

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

KAROLINE VANELLI

**AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS EFEITOS INTESTINAIS DE
DIETAS CONTENDