao final de cada período experimental e a quantidade de alimento ajustada de modo a manter o peso corporal dos animais constante durante todo o experimento. As dietas foram fornecidas diariamente, duas vezes ao dia, pela manhã (7:00h) e a tarde (15:30h), em quantidades iguais. A água foi oferecida “*ad libitum*”. Os comedouros foram removidos passados 30 minutos após o oferecimento das dietas. A ingestão alimentar foi mensurada diariamente e as sobras pesadas e registradas. Durante todo o período experimental e também durante a fase de coleta de fezes para a realização do ensaio de digestibilidade, os animais permaneceram em canis individuais providos de cama, aquecedor e água e soltos todos os dias individualmente em áreas maiores para lazer.

4.5 DIETAS EXPERIMENTAIS

As dietas experimentais foram formuladas de maneira a atender as necessidades nutricionais para cães adultos, segundo as recomendações da AAFCO (2009). Foram produzidas quatro rações extrusadas isonutrientes, variando-se apenas as fontes de fibra empregadas, com teor de inclusão de 3,5%. Empregou-se como fonte de fibra oriundas da indústria de suco, polpa cítrica (PCT) e polpa de maçã (PMA), comparando-as ao farelo de arroz desengordurado (FAR) e celulose comumente empregadas em alimentos para cães e gatos (figura 1).

Figura 1 - Ingredientes fibrosos avaliados no estudo

Fonte: Arquivo pessoal e internet (celulose).

Da esquerda para a direita: farelo de arroz desengordurado (FAR), celulose (CEL), polpa de maçã (PMA) e polpa cítrica peletizada (PCT).

As dietas foram produzidas na Fábrica de Rações da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Unesp, Câmpus Jaboticabal - SP, em extrusora experimental. O processo de extrusão foi controlado por aferições dos parâmetros de processamento das dietas experimentais e ajustes de densidade (g/L) dos *kibbles* realizados a cada 20 minutos. Obteve-se média de 331,25g/L de densidade entre todas as dietas formuladas.

Os teores de fibra dietética total, solúvel e insolúvel das fontes de fibra dietética empregadas no estudo foram avaliados conforme recomendações da AOAC (1995) e estão apresentados na tabela 4. As fibras foram incluídas na fórmula em substituição ao amido de milho e os demais ingredientes foram mantidos em porcentagens fixas.

Todos os ingredientes empregados na produção das dietas experimentais foram obtidos a partir de um único lote, para não haver variação entre os tratamentos. A fórmula e a composição química das dietas estão apresentadas nas tabelas 5 e 6. A figura 2 ilustra as quatro dietas experimentais.

Tabela 4 - Teores de fibra dietética total, solúvel e insolúvel das fontes de fibra avaliados no estudo

Item	Fontes			
	Celulose	Farelo arroz desengordurado	Polpa cítrica	Polpa de maçã
	<i>Fibra dietética (g/100g MS)</i>			
Solúvel	0	<1,0	10,4	11,3
Insolúvel	100	31,1	48,6	66
Fibras totais	100	31,1	59	77,3

Figura 2 - Imagens das quatro dietas extrusadas fornecidas aos animais durante os períodos experimentais

Fonte: Arquivo pessoal.

Da esquerda para a direita: farelo de arroz desengordurado (FAR), celulose (CEL), polpa de maçã (PMA) e polpa cítrica peletizada (PCT).

Tabela 5 - Fórmula das dietas experimentais

Ingredientes	Dietas ¹			
	CEL	PMA	PCT	FAR
Quirera de arroz	49,3	49,3	49,3	49,3
Farinhas de vísceras de frango	28,5	28,5	28,5	28,5
Antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02
Cloreto de potássio	0,5	0,5	0,5	0,5
Palatabilizante	2,0	2,0	2,0	2,0
Levedura de cerveja	1,0	1,0	1,0	1,0
Metionina 99%	0,1	0,1	0,1	0,1
Óleo de salmão	0,5	0,5	0,5	0,5
Óleo de vísceras frango	5,8	5,8	5,8	5,8
Premix mineral ²	0,1	0,1	0,1	0,1
Premix vitamínico ³	0,3	0,3	0,3	0,3
Sal	0,5	0,5	0,5	0,5
Antifúngico	0,1	0,1	0,1	0,1
Amido de Milho	7,8	6,7	5,3	-
Celulose	3,5	-	-	-
Polpa de maçã	-	4,6	-	-
Polpa cítrica	-	-	6,0	-
Farelo de arroz	-	-	-	11,3

¹ CEL – dieta controle; FAR – dieta farelo de arroz desengordurado; PCT – dieta polpa cítrica; PMA – dieta polpa de maçã.

² Adição por quilograma de dieta: Ferro=168mg, Cobre=27mg, Manganês= 37mg, Zinco=168mg, Iodo=1,2 mg, Selênio 0,4mg.

³ Adição por quilograma de dieta: Vitamina A=18000UI, Vit. D=1200UI, Vit. E=107UI, Tiamina=10mg, Riboflavina=15mg, Ácido pantotênico=26mg, Niacina=12mg, Piridoxina=8mg, Biotina=0,33mg, Ácido fólico=1,75mg, Vit. B12= 0,17mg e Colina= 2306mg.

Tabela 6 - Composição química dietas experimentais analisadas

Item	Dietas ¹			
	CEL	FAR	PCT	PMA
Matéria Seca (%)	92,43	92,54	92,40	90,90
Composição na MS				
Matéria orgânica (%)	94,65	93,63	94,24	93,11
Matéria mineral (%)	5,35	6,48	5,73	5,32
Proteína bruta (%)	26,16	26,61	25,90	26,10
EEHA (%)	11,20	10,61	12,12	12,75
ENN (%)	55,89	54,67	54,99	54,19
Fibra bruta (%)	1,40	1,63	1,27	1,64
Fibra solúvel	0,50	0,6	1,70	1,60
Fibra insolúvel	5,00	5,00	4,10	4,50
Fibra dietética total	5,50	5,60	5,80	6,10
Energia bruta (Kcal/g)	4,89	4,82	4,92	4,98
Energia metabolizável (Kcal/g)	3,78	3,71	3,82	3,77

¹ CEL – dieta controle; FAR – dieta farelo de arroz desengordurado; PCT – dieta polpa cítrica; PMA – dieta polpa de maçã.

4.6 DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES E QUALIDADE FECAL

O ensaio de digestibilidade foi conduzido pelo método de coleta total de fezes, considerando-se as recomendações da AAFCO (2009). As dietas foram oferecidas aos animais por um período de adaptação de sete dias, seguidos de cinco dias de coleta, obtendo-se um conjunto de fezes de cada animal. O consumo alimentar foi registrado diariamente, pesando-se as quantidades oferecidas e sobras de alimento a cada refeição. As coletas foram realizadas nos canis ou nas áreas maiores onde os cães eram soltos individualmente para prática de atividade física. Estas foram coletadas individualmente em sacos plásticos, pesadas, identificadas e armazenadas em freezer (-20°C) para posterior análise. A temperatura do freezer monitorada diariamente. As análises qualitativas das fezes foram determinadas por meio da classificação do escore fecal pontuadas em escala de 0 a 5 (Quadro 3), consideradas ideais fezes em escore ideal entre 3 e 4.

Quadro 3 - Escala de escore fecal empregada no estudo

Escore Fecal	Características
0	Diarreia. Fezes moles e sem forma
1	Fezes moles e mal formadas
2	Fezes bem formadas, porém moles, Ao serem removidas deixam marcas
3	Fezes firmes, tipo "charuto", porém, um pouco mais úmidas. Ao serem removidas deixam marca
4	Fezes bem formadas e consistentes, tipo "charuto", que não marcam o piso
5	Fezes ressecadas, animal com dificuldade para defecar

Ao final do período de coleta, as fezes foram descongeladas e homogeneizadas, compondo-se uma amostra única por animal e tratamento, pesadas e secas em estufa de ventilação forçada (320-SE, FANEM, São Paulo, Brasil) a 55°C durante 72 horas. Na sequência realizou-se segunda secagem em estufa (320-SE, FANEM, São Paulo) a 105°C por 12 horas. As fezes secas e amostras de cada dieta extrusada foram, então, moídas em moinho de facas (MOD 340, ART LAB, São Paulo, Brasil) com peneira de 1mm e as análises conduzidas no laboratório de análises bromatológicas da Premier Pet.

Os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo em hidrólise ácida (EEHA), matéria mineral (MM) e fibra bruta (FB) das fezes e dietas foram determinados segundo a metodologia descrita pela AOAC (1995). A fibra dietética total (FDT) foi determinada segundo Prosky et al. (1992). Baseado nos resultados obtidos, calculou-se os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, proteína bruta, matéria orgânica, extrato etéreo em hidrólise ácida, extrativos não nitrogenados e fibra bruta das dietas. Avaliou-se também as características das fezes pelo teor de MS total, produção de fezes por cão por dia na matéria natural (g fezes/ cão/dia na MN) e na MS (g fezes/g cão/dia na MS).

4.7 PH FECAL

Para mensuração deste parâmetro, coletou-se 2g de fezes frescas que foram diluídas em (1:10 p/v) de água destilada, e o pH mensurado em pHmetro digital de precisão 0,01 (modelo DM20, Quimis do Brasil Ltda., São Paulo). Procedimento este, repetido por três

vezes consecutivas e o resultado final expresso a partir da média das três aferições obtidas nos 14^o e 15^o dia de cada período experimental.

4.8 AVALIAÇÃO DOS PRODUTOS DE FERMENTAÇÃO FECAL

4.8.1 Concentração fecal de ácidos graxos de cadeia curta e ramificada

Para as análises dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e ácidos graxos de cadeia ramificada (AGCR) foram coletados 10 gramas de fezes frescas (coletadas no máximo 10 minutos após a defecação). que foram rapidamente homogeneizadas e misturadas a 30mL de solução de ácido fórmico a 16% (1:3 p/v). As amostras foram mantidas em refrigeração por cinco dias, com homogeneização periódica e encaminhadas ao Laboratório de Fermentabilidade Ruminal do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo - Pirassununga – SP, onde foram centrifugadas duas vezes, sendo a primeira por 10 minutos a 4000rpm e a segunda por 08 minutos a 14.000rpm, sempre aproveitando-se o sobrenadante e desprezando o sedimento. Na sequência foram identificadas e armazenadas em freezer (-20°C) até posterior análise. As amostras foram descongeladas em temperatura ambiente e centrifugadas pela terceira vez a 14000rpm por 10min. O sobrenadante (800µL) foi transferido para um frasco seco e limpo com 200µL de ácido fórmico 98-100% PA ACS e 100µL do padrão interno (ácido 2-etil-butírico 100mM, Chemservice, USA). O padrão externo foi preparado com os ácidos acético, propiônico, isobutírico, butírico, isovalérico e valérico (Chemservice, USA).

As concentrações de AGCC e AGCR das amostras foram quantificadas por cromatografia gasosa (GC 2014, Shimadzu, Japão), através de coluna capilar (Stabilwax®, Restek, EUA) a 145°C (isotérmica) e injetor split/splitless e detector dual FID a 250°C de operação, segundo método descrito por Erwin et al. (1961), adaptado por Getachew et al. (2002).

Gás Hélio foi utilizado como gás de arraste (vazão de 8,01mL/min), o ar sintético como comburente (pressão de 40kPa) e o hidrogênio como combustível (pressão de 60kPa). O cromatógrafo foi calibrado por meio da injeção de 1µL de solução padrão misto, a curva pré-estabelecida e os cálculos realizados pelo software GCSolution® (Shimadzu, Japão). A amostra líquida foi injetada e vaporizada, percorrendo com auxílio de um gás de arraste (Hélio) toda a coluna capilar. Nesta coluna os ácidos vaporizados mais leves percorrem mais rapidamente a coluna e atingem o detector de ionização. Neste, a corrente formada

pela ionização com o ácido é processada e realizada a leitura pelo computador na forma de impulso elétrico. Este calcula a concentração da amostra e compara as áreas dos picos formados pela intensidade dessa corrente, com a área dos picos formados pela solução contendo o ácido padrão e os cálculos realizados pelo software GCSolution® (Shimadzu, Japão).

4.8.2 Concentração fecal de ácido láctico

Para a determinação de ácido láctico foram empregados cerca de uma grama de fezes frescas, coletadas no intervalo de 10 minutos após a defecação, armazenadas e congeladas em freezer a -20°C. As análises foram realizadas no Laboratório Multiusuário de Nutrição Animal e Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ/USP. Para tal, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente, homogeneizadas e misturadas em 3mL de água destilada (1:3 p/v) e analisadas de acordo com Pryce (1969) pelo método espectrofotométrico a 565nm, utilizando branco reagente a fim de calibrar o espectrofotômetro (QUICK Lab, marca DRAKE, São José do Rio Preto, São Paulo) e as amostras foram quantificadas comparando-as com padrão de ácido láctico a 0,08%.

4.8.3 Concentração fecal de aminos bioativas

Foram coletados cinco gramas de fezes frescas, armazenadas em tubo Falcon e congeladas a -20°C para posterior análise. As amostras então foram encaminhadas para análise no Laboratório de Bioquímica de Alimentos do Departamento de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFMG – Belo Horizonte, MG. No laboratório as fezes foram descongeladas a temperatura ambiente, em seguida adicionados 7mL (5:7 p/v) de ácido tricloroacético a 5% (TCA 5%), homogeneizadas e agitadas por cinco minutos em vortéx e centrifugadas a 10.000g, por 20 minutos a 4°C (Centrífuga Modelo RC 5C plus, Sorvall Products, Newtown, CT, EUA). O sobrenadante filtrado em papel filtro qualitativo e o resíduo extraído por mais duas vezes, empregando-se volumes de 7mL de TCA 5%, sendo os sobrenadantes filtrados e combinados. Para a leitura das concentrações de aminos empregou-se o método de análise por cromatografia líquida de alta performance (HPLC, Shimadzu modelo LC-10AD, Kyoto, Japão) por par iônico, derivação pós-coluna com

oftalaldeído e detecção fluorimétrica, seguindo a metodologia descrita por Vale e Gloria (1997).

4.9 RESPOSTA GLICÊMICA E INSULINÊMICA PÓS-PRANDIAL

As curvas glicêmicas e insulinêmicas pós-prandiais foram determinadas de acordo com metodologia descrita por Carciofi et al. (2008), com modificações no tempo de amostragem. Os cães receberam a dieta teste por um período de adaptação de 15 dias. No dia do teste os animais tiveram a veia cefálica canulada (cateter nº 20 da BD® - Angiocath) após assepsia local. Na sequência foi colhida uma amostra de 1,5mL de sangue para a determinação da glicemia e insulinemia basais, consideradas como tempo 0 (zero) nas curvas.

Após a colheita de sangue basal, os animais receberam as respectivas dietas em quantidade correspondente ao cálculo da necessidade energética diária, ingeridos em até 15 minutos após a oferta. Coletou-se 1,5mL de sangue total nos tempos 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 300, 360, 420 e 480 minutos após o consumo da dieta. Para a determinação da concentração de glicose armazenou-se amostras de 0,5mL de sangue em tubo de ensaio com anticoagulante fluoreto, centrifugadas na sequência a 4000rpm, durante 10 minutos e analisadas imediatamente pelo método enzimático GOD-ANA (Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, Brasil) empregando-se analisador semiautomático (Labquest modelo BIO 2000), com kits LABTEST (Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, Brasil), no Laboratório do Centro de Desenvolvimento Nutricional (CDN) da Premier Pet, Dourado, SP.

Para as avaliações das concentrações de insulina, amostras de 1,0mL de sangue foram acondicionadas em tubos de ensaio sem anticoagulante e centrifugadas para separação do soro. Este foi armazenado em Eppendorf de 2,0mL e em seguida congelado em freezer -80°C para posterior análise em kits espécie-específicos (Geneses), por radioimunoensaio. Além das concentrações de glicose e insulina nos tempos de coleta, calculou-se também os incrementos de glicose e insulina (IC) subtraindo-se o valor basal (T0) dos demais valores observados durante todo o período de avaliação da glicemia e insulinemia obtidos durante os 480 minutos de avaliação. Foram comparados, também, as glicemias e insulinemias médias e máximas e incrementos médios e máximos. As curvas pós-prandiais de glicose foram ainda comparadas pela área abaixo da curva (AAC). Estas foram determinadas utilizando-se o método trapezoidal por meio de integrações numéricas no software Prisma® (GraphPad Software, Inc, San Diego, CA, USA) em períodos distintos.

4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as variáveis foram inicialmente testadas para normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e apresentaram erros com distribuição normal. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento MIXED do programa *Statistical Analysis System* (Versão 8.0, SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA). Ao serem observados diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos pelo teste F da ANOVA, as comparações múltiplas foram realizadas utilizando-se o Teste de Tukey.

Para a avaliação das respostas pós-prandiais foi realizada análise de variância em um esquema de medidas repetidas no tempo nos mesmos animais. As curvas pós-prandiais de glicose foram ainda comparadas pela área abaixo da curva (AAC). Estas foram determinadas utilizando o método trapezoidal por meio de integrações numéricas no programa Prisma® (GraphPad Software, Inc, San Diego, CA, USA) em períodos distintos: AAC Total (T_0 - T_{480}), AAC $_{T_0-T_{120}}$; AAC $_{T_0-T_{180}}$; AAC $_{T_{60}-T_{120}}$; AAC $_{T_{120}-T_{180}}$; AAC $_{T_{180}-T_{240}}$; AAC $_{T_0-T_{240}}$; AAC $_{T_0-T_{300}}$; AAC $_{T_0-T_{360}}$.

5. RESULTADOS

A densidade dos *kibbles* não apresentou variação expressiva, apenas a dieta com inclusão de polpa de maçã (PMA) apresentou densidade ligeiramente mais elevada entre as rações. Os valores encontrados estão adequados a alimentos extrusados para cães. O consumo de alimento pelos animais foi adequado e não foi observado recusa de nenhuma das dietas experimentais. Com base na análise estatística dos dados não foi observado efeito de período, tratamento e animal sobre o consumo de alimento.

A composição das frações de fibra total, solúvel e insolúvel das fontes avaliadas no estudo e dos tratamentos experimentais fornecido aos animais está apresentada na Tabela 7. As fontes de fibra celulose e o farelo de arroz desengordurado apresentaram 100% de sua fibra dietética total (FDT), na forma de fibra dietética insolúvel (FDI). Já as polpas de fruta apresentaram em sua composição porção de fibra solúvel (FDS) e insolúvel (FDI), para polpa cítrica 17,6% e 82,4% e para polpa de maçã 14,6% e 85,4%, respectivamente de FDS e FDI. Quanto às dietas prontas os tratamentos PMA e PCT apresentaram fração de FDS acima de 26%, enquanto que os tratamentos FAR e CEL, apresentaram maior proporção de FDI, próximos de 90%.

Tabela 7 - Teores de fibra dietética total, solúvel e insolúvel das fontes de fibra e das dietas experimentais avaliadas no estudo.

Fibras	Celulose	Farelo arroz desengordurado	Polpa cítrica	Polpa de maçã
<i>Fontes de fibra dietética (g/100g)</i>				
Fibra Solúvel	-	< 1,0	10,4	11,3
Fibra Insolúvel	100	31,1	48,6	66
Fibra Dietética Total	100	31,1	59	77,3
	CEL	FAR	PCT	PMA
<i>Dietas experimentais valores na MS</i>				
Fibra Solúvel	0,5	0,6	1,7	1,6
Fibra Insolúvel	5,0	5,0	4,1	4,5
Fibra Dietética Total	5,5	5,6	5,8	6,1

5.1 COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE APARENTE

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes encontram-se expressos na tabela 8. O CDA da MO ($p=0,1484$) e MM ($p=0,4642$) dos tratamentos não apresentaram

diferenças entre si. O o tratamento PMA obteve maior CDA da MS que os tratamentos PCT e FAR, e por sua vez, foi semelhante ao tratamento CEL. O tratamento CEL não apresentou diferenças entre PCT e FAR na CDA da MS ($p=0,0247$). O tratamento CEL demonstrou maior valor de CDA da PB ($p=0,0002$), que diferiu dos CDA da PMA e FAR, que apresentaram valores intermediários e iguais. O tratamento PCT apresentou o menor CDA deste nutriente. O CDA do EEHA ($p=0,0014$) foi superior para os tratamentos CEL e PCT em relação ao tratamento FAR, enquanto que o tratamento PMA apresentou coeficiente semelhante às dietas PCT e FAR. O CDA da FB ($p<0,0001$) apresentou valor inferior para o tratamento CEL ao ser comparada aos demais tratamentos, que por sua vez apresentaram digestibilidade semelhante entre si. Em relação CDA dos ENN, PMA e CEL apresentaram valores semelhantes e maiores que FAR e PCT ($p=0,0001$).

Tabela 8 - Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes.

Item	Dietas ¹				EPM ²	p-valor
	CEL	FAR	PCT	PMA		
	Coeficiente de Digestibilidade Aparente (%)					
Matéria seca	87,13 ^{ab}	86,09 ^b	86,58 ^b	87,85 ^a	0,36	0,0247
Matéria orgânica	90,19 ^a	89,84 ^a	89,97 ^a	90,79 ^a	0,30	0,1484
Proteína bruta	89,65 ^a	86,85 ^b	84,55 ^c	86,98 ^b	0,55	0,0002
Extrato etéreo	96,56 ^a	95,03 ^c	96,03 ^{ab}	95,35 ^{bc}	0,23	0,0014
Fibra bruta	(-36,37) ^b	10,7 ^a	5,89 ^a	5,58 ^a	4,13	<0,0001
Matéria mineral	32,89 ^a	31,84 ^a	30,69 ^a	35,02 ^a	1,86	0,4642
ENN	94,06 ^a	92,62 ^b	93,08 ^b	94,09 ^a	0,26	0,0001

¹ CEL – Dieta controle; FAR - Dieta farelo de arroz; PCT - Dieta polpa cítrica; PMA - Dieta polpa de maçã

^{a, b} Médias nas linhas seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$)

² EPM = Erro padrão da média, $n=8$ por tratamento

5.2 QUALIDADE E PRODUÇÃO FECAL

Em média, as fezes excretadas pelos animais que consumiram o tratamento CEL apresentaram teor de MS superior aos demais tratamentos, seguidos por valores intermediários dos tratamentos FAR e PMA e, com menor valor para o tratamento PCT ($p=0,0001$). A fibra de celulose, insolúvel e pouco fermentável, associada ao baixo CDA da

FB influenciou na maior porcentagem de MS encontrada nas fezes dos cães que receberam o tratamento CEL. A inclusão da PCT na dieta foi responsável pela produção de maior quantidade de fezes na MN por cão dia em relação aos tratamentos CEL e PMA ($p=0,062$), entretanto, foi semelhante ao tratamento FAR. Os animais alimentados com o tratamento PMA apresentaram produção de fezes semelhante à dieta com CEL e FAR. Já a produção de fezes por cão/dia na MS não foi diferente entre os tratamentos (tabela 9).

Tabela 9 - Consumo de dieta e parâmetros fecais avaliados no estudo para as dietas experimentais contendo diferentes fontes de fibra dietética.

Item	Dietas ¹				EPM3	p-valor
	CEL	FAR	PCT	PMA		
MS fecal (%)	42,1 ^a	34,9 ^b	31,3 ^c	34,5 ^b	0,93	0,0001
Escore fecal	3,48a ^b	3,15 ^b	3,22 ^b	3,67 ^a	0,16	0,0655
Consumo dieta (MS)	290,23	284,78	290,64	285,41	42,05	0,9277
g fezes MN cão/dia	90,27 ^c	112,88 ^{ab}	130,55 ^a	100,30 ^{bc}	17,86	0,0062
g fezes MS cão/dia	37,4	38,8	39,73	34,16	5,612	0,173

¹ CEL - dieta controle; FAR - dieta farelo de arroz; PCT - dieta polpa cítrica; PMA - dieta polpa de maçã.

^{a,b} Média na linha seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

³ EPM = Erro Padrão da média, $n=8$ por tratamento.

5.3 CONCENTRAÇÃO DE PRODUTOS DE FERMENTAÇÃO NAS FEZES

As concentrações fecais de aminas biogênicas não apresentaram diferenças: cadaverina ($p=0,1180$); espermidina ($p=0,0804$); espermina ($p=0,1742$); feniletilamina ($p=0,2596$); histamina ($p=0,3659$); putrescina ($p=0,1363$); tiramina ($p=0,2758$); triptamina ($p=0,7181$) e aminas totais ($p=0,1020$), entre os cães que receberam os tratamentos celulose, farelo de arroz, polpa cítrica e polpa de maçã. Resultados apresentados na tabela 10.

As concentrações fecais de ácidos graxos de cadeia curta e ramificada, lactato e pH encontradas no estudo estão apresentadas na tabela 11. Não foram encontradas diferenças nas concentrações de lactato entre os tratamentos avaliados. Nas concentrações fecais de acetato ($p=0,0112$) e ácidos graxos totais ($p=0,0055$), nos animais que consumiram a dieta PCT foram maiores que as dietas CEL e PMA. Já PMA não apresentou diferenças significativas em relação tratamento FAR e CEL ($p=0,0112$). O ácido propiônico apresentou

menor concentração nas fezes dos cães com consumo do tratamento CEL e não foram observadas diferenças nas concentrações deste ácido graxo de cadeia curta nas fezes dos animais que foram alimentados com as dietas FAR, PCT e PMA ($p=0,0041$). As concentrações de butirato foram maiores nas fezes dos cães manejados com as dietas FAR e PCT e semelhantes ao tratamento PMA. O tratamento CEL resultou em comportamento semelhante a dieta PMA ($p=0,0078$).

Em relação aos ácidos graxos de cadeia ramificada, o tratamento FAR resultou em maior concentração fecal de isovalérico ($p=0,0134$) e isobutírico ($p=0,0157$), mas não houve diferença em relação ao tratamento PCT na concentração fecal do ácido isobutírico ($p=0,0157$). As fontes de fibra provenientes das polpas de frutas resultaram em menor produção de AGCR.

Os tratamentos CEL e FAR influenciaram na produção de fezes com pH mais elevado em comparação aos tratamentos PCT e PMA. Não houve diferenças significativas entre os resultados de pH para CEL e FAR, bem como entre PCT e PMA.

Tabela 10 - Concentração média de aminas determinadas nas fezes de cães.

Item ¹	Dietas ²				EPM ³	p-valor
	CEL	FAR	PCT	PMA		
	<i>mg/100g de fezes na MS</i>					
Cadaverina	0,68	12,74	50,95	5,48	1,53	0,1180
Espermidina	113,93	163,92	239,13	129,72	33,88	0,0804
Espermina	21,85	20,39	17,52	15,73	1,89	0,1742
Feniletilamina	0,80	2,24	1,03	0,15	0,84	0,2596
Histamina	0,00	0,23	8,99	0,06	3,98	0,3659
Putrescina	27,48	48,67	56,73	39,26	9,34	0,1363
Tiramina (n=3)	4,38	10,85	33,95	15,24	11,06	0,2758
Triptamina	0,36	1,06	1,04	0,42	0,66	0,7181
Totais	169,48	260,56	409,36	206,06	68,44	0,1020

¹Serotonina e agmatina apresentaram valores abaixo do limite de detecção (0,4mg/100mL). ² - CEL – dieta controle; FAR - dieta farelo de arroz; PCT - dieta polpa cítrica; PMA - dieta polpa de maçã. ³ EPM = Erro padrão da média, n=8 por tratamento

Tabela 11 - Concentração fecal de ácidos graxos de cadeia curta e ramificada e ácido láctico de cães.

Item	Dietas ¹				EPM ³	p-valor
	CEL	FAR	PCT	PMA		
	mMol/Kg de MS de fezes					
Ácido acético	121,6 ^c	187,21 ^{ab}	222,65 ^a	158,6 ^{bc}	24,90	0,0112
Ácido propiônico	60,79 ^b	110,28 ^a	110,23 ^a	92,15 ^a	14,60	0,0041
Ácido butírico	26,52 ^b	46,17 ^a	48,84 ^a	37,03 ^{ab}	5,13	0,0078
AGCC totais ²	208,9 ^c	343,7 ^{ab}	382,43 ^a	287,8 ^{bc}	42,70	0,0055
Ácido isovalérico	9,17 ^b	15,18 ^a	10,02 ^b	7,62 ^b	1,57	0,0134
Ácido isobutírico	7,83 ^b	12,54 ^a	9,79 ^{ab}	7,44 ^b	1,10	0,0157
pH fezes	7,33 ^a	7,16 ^a	6,78 ^b	6,81 ^b	0,08	0,0001
Lactato, mMol/Kg.MS	9,45	10,59	18,35	20,71	4,30	0,1035

¹ CEL – dieta controle; FAR - dieta farelo de arroz; PCT - dieta polpa cítrica; PMA - dieta polpa de maçã.

² AGCC Totais = ácidos acético + butírico + propiônico.

^{a,b} Médias na linha seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

³ EPM = Erro Padrão da média, $n=8$ por tratamento.

⁴ Ácido valérico não foi detectado nas análises.

5.4 CURVAS GLICÊMICAS E INSULÍNICAS PÓS PRANDIAIS

As concentrações plasmáticas de glicose em cães alimentados com dietas contendo diferentes fontes de fibra dietética encontram-se na tabela 12. As glicemias (mg/dL) avaliadas não diferiram entre os tratamentos CEL, FAR, PCT e PMA para as concentrações basais ($p=0,3963$), médias ($p=0,6532$), máximas ($p=0,8419$). Também não foram encontradas diferenças para os incrementos glicêmicos médios ($p=0,6146$) e máximos ($p=0,1498$). Os cães que consumiram as dietas experimentais apresentaram glicemia basal entre 64mg/dL e 70mg/dL e com máximas em torno de 81mg/dL.

Os resultados das glicemias encontrados durante as curvas pós-prandiais estão apresentados na tabela 12. Não houve efeito de tratamento e de tempo ($P < 0,05$) para este parâmetro. Os resultados encontrados nas curvas glicêmicas pós-prandiais não apresentaram diferenças nos picos de glicemia dos cães. Os tratamentos CEL, FAR e PCT resultaram em elevações das glicemias pós-prandiais aos 120 minutos de observação (figuras 3, 4 e 6) e o pico glicêmico foi observado aos 180 minutos para o tratamento PMA (Figura 5).

Tabela 12 -Concentração plasmática (basal, média e máxima) de glicose, concentração sérica (basal, média e máxima) de insulina e incrementos médios e máximos de glicose e insulina.

Item	Dietas ¹				EPM ²	p-valor
	CEL	FAR	PCT	PMA		
<i>Concentração plasmática glicose (mg/dl)</i>						
Basal	64,09	70,21	67,17	66,36	2,56	0,3963
Média	67,54	69,15	69,22	70,72	2,01	0,6532
Máxima	81,54	80,26	81,05	84,39	3,55	0,8419
Incremento Médio	7,65	5,80	6,80	8,23	1,29	0,6146
Incremento Máximo	20,41	13,5	17,95	22,62	2,68	0,1498
<i>Concentração sérica de insulina (μUI/mL)</i>						
Basal	9,96	8,83	9,2	11,54	2,23	0,8076
Média	24,89	27,01	30,5	27,59	2,26	0,2704
Máxima	54,97	61,07	62,22	63,63	5,86	0,7758
Incremento Médio	16,11	19,76	21,67	18,00	2,20	0,3966
Incremento Máximo	45,01	52,24	53,01	52,09	6,10	0,8158

¹ CEL – dieta controle; FAR - dieta farelo de arroz; PCT - dieta polpa cítrica; PMA - dieta polpa de maçã. ² EPM = Erro Padrão da média, n=8 por tratamento.

Os resultados encontrados nas curvas insulínicas avaliadas não apresentaram diferenças entre os tratamentos nos parâmetros insulinemia basal ($p=0,8076$), média ($p=0,2704$), máxima ($p=0,7758$), incrementos médio ($p=0,3966$) e máximo ($p=0,8158$). Estes valores estão apresentados na tabela 12. A insulinemia dos cães não foi influenciada pelo tratamento e pelo tempo de coleta. A concentração basal média dos tratamentos ficou ao redor de $9,0\mu\text{UI/mL}$ e os valores mais elevados entre $55\mu\text{UI/mL}$ a $63,6\mu\text{UI/mL}$. As figuras 7 a 10 ilustram o comportamento das curvas pós-prandiais de insulina encontradas no estudo.

Na tabela 14 encontram-se os valores médios das áreas abaixo da curva da glicemia, verificados em cada ponto das curvas glicêmicas pós-prandiais. Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas nas concentrações glicêmicas dentro das áreas abaixo da curva propostas no trabalho ($p<0,05$), bem como para os incrementos da glicemia ($p<0,05$). Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas nas concentrações insulinêmicas ($p<0,05$) para as áreas abaixo da curva e para os incrementos da insulina em cada ponto das curvas pós-prandiais avaliados. Na tabela 15 verifica-se os valores médios encontrados das áreas abaixo da curva da insulina.

Figura 3 - Curva glicêmica pós-prandial após o consumo da dieta celulose (média $\pm$ erro padrão da média)

Figura 5 - Curva glicêmica pós-prandial após o consumo da dieta polpa de maçã (média $\pm$ erro padrão da média)

Figura 4 - Curva glicêmica pós-prandial após o consumo da dieta farelo de arroz (média $\pm$ erro padrão da média)

Figura 6 - Curva glicêmica pós-prandial após o consumo da dieta polpa cítrica (média $\pm$ erro padrão da média)

Figura 7 - Curva insulínica pós-prandial após o consumo da dieta celuloze (média $\pm$ erro padrão da média).

Figura 8 - Curva Insulínica pós-prandial após o consumo da dieta polpa de maçã (média $\pm$ erro padrão da média)

Figura 9 - Curva insulínica pós-prandial após o consumo da dieta farelo de arroz (média $\pm$ erro padrão da média).

Figura 10 -Curva Insulínica pós-prandial após o consumo da dieta polpa cítrica (média $\pm$ erro padrão da média)

Tabela 13 - Valores médios das áreas abaixo da curva (AAC) das concentrações glicêmicas pós-prandiais

AAC glicemia(mg/dl)	Dietas ¹				EPM ²	p-valor
	FAR	CEL	PCT	PMA		
T0_30	2017	1811	1976	2036	97,96	0,3891
T30_480	30544	30853	31962	32492	1061	0,4931
T0_480	33573	32973	33922	34519	1100	0,7574
T0_120	8452	8385	8445	8162	334	0,8801
T0_180	12808	12820	12840	12976	448	0,989
T0_240	16786	16968	17135	17412	583	0,8581
T0_300	20842	20963	21336	21759	686	0,732
T0_360	25098	24981	25603	26109	806	0,6886
T30_60	2109	1927	2125	2064	113	0,5646
T60_120	4337	4338	4355	4073	246	0,7696
T120_180	4365	4444	4405	4557	181	0,8993
T180_240	3978	4148	4294	4436	183	0,3416

¹ CEL – Dieta controle; FAR - Dieta farelo de arroz; PCT - Dieta polpa cítrica; PMA - Dieta polpa de maçã.

² EPM = Erro Padrão da média, n=8 por tratamento.

Tabela 14 - Valores médios das áreas abaixo da curva (AAC) das concentrações séricas de insulina pós-prandiais.

AAC Insulina (μUI/mL)	Dieta ¹			EPM ²	p-valor
	FAR	CEL	PCT	PMA	
T0_30	375	314	421	409	0,3092
T30_480	16376	14961	18428	16844	0,3827
T0_480	16750	15324	18847	17251	0,3688
T0_120	2903	2577	3228	2456	0,1317
T0_180	5420	4798	5640	4651	0,1644
T0_240	7806	6902	8324	7053	0,2217
T0_300	9949	9110	11075	9893	0,3382
T0_360	12193	11339	13763	12975	0,3386
T30_60	702	499	714	595	0,1470
T60_120	1828	1714	2094	1454	0,1680
T120_180	2520	2225	2416	2094	0,5161
T180_240	2386	2104	2684	2402	0,4624

¹ CEL – Dieta controle; FAR - Dieta farelo de arroz; PCT - Dieta polpa cítrica; PMA - Dieta polpa de maçã.

² EPM = Erro Padrão da média, n=8 por tratamento.

6. DISCUSSÃO

Quanto à composição de fibra das fontes testadas, a polpa cítrica apresentou proporções semelhantes de FDS (18%) aos autores Bortoluzzi e Marangoni, (2006), que realizaram a caracterização das fibras dietéticas da polpa cítrica obtida da extração do suco de laranja. A fonte de fibra polpa de maçã apresenta 85% de FDI e 15% de FDS, resultados próximos aos encontrados por Raupp et al. (2000), de 82,27% e 9,64% para FDI e FDS, respectivamente ao avaliar as propriedades funcionais, digestivas e nutricionais de polpa de maçã. As proporções de fibras dietéticas solúvel e insolúvel das fontes de fibra apresentaram diferenças entre o ingrediente de origem e a dieta pronta para fornecer aos cães (tabela 7). A proporção de fibras solúveis nas dietas prontas apresentaram maior proporção quanto as fibras totais em comparação aos ingredientes avaliados. Segundo Camire et al., (1990), em condições normais de extrusão pode facilitar a redistribuição de fibra solúvel para insolúvel. No entanto, uma vez que a fonte contenha fibras insolúveis em sua maior parte, como a celulose, é pouco provável que este ocorra. Assim este fato pode estar relacionado a inclusão de carboidratos na formulação da dieta, como o amido de milho. O amido gelatinizado é solúvel em água e mais suscetível à degradação enzimática que o amido cru (ROBERTI FILHO, 2013).

O estabelecimento de critérios de digestibilidade é um dos requisitos para a classificação de petfood, como premium, super premium ou standard. Sua determinação *in vivo* constitui, efetivamente, uma medida da qualidade da dieta, porque determina de forma direta, a proporção de nutrientes disponíveis para a absorção pelo organismo (CASE et al., 2010). Fatores como, composição ileal e fecal das amostras, são em partes, reflexo da composição dos nutrientes, da digestibilidade e fermentação da própria fibra. Assim, espera-se que dependendo do teor de inclusão e da fonte de fibra da dieta ocorram alterações nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica (GODOY et al., 2013). Muir et al. (1996) ao comparar o efeito de fibras dietéticas com diferentes características de fermentação na digestão ileal dos nutrientes, obtiveram digestibilidade semelhante quando comparados a dietas com maior inclusão de fibra solúvel. Os cães alimentados com o tratamento composto por 2,5% de celulose e 5,0% de pectina apresentaram coeficientes de digestibilidade inferiores para todos os nutrientes quando comparados aos tratamentos compostos por 5,0% de celulose e 2,5% de pectina e o terceiro, com 5,0% de celulose.

Na presente pesquisa, foram observados resultados semelhantes aos estudos de Silvio et al. (2000), que utilizaram duas fontes de fibra, uma de baixa fermentação (celulose) e outra de rápida fermentação (pectina) com 10% de inclusão da MS em dieta de cães

adultos. Os autores observaram aumento da MS fecal e aumento da digestibilidade aparente da MS e redução da digestibilidade da PB com a maior inclusão de pectina. Em outro estudo, os autores encontraram menor digestibilidade da MS e MO em dietas formuladas com 7,5% de celulose (TDF: 9,7%) quando comparadas a dietas com 0% de fibra dietética e menor CDA da PB nos tratamentos que continham uma combinação de carboidratos (MIDDELBOS et al., 2007).

estudo, os autores encontraram menor digestibilidade da MS e MO em dietas formuladas com 7,5% de celulose (TDF: 9,7%) quando comparadas a dietas com 0% de fibra dietética e menor CDA da PB nos tratamentos que continham uma combinação de carboidratos (MIDDELBOS et al., 2007).

Fahey et al. (1990) avaliaram teores crescentes de inclusão de polpa de beterraba (2,5% - 12,5%) na dieta de cães e seus efeitos na digestibilidade dos nutrientes, excreção fecal e tempo de retenção da fibra no TGI. Concluíram que a inclusão de 7,5% de polpa de beterraba como fonte de fibra dietética não acarretaram redução significativa da digestibilidade. A inclusão de polpa de beterraba na dieta de até 12,5% não resultou em efeitos adversos aos animais.

Os resultados de digestibilidade da gordura podem estar relacionados a solubilidade e fermentabilidade das fontes (SUNVOLD et al., 1995a; ZHAO et al., 1995). A digestibilidade da gordura é importante para carnívoros, um dos principais nutrientes da dieta de cães e gatos. No estudo, todas as dietas estudadas apresentaram CDA da gordura acima de 90%, apresentando maior CDA do EEHA para o tratamento CEL e este semelhante a PCT. No entanto, ingredientes que promovam a redução da densidade energética com finalidade de perda de peso é pertinente no uso de dietas para cães obesos. Neste caso, o ingrediente farelo de arroz apresentou menor digestibilidade do EEHA que os demais.

Brambillasca et al. (2013) realizaram avaliações de digestibilidade *in vitro* e *in vivo* em cães alimentados com dieta a base de polpa cítrica (CIT) e bagaço de maçã (APP) in natura, adicionadas nas quantidades de 0, 30, 50 e 70g/Kg com base na MS ao alimento comercial pré digerido (PRED). A adição de fibras CIT e APP em 70g/Kg/MS reduziu a digestão dos nutrientes a valores inferiores aos encontrados no presente estudo. Provavelmente os resultados de digestibilidade encontrados no trabalho supracitado foram inferiores devido ao uso das fontes de fibras frescas, as quais são muito fermentáveis quando in natura. Dessa forma, tais resultados devem ser interpretados com cautela. Burkhalter et al. (2001) avaliaram diferentes relações entre fibras insolúveis e solúveis e observaram redução no CDA da MS, MO, EE e EB para os tratamentos compostos por casca de soja, independente da proporção de fibra insolúvel.

De modo geral, a literatura disponível sobre a digestibilidade das diferentes fontes de fibra são divergentes, principalmente quanto ao CDA da PB, pois avaliam tipos de fibra,

porcentagens de inclusão e as interações entre matriz e fibra dietética distintas. Alguns pesquisadores relatam diminuição na digestibilidade aparente dos nutrientes (FAHEY et al., 1990; SUNVOLD et al., 1995a; FISCHER et al., 2012), enquanto que outros relatam não haver diferenças (FAHEY et al., 1992; SUNVOLD et al., 1995b; FEKETE et al., 2004; MIDDELBOS et al., 2007).

Alimentos com alta digestibilidade após sua ingestão e digestão, resultam em fezes sólidas e bem formadas (CASE et al., 1998). No presente estudo, todos os tratamentos apresentaram escore fecal entre 3 e 4, que são considerados ideais de acordo com Carciofi et al. (2008). Entre as dietas avaliadas, o tratamento PMA apresentou, em média, valores mais próximos de 4 e superiores aos tratamentos PCT e FAR.

As fontes de fibras dietéticas estudadas bem como seus teores de inclusão, apesar de apresentarem diferenças estatísticas, não provocaram efeitos adversos na qualidade das fezes. Os animais que consumiram dietas compostas por fibra insolúvel produziram maior quantidade de fezes do que aqueles alimentados com fibra solúvel. Fahey Jr et al. (1990) avaliaram teores crescentes de inclusão de polpa de beterraba na dieta de cães e concluíram que mesmo com a inclusão de polpa de beterraba até 12,5%, os animais não apresentaram efeitos adversos, mas apresentaram aumento da quantidade e frequência de defecação. A quantidade e o escore são diretamente influenciados pela composição do alimento, de modo que alimentos completos de qualidade superior, geralmente proporcionam fezes mais firmes e em menor quantidade devido a melhor capacidade de digestão deste alimento pelo animal (FAHEY Jr et al., 1990).

As fibras solúveis, devido a sua capacidade higroscópica, aumentam a viscosidade do bolo fecal e assim, diminuem o teor de matéria seca e consequentemente, resultam em produção de fezes mais macias e pastosas. As fibras insolúveis são excretadas praticamente intactas, assim promovem aumento de volume fecal (ROQUE et al., 2006). Fahey et al. (1990) constataram que ocorre diminuição linear ($P < 0,05$) da MS fecal com a inclusão de fibra solúvel na dieta.

Uma forma de avaliar o aproveitamento dos alimentos pelo animal é através de sua excreção real de fezes e ajustá-la a produção desta pelo consumo de alimento. Para isso, considera-se a produção fecal relacionada a ingestão de 100g de alimento, ambos em matéria natural e em matéria seca (KAWAUCHI, 2011). O tratamento sem fonte de fibra resultou em 32,20g de fezes por 100g de alimento ingerido, enquanto que os tratamentos com fibra resultaram em 60g de fezes por 100g de alimento ingerido (KAWAUCHI, 2011).

Sabchuk (2014) apresentou resultados semelhantes ao avaliar casca de soja como fonte de fibra para cães. O autor observou aumento na produção fecal com a adição de casca de soja na dieta. As dietas com teores crescentes de inclusão de casca de soja (4%, 8%, 12% e 16%) resultaram em menor produção fecal quando comparada com as fontes fibra de

cana de açúcar, polpa de beterraba e celulose. A matéria seca fecal do grupo casca de soja foi menor do que a dieta controle, cana de açúcar (13%) e celulose (12%), mas superior a dieta polpa de beterraba (16%). Os escores das fezes não diferiram entre os tratamentos.

Quanto maior a fermentação bacteriana no intestino grosso, menor pode ser o pH fecal (SWANSON et al., 2002). Os tratamentos com fibras de fruta favoreceram a redução do pH fecal. Tais resultados vão ao encontro ao estudo de Sá (2011) que observou queda no pH fecal de cães, cujos valores variaram de 7,05 a 6,48 nas dietas contendo 25% de farelo de trigo como fonte de fibra dietética. Em outro estudo, foi encontrada redução no pH das fezes (7,45 vs. 7,20) com a inclusão de 70, 140 e 210g/kg de glúten de milho 21 em alimento completo para cães (KAWAUCHI et al. 2011). Brambillasca et al. (2013) também observaram acidificação das fezes com inclusão de polpa cítrica e bagaço de maçã frescos.

Segundo Sunvold et al. (1993), a alta fermentabilidade de algumas fibras pode aumentar a concentração de AGCC, com consequente aumento da sua concentração osmótica e extravasamento de líquido para o lúmen intestinal e ocasionar aumento na produção de gases e diarreia. Sunvold et al. (1995d) avaliaram *in vitro* características de fermentação de várias fontes de fibras dietéticas, incluindo polpa cítrica e pectina cítrica, usando inóculo fecal de cães e gatos. Entre os tratamentos avaliados, as fibras cítricas obtiveram maior produção de AGCC totais (>5,5mmol/g). Resultados maiores aos encontrados para o tratamento PCT no presente estudo, e, talvez, esta diferença pode ser devido ao fato do estudo ter realizado avaliação *in vitro*. Em outro estudo, após 24h de fermentação do bagaço de maçã, foram observadas maiores concentrações fecais de AGCC totais (2,1mmol/g) em contraste com tratamento bagaço de uva (0,83mmol/g) (SWANSON et al., 2002).

No estudo de Middelbos et al. (2007) os tratamentos contendo fibras fermentáveis resultaram em maiores ($p<0,05$) concentrações de butirato e AGCC totais nas fezes em comparação a dieta contendo celulose. No estudo de Barry (2010), os valores de acetato, propionato e AGCC totais nas fezes de gatos foram maiores quando suplementados com pectina, butirato, isobutirato, isovalerato, valerato e os AGCR totais aumentaram com a suplementação de pectina. Além da população intestinal microbiana, a pectina provocou aumento de fermentação de produtos associados aos hidratos de carbono. Brambillasca et al. (2013) observaram que com o aumento nas proporções de inclusão das fibras na dieta, a produção de gases aumentou de forma linear e quadrática no grupo de animais alimentados com fontes de fibras fermentáveis. A adição de frutas cítricas frescas e maçã foi eficaz para estimular a fermentação bacteriana no intestino grosso.

Ao fornecer energia, fibras fermentáveis propiciam crescimento microbiano, contribuindo para a produção de componentes nitrogenados. O impacto de fibras fermentáveis no nitrogênio microbiano fecal em cães e gatos não tem sido extensivamente avaliado, porém

estudos relatam excreção fecal de nitrogênio aumentada para cães e gatos alimentados com fontes de fibras fermentáveis (HOWARD et al., 2000). Em estudo com gatos, em que se avaliou os produtos de fermentação fecal com fontes de fibra, Barry (2010) não encontrou diferenças significativas entre as fontes nos parâmetros pH fecal e concentrações de histamina ou feniletilamina. O tratamento pectina proporcionou aumento dos microrganismos fermentadores de proteína e produção fermentativa em geral.

A fermentação produz benefícios, tais como, produção de AGCC, mas também podem produzir compostos putrefativos. Além disso, se uma quantidade significativa de proteína escapa da digestão, a sua fermentação pode alterar o ambiente para favorecer a proliferação de espécies potencialmente patogênicas (ZENTEK; MEYER, 1995). Os resultados encontrados no presente estudo demonstram que alimentos para cães formulados com fontes de fibras solúveis e fermentáveis, produzem resultados semelhantes aos alimentos com inclusão de celulose e farelo de arroz, quanto às concentrações fecais de aminas biogênicas.

O intervalo de glicemia considerado fisiológico para cães e gatos adultos compreende de 70 a 120mg/dL (KANEKO, 2009). A hiperglicemia é diagnosticada em cães quando a concentração de glicose plasmática encontra-se superior a 130mg/dL (NELSON; COUTO, 1995). Os resultados sugerem que as glicemias pós-prandiais dos cães alimentados com dietas contendo fibras solúveis apresentaram comportamento mais constante. Possivelmente, os AGCC provindos da fermentação no cólon estimulam a liberação de glucagon (GLP-1), que por sua vez aumenta a secreção de insulina das células beta pancreáticas durante períodos de glicemia elevada, ajudando a reduzir a concentração de glicose no sangue. Dessa forma, as fibras podem auxiliar no controle da glicemia por retardamento do esvaziamento gástrico e absorção de glicose associado à viscosidade da digesta (PINTO, 2007).

Autores estudaram a ingestão de blend de fibra fermentável (6% polpa de beterraba + 2% goma arábica + 1,5% FOS) vs. fibra não fermentável (7% celulose) na MN. Cães consumindo blend de fibra fermentável tiveram maior concentração de GLP-1 que aqueles que consumiram dieta com celulose. O tipo de dieta não influenciou nas concentrações pós prandial de glicose sanguínea em nenhum dos tempos avaliados (0, 15, 30, 45, 60, 90 e 120). Os autores concluem que a ingestão de fibra fermentável pode melhorar homeostase de glicose (MASSIMINO et al., 1998).

Quanto a composição das fibras, a fibra solúvel parece ser mais efetiva em reduzir a glicemia e insulinemia pós-prandiais (BAUER e MASKELL, 1994). Efeito atribuído provavelmente à geleificação do bolo, redução na velocidade de absorção dos nutrientes e produção de AGCC, fatores importantes para as respostas fisiológicas deste tipo de fibra.

No presente estudo, as fontes de fibras avaliadas (solúvel e insolúvel) não apresentaram efeitos significativos em nenhum dos parâmetros avaliados em relação a glicemia e insulinemia, achado distinto ao estudo de Fischer et al. (2012) que comprovaram em gatos, que a fibra de cana, insolúvel e não fermentável, reduziu a AAC de glicose em relação a dieta controle, influência não verificada para os tratamentos polpa de beterraba e farelo de trigo. Já em outra pesquisa realizada por Istasse et al. (1990), celulose com a mesma porcentagem de inclusão do presente estudo (3,5%), bem como pectina e goma guar, não apresentaram efeitos na glicemia de cães adultos saudáveis.

7. CONCLUSÕES

As fibras de polpas de frutas, polpa de maçã e polpa cítrica, podem ser alternativas viáveis de substituição total ou parcial à celulose e farelo de arroz desengordurado como fontes de fibra dietética empregadas na formulação de alimentos para cães. As fontes avaliadas apresentaram adequado coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes, não resultando em efeitos adversos na qualidade das fezes e modularam a produção de ácidos graxos de cadeia curta e ramificada sem apresentar efeito de produção de aminas biogênicas, e não houve diferença entre as fibras avaliadas nas glicemia e insulinemia pós prandiais.

REFERÊNCIAS

- APPLETON, D.; RAND, J.S.; PRIEST, J. et al. Carbohydrate source affects glucose concentrations, insulin secretion, and food intake in overweight cats. **Nutrition Research**. v.24, p.447-467, 2004.
- ALBUQUERQUE, P. M.; ALBUQUERQUE, C. T.; AMANTE, E. R. Aplicações para os resíduos sólidos da obtenção do suco de maçã. **Engarrafador Moderno**, v. 12, p. 1216, 2002.
- ALEIXANDRE, A.; MIGUEL, M. Dietary fiber in the prevention and treatment of metabolic syndrome: a review. **Critical Review in Food Science of Nutrition**, v. 48, p. 905-12, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CITRICULTORES. (ABECITRUS). História da laranja e subprodutos da laranja. 2008. Disponível em: <<http://www.abecitrus.com.br/>>. Acesso em: jan. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO. (ABINPET). **Perfil pet food**. [online], 2014. Disponível em: <<http://www.abinpet.or.com.br>>. Acesso em: ago. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO. (ABINPET). **Faturamento do setor crescerá 7,4% e fechará em r\$ 17,9 bilhões em 2015**. [online], 2015. Disponível em <http://abinpet.org.br/site/faturamento-do-setor-crescera-74-e-fechara-em-r-179-bilhoes-em-2015/>. Acesso em Setembro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO (ANFALPET). **As perspectivas do mercado pet brasileiro em 2012**. Disponível em: http://anfapet.org.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=1163:as-perspectivas-do-mercado-pet-brasileiro-em-2012&catid=16:noticias-externas&Itemid=1. Acesso em: dez. 2014.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO. **Manual do programa integrado de qualidade pet**. 2. ed. São Paulo, 2008. 238 p.
- ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS. (AAFCO). **Official Publication**. Oxford: AAFCO, 2009.
- ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS. (AOAC). **Official and tentative methods of analysis**. Arlington, Virginia: AOAC International, 16. ed. 1995.
- ASHBELL, G. Conservation of citrus peel by ensiling for ruminant feed In: SIMPÓSIO UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGRO-INDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1992, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP.: EMBRAPA/UEPAE, 1992. p.189-190.
- BARRY, K. A.; WOJCICKI, B. J.; MIDDELBOS, I. S.; VESTER, B. M.; SWANSON, K. S.; FAHEY, G. C. Dietary cellulose, fructooligosaccharides, and pectin modify fecal protein catabolites and microbial populations in adult cats. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 9, p. 2978-2987, 2010.
- BAUER, J. E.; MASKELL, I. E. Dietary fibre: perspectives in clinical management. In. WILLS, J. M.; SIMPSON, K. W. (Ed.). **The Waltham book of clinical nutrition of the dog and cat**. New York: Elsevier, 1994. p 87-104.

BEHALL, K. M. SCHOFIELD, D.J.; YUHANIYAK, I. et al. Diets containing high amylose vs. amylopectin starch: Effect on metabolic variables in human subjects. *American Journal of Clinical Nutrition.*, v. 49, p. 337-344, 1989.

BIAGI, G.; CIPOLLINI, I.; GRANDI, M.; ZAGHINI, G. Influence of some potential prebiotic and fibre-rich foodstuffs on composition and activity of canine intestinal microbiota. **Animal Feed Science Technology.**, v. 159, p. 50-58, 2010.

BORGES, F.M.O., SALGARELLO, R.M., GURIAN, T.M. Recentes Avanços na Nutrição de Cães e Gatos. In: III Simpósio sobre nutrição de animais de estimação – Colégio Brasileiro de Alimentação Animal. p. 21-60. 2003.

BOSCH, G.; PELLIKAAN, W. F.; RUTTEN, P. G. P.; VAN DER POEL, A. F. B.; VERSTEGEN, M. W. A.; HENDRIKS W. H. Comparative *in vitro* fermentation activity in the canine distal gastrointestinal tract and fermentation kinetics of fiber sources. **J. Anim. Sci.**, v. 86, p. 2979-2989, 2008.

BORTOLUZZI, R. C.; MARANGONI, C. Caracterização da fibra dietética obtida da extração do suco de laranja. **Revista Brasileira Produção Agroindustrial**, v. 8, n. 1, p. 61-66, 2006.

BOUCHARD, G. F.; SUNVOLD, G. D. Effect of dietary carbohydrate source on postprandial plasma glucose and insulin concentration in cats. In: IAMS NUTRITION SYMPOSIUM, 2, 1998, Wilmington. 2000. p. 91-101.

BRAMBILLASCAA, S.; BRITOSA, A.; DELUCA, C.; FRAGAB, M.; CAJARVILLEA, C. Addition of citrus pulp and apple pomace in diets for dogs: influence on fermentation kinetics, digestion, faecal characteristics and bacterial populations. **Archives of Animal Nutrition**, v. 67, p. 492-502. 2013.

BURKHALTER, T. M.; MERCHEN, N. R.; BAUER, L. L.; MURRAY, S. M.; PATIL, A. R.; BRENT, J. L.; FAHEY, G. C. The ratio of insoluble to soluble fiber components in soybean hulls affects ileal and total-tract nutrient digestibilities and fecal characteristics of dogs. **The Journal of nutrition**, v. 131, n. 7, p. 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. **The Journal of Nutrition**, v. 112, n. 9, p. 1726-1732, 1982.

CAMIRE, M. E.; CAMIRE, A.; KRUMHAR, K. Chemical and nutritional changes in foods during extrusion. **CRC Critical Review in Food Science and Nutrition**, v.29, n. 1, p. 35-57, 1990.

CASE, L. P.; DARISTOTLE, L.; HAYEK, M. G.; RAASCH, M. F. **Canine and feline nutrition: a resource for companion animal professionals.** Elsevier Health Sciences, Missouri, 3^o ed , 2010.

CARCIOFI, A. C.; TAKAKURA, F. S.; DE-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. 98, p. 326-336, 2008.

CHEN, H.; RUBENTHALER, G. L.; LEUNG, H. K.; BARANOWSKI, J. D. Chemical, physical, and baking properties of apple fiber compared with wheat and oat bran. **Cereal Chemistry**, v. 65, p. 244-247, 1988.

CREDIDIO, E. V. **Alimentos funcionais na nutrologia médica.** 3. ed. Itu: Editora Ottoni, 2008.

CITRUS, B. R. A Indústria Brasileira de Suco de Laranja. **Apostila da Associação Nacional dos Exportadores de Sucos Cítricos.** 2014. 37 p. Disponível em:

<<http://www.citrusbr.com/exportadores-citricos/cinturao-citricola/catalogo-citrus-br-244268-1.asp>>. Acesso em: dez. 2014.

DELZENNE, N. M.; KOK, N.; DELOYER, P.; DANDRIFOSSE G.. Dietary fructans modulate polyamine concentration in the cécum of rats. **Journal of Nutrition**, 130:2456–2460. 2000.

DIKEMAN CL, MURPHY MR & FAHEY GC JR (2006) Dietary fibers affect viscosity of solutions and simulated human gastric and small intestinal digesta. *Journal of Nutrition* 136: 913–919.

DONALDSON, D. P. Global update: premium petfood sales projected to continue growth through 2019. **Pet Food Industry**, 2014. Publicado em: <[http://www.petfoodindustry.com/Global update premium petfood sales projected to continue growth through 2019.html](http://www.petfoodindustry.com/Global_update_premium_petfood_sales_projected_to_continue_growth_through_2019.html)>. Acesso em: 09 dez. 2014

ERWIN, E. S.; MARCO, G. J.; EMERY, E. M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v. 44, p. 1768-1771, 1961.

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, 1990.

FAHEY, G. C.; MERCHEN, N. R.; CORBIN, J. E.; HAMILTON, A. K.; SERBE, K. A.; LEWIS, S. M.; 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, n. 4, p. 1169-1174, 1992.

FAHEY, G.C. Research needs companion animal nutrition. In: KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. **Pet food Technology**. Mt. Morris: Illinois, p. 135-140, 2003.

FAHEY, G. C.; FLICKLINGER, E. A.; GRIESHOP, C. M.; SWANSON, K. S. (2004). The role of dietary fibre in companion animal nutrition. *Dietary Fiber 2003 Conference*, p. 295-315.

FARIA, V. P.; TOSI, H.; SILVEIRA, A. C. Avaliação da polpa de laranja fresca e ensilada como alimento para bovinos. **O Solo**, v. 63, n. 2, p. 49-55. 1971.

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

FISCHER, J. Fruit fibers. In: CHO, S. S.; SAMUEL, P. (Ed.). **Fiber ingredients: food applications and health benefits**. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2009. p. 427–438.

FISCHER, M. M.; KESSLER, A. M.; DE 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 traits, postprandial metabolite responses, and colon histology of overweight cats. **Journal of Animal Science**, v. 13, p. 2233–2245. 2012.

FLEMING, S. E.; FITCH, M. D.; DE VRIES, S. The influence of dietary fiber on proliferation of intestinal mucosal cells in miniature swine may not be mediated primarily by fermentation. **The Journal of nutrition**, v. 122, n. 4, p. 906, 1992.

FORTES, C. M. L. Formulação de rações para cães. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2005, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande-MS, 2005.

GAMEIRO, J.; SILVA, M. L. P. Aplicação do conceito de ecologia industrial ao sistema de gestão integrada: vantagens e melhorias ambientais associadas. In: INTERNATIONAL

WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE, 2., São Paulo. **Anais...**, São Paulo, 2009.

GARBOSA, F.; TRINDADE, J. L. Bioconversão de resíduos agroindustriais – uma revisão. **Série em Ciência e Tecnologia de Alimentos**: agroindústria, energia e meio ambiente. Ponta Grossa: UTFPR, v. 2, n. 4. 2008. Disponível em <http://pt.scribd.com/doc/50588961/bioconversao-de-residuos-industriais#scribd>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

GETACHEW, G.; MAKAR, H. P. S.; BECKER, K. Tropical browses: contents of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and in vitro gas production. **Journal of Agricultural Science**, v. 139, p. 341-352, 2002.

GODOY, M. R. C.; KERR, K. R.; FAHEY JR, G. C. Alternative dietary fiber sources in companion animal nutrition. **Nutrients**, v. 5, n. 8, p. 3099 -3117, 2013.

GODDARD, M. S.; YOUNG, G.; MARCUS, R., 1984: The effect of amylose content on insulin and glucose response to ingested rice. *The American Journal of Clinical Nutrition* 42, 495–503.

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

HALLMAN, J. E.; MOXLEY, R. A.; REINHART, G. A.; WALLACE, E. A. Cellulose, beet pulp and pectin/gum arabic effects on canine colonic microstructure and histopathology. **Veterinary Clinical Nutrition**, v. 2, p. 137-142, 1995.

HOENIG, M.; LAFLAMME, D. P.; KLASER, D. A.; SINGER, M. J.; FERGUSON, D. C. Glucose Tolerance and Lipid Profiles in Dogs Fed Different Fiber Diets. **Veterinary Therapeutics**, v 2, n. 2, p. 160-169, 2001.

HOLSTE, L. C. et al. Effect of dry, soft moist, and canned dog foods on postprandial blood glucose and insulin concentrations in healthy dogs. *American Journal of Veterinary*, v. 50, p. 984-989, 1989.

HOWARD, M. D.; KERLEY, M. S.; SUNVOLD, G. D.; REINHART, G. A. Source of dietary fiber fed to dogs affects nitrogen and energy metabolism and intestinal microflora populations. **Nutrition Research**, v. 20, n. 10, p. 1473-1484, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (IBGE). **Síntese de Indicadores Sociais 2014**: uma análise das condições de vida da população brasileira. Estudos e Pesquisas Informação Demográfica e Socioeconômica nº 34 Rio de Janeiro, 214 p., 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (IBGE). 2015(a). **Pesquisa Nacional de Saúde 2013**: acesso e utilização dos serviços de saúde, acidentes e violências. Presença de animais no domicílio. 2015a. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94074.pdf>>. Acesso em: jun. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (IBGE). 2015(b). **Levantamento sistemático da produção agrícola, 2015. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Rio de Janeiro v. 29 n. 1 p. 1-83, 2015b. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[ensal\]/Fasciculo/lspa_201501.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[ensal]/Fasciculo/lspa_201501.pdf). Acesso em: março de 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA 2012. Diagnóstico dos Resíduos Orgânicos do Setor Agrossilvopastoril e Agroindústrias Associadas. Brasília, 2012.

ISTASSE, L.; DE HAAN, V.; BECKERS, J. F.; VAN EENAEME, C.; BIENFAIT, J. M. Effects of cellulose, pectin and guar gum on plasma insulin and metabolites in resting dogs. **Proceedings of the Nutrition Society** 49, 147, 1990.

JOBIM, C. C.; CECATO, U.; BRANCO, A. F.; BRANCO, A. F.; BUMBIERIS JÚNIOR, V. H. Subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM. 3., 2006, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV; DZO, 2006. p. 329-358.

JUNIOR, J. E. L., DA COSTA, J. M. C., NEIVA, J. N. M., & RODRIGUEZ, N. M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.

KANEKO, J.J. et al. Concepts of normality in clinical biochemistry. In: KANEKO, J.J. Clinical biochemistry of domestic animals. 6.ed. San Diego: Academic, 2009. p.1-25.

KAWABATA, C. Y.; SAVASTANO, H. J.; COUTINHO, J. S. Rice husk derived waste materials as partial cement replacement in lightweight concrete. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, p. 567-578, 2012.

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, n. 1, p. 96-103, 2011.

KIENZLE, E.; OPITZ, B.; EARLE, K. E.; SMITH, P. M.; MASKELL, I. E. The influence of dietary fiber components on the apparent digestibility of organic matter and energy in prepared dog and cat foods. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 79, p. 46-56, 1998.

KRITCHEVSKY, D. Cereal fiber and lipidemia. **Cereal Foods World**, St. Paul, v. 42, n. 2, p. 81-85, 1997.

LANZA, A.; MESSINA, G (1979). Le polpe issiccate di agrume nele'alimentazione. 1. Composizione chimica digeribilità e valore nutritivo. **Zootecnica e Nutrizione Animale**, v. 5, n. 1, p. 247-254.

LARSON, B. T.; LAWLER, D. F.; SPITZNAGEL, E. L.; Kealy, R. D. Improved glucose tolerance with lifetime diet restriction favorably affects disease and survival in dogs. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 133, n. 9, p. 2887 -2892, 2003.

LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, v. 87, n. 2, p. 167-198, 2003.

MALAFAIA, I. R. F.; PEDROSO, E. A.; Dos SANTOS, J. P.; RIBEIRO, M. D.; MALAFAIA, P.; LANA, A. M. Q. Consumo de nutrientes, digestibilidade in vivo e in vitro de dietas para cães contendo polpa de citrus e folha de alfafa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 121-126, 2002.

MASORO E. J. Restrição alimentar, metabolismo dos carboidratos e retardamento da senescência. In: PROLONGANDO A VIDA ATRAVÉS DE RESTRIÇÃO CALÓRICA, St. Louis, 2002. p 25-27.

MACFARLANE, G. T.; CUMMINGS, J. H. The colonic flora, fermentation, and large bowel digestive function. In: PHILLIPS, S. F.; PEMBERTON, J. H.; SHORTER, R. G. (Ed.). The

- Large Intestine: **Physiology, Pathophysiology, and Disease**. New York, NY: Raven Press, 1991. p. 51–92.
- MASSIMINO S.P; McBURNEY M.I; FEILD C.J et al. Fermentable dietary fiber increases GLP-1 secretion and improves glucose homeostasis despite increased gastrointestinal glucose transportation capacity in healthy dogs. **The Journal of Nutrition**. v. 128, p. 1786-1793, 1998.
- MEDINA, J. C. **Alguns aspectos tecnológicos das frutas tropicais e seus produtos**. São Paulo: ITAL, 1980. 296 p. (ITAL. Série Frutas Tropicais).
- MIDDELBOSS, I. S.; FASTINGER, N. D.; FAHEY JR., G. C. Evaluation of fermentable oligosaccharides in diets fed to dogs in comparison to fiber standards. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 11, p. 3033-3044, 2007.
- MONRO, J. A. Evidence-based food choice: The need for new measures of food effects. *Trends in Food Science and Technology*. Ontario, v. 11, n. 4-5, p. 136-144, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento MAPA Brasil. Secretaria de Política Agrícola. **Cenário da cadeia produtiva da maçã. Informativo**, Ano 6, v. 54, 2013b. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/publicacoes/cenario-da-cadeia-produtiva>>. Acesso em: mar. 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento MAPA Brasil. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília : Mapa/ACS, 2013^a. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projecoes%20-%20versao%20atualizada.pdf>. Acesso em: Dez, 2014.
- MUIR, H. E.; MURRAY, S. M.; FAHEY J. R.; MERCHEN, N. R.; REINHART, G. A. Nutrient digestion by ileal cannulated dogs affected by dietary fibers with various fermentation characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 7, p. 1641-1648, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (NRC). **Nutrient requirements of dogs and cats**. Washington, DC: National Academy Press, 2006.
- NELSON, R. W. Diabetes melito. In: ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C. **Tratado de Medicina Interna Veterinária**. 5^a ed. São Paulo: Editora Guanabara Koogan, 2004. p.1516-1539.
- NELSON, R. W.; SCOTT-MONCRIEFF, J. C.; FELDMAN, E. C.; DEVRIESCONCANNON, S. E.; KASS, P. H.; DAVENPORT, D. J.; KIERNAN, C. T.; NEAL, L. A. 2000. Effect of dietary insoluble fiber on control of glycaemia in cats with naturally acquired diabetes mellitus. **Journal American Veterinary Medical Association**, 2000, v. 216, n. 7, p. 1082-1088.
- NELSON, R. W. Diabetes Melito In: Manual Saunders: clínica de pequenos animais. São Paulo: Roca, 1998. p. 283-291.
- NGUYEN, P. ; DUMON, H. ; BUTTIN, P. ; MARTIN, L. ; GOURO, A. , 1994 : Composição da refeição influencia alterações na glicose e insulina incrementais cães saudáveis pós-prandial . *The Journal of Nutrition* 124 , 2707S - 2711S .
- OGUÉ-BON, E.; KHOO, C.; HOYLES, L.; MCCARTNEY, A. L.; GIBSON, G. R.; RASTALL, R. A. In vitro fermentation of rice bran combined with *Lactobacillus acidophilus* 14150B or *Bifidobacterium longum* 05 by the canine fecal microbiota. **Federation of European Microbiological Societies**. v. 75, p. 365–376, 2011.
- OLIVEIRA, L.; NASCIMENTO, M.; BORGES, S.; RIBEIRO, P.; RUBACK, V. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa*) para produção doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 259-262, 2002.

PEDÓ, I. Fibra alimentar. In: GUTKOSKI, L. C.; PEDÓ, I. **Aveia: Composição química, valor nutricional e processamento**. São Paulo: Varela editora e livraria Ltda, 2000. Cap. 3, p. 77-93.

PERES, J. R. **Avaliação da polpa de citros seca e peletizada como aditivo na ensilagem do capim elefante (*Pennisetum purpureum*)**. - 1997. 71 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz "ESALQ", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1997.

PINTO, G. A.; BRITO, E. S.; ANDRADE, A. M.; FRAGA, S. L.; TEIXEIRA, R. B. Fermentação em estado sólido: uma alternativa para o aproveitamento e valorização de resíduos agroindustriais tropicais. **Comunicado Técnico on line Embrapa**, n. 102, Fortaleza, 2005.

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.

PRYCE, J. D. A modification of the Barker-Summerson method for the determination of lactic acid. **Analist**, v. 94, p. 1121-1151, 1969.

PROSKY, L.; ASP, N. G.; FURDA, I.; DEVRIES, J. W.; SCWEIZER, T. F.; HARLAND, B. F. Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products: collaborative study. **Journal AOAC**, v. 75, p. 360-367, 1992.

RAUPP, D. S.; CARRIJO, K. C. R.; COSTA, L. L. F. C.; MENDES, S. D. C.; BANZATTO, D. A. Propriedades funcionais-digestivas e nutricionais de polpa-refinada da maçã. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 3, p. 395-402, 2000.

REINHART, G. A.; MOXLEY, R. A.; CLEMENS, E. T. Source of dietary fiber and its effects on colonic microstructure, function, and histopathology of beagle dogs. **Journal of Nutrition**, n. 124, v. 12, p. 2701 – 2703, 1994.

REINHART, G. A.; 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, Wilmington, Ohio. **Proceeding...** 1996, Wilmington, Ohio: Orange Frazer Press, 1996.

RIVAS, B.; TORRADO, A.; TORRES, P.; CONVERTI, A.; DOMINGUÉX, J.M. Submerged Citric Acid Fermentation on Orange Peel Autohydrolysate, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, Washington, 2008.

ROBERTI FILHO, F. O. Influencia da granulometria da material-prima e da configuração da extrusora no conteúdo de amido resistente, digestibilidade, fermentação intestinal e resposta metabólicas de cães. Jaboticabal, 2013. p. 54. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2013.

ROEDIGER, W. E. The effect of bacterial metabolites on nutrition and function of the colonic mucosa. Symbiosis between man and bacteria. In: KASPES, H.; GOEBELL, H. (Ed.). **Colon and nutrition**. Lancaster: MTP Press limited, 1982. p. 11- 26.

ROQUE, N. C.; JOSE, V. A.; AQUINO, A. A.; ALVES, M. P.; SAAD, F. M. O. Utilização da fibra na nutrição de cães. **Boletim agropecuário**, Lavras, Minas Gerais, n. 70. p. 1-13, 2006.

RUSSELL, J.; BASS, P. Canine gastric emptying of fiber meals: Influence of meal viscosity and antroduodenal motility. **American Journal of Gastrointestinal and Liver Physiology**, v. 249^a, p. 662-667, 1985.

- SÁ, F.C. **Efeito da suplementação de enzimas sobre o processamento e digestibilidade de dietas extrusadas para cães contendo farelo de trigo**. 2011. 58f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2011.
- SABCHUK, T. T. **Fontes de fibras na alimentação de cães**. 2014. 62 p. Dissertação (Mestrado) - Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, 2014.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. (SAS). **SAS user's guide: statistical analysis system** 8.2. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1982.
- SAUNDERS, R. M. The properties of rice bran as a foodstuff. **Journal Cereal Foods World**, v. 35, n. 7, p. 632- 636, 1990.
- SILVA JUNIOR, J. W.; BORGES, F. M. O.; MURGAS, L. D. S. Digestibilidade de dietas com diferentes fontes de carboidratos e a sua influência na glicemia e insulinemia de cães. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 2, p. 436-443, 2005.
- SILVA, F. L. **Emprego de fibra de cana-de-açúcar na alimentação de cães**. 2013. 89 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2013.
- SILVIO, J.; HARMON, D. L.; GROSS, K. L.; MCLEOD, K. R. Influence of fiber fermentability on nutrient digestion in the dog. **Nutrition**, v. 16, n. 4, p. 289–295, 2000.
- SPARKES, A. H.; PAPASOULIOTIS, K.; SUNVOLD, G.; WERRETT, G.; GRUFFYDD-JONES, E. A.; EGAN, K.; GRUFFYDD-JONES, T. J.; REINHART, G.. Effect of dietary supplementation with fructooligosaccharides on fecal flora of healthy cats. **American Journal Veterinary Research**, v. 59, p. 436–440, 1998.
- SPADOTTO, C. A.; RIBEIRO, W. C. **Gestão de resíduos na agricultura e na agroindústria**. Botucatu; Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2006. 319 p.
- SPEARS, J. K.; GRIESHOP, C. M.; FAHEY, J. R. Evaluation of stabilized rice bran as an ingredient in dry extruded dog diets. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 4, p. 1122-1135, 2004.
- STRATTON-PHELPS, M.; BACKUS, R. C.; ROGERS, Q. R.; FASCETTI, A. J. 2002. Dietary rice bran decreases plasma and whole-blood taurine in cats. **Journal Nutrition**, v. 132, p. 1745S–1747S, 2002. Supplement, 2.
- STREIT, F.; KOCH, F.; LARANJEIRA, M. C. M.; NINOW, J. L. Produção de quitosana fúngica em cultivo líquido utilizando bagaço de maçã como substrato. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 40, n. 1, p 20-25, 2004.
- SUNVOLD, G. D.; BOURGUIN, L. D.; MEYER, E. C.; FAHEY, G. C.; REINHART, G. A. Fermentability of various fibrous substrate by canine fecal microflora. **The Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology**, v. 7, p. A 740, 1993.
- SUNVOLD, G. D.; FAHEY JR, G. C.; MERCHEN, N. R.; TITGEMEYER, C.; BOURQUIN, L. D.; BAUER, L. L.; REINHART, G. A. 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, n. 4, p.1099-1109, 1995a.
- SUNVOLD, G. D.; FAHEY JR, G. C.; MERCHEN, N. R.; BOURQUIN, L. D. E.; TITGEMEYER, C.; BAUER, L. L.; REINHART, G. A. Dietary fiber for cats: In vitro fermentation of selected fiber sources by cat fecal inoculum and in vivo utilization of diets containing selected fiber sources and their blends. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 8, p. 2329-2339, 1995b.

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, n. 4, p. 1110-1122, 1995c.

SUNVOLD, G. D.; HUSSEIN, H. S., FAHEY, G. C., MERCHEN, N. R., & REINHART, G. A. In vitro fermentation of cellulose, beet pulp, citrus pulp, and citrus pectin using fecal inoculum from cats, dogs, horses, humans, and pigs and ruminal fluid from cattle. **Journal of animal science**, v. 73, n. 12, p. 3639-3648, 1995d.

SWANSON, K. S., C. M. GRIESHOP, E. A. FLICKINGER, H. P. HEALY, K. A. DAWSON, N. R. MERCHEN, AND G. C. FAHEY JR. Effects of supplemental fructooligosaccharides plus mannanoligosaccharides on immune function and ileal and fecal microbial populations in adult dogs. **Archives of Animal Nutrition**. v. 56, p. 309–318, 2002.

VAN SOEST, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca: Comstock Publ. Assoc. 476p

VALE, S.R.; GLORIA, M.B. Determination of biogenic amines in cheese. **Journal of AOAC International**. v.80, n.5, p.1006-1012, 1997.

ZENTEK, J.; MEYER, H. Normal handling of diets-are all dogs created equal ?. **Journal of Small Animal Practice**, v. 36, n. 8, p. 354-359, 1995.

ZHAO, X.; JORGENSEN, H.; EGGUM, B. O. The influence of dietary fibre on body composition, visceral, organ weight, digestibility and energy balance in rats housed in different thermal environments. **British Journal of Nutrition**, v. 73, n. 5, p. 687-699, 1995.

WALTER, R.H.; RAO, M.A.; SHERMAN, R.M.; COOLEY, H.J. Edible fibre from apple pomace. **Journal of Food Science**, 60, p. 747–749, 1985.

YAMAMURA, Y. **A essência dos alimentos na saúde e na doença**. 2007. Disponível em: <<http://www.abpm.org.br/portugues/maca/saudeeciencia/macaecolesterol.htm>>. Acesso em: 20 dez. 2014.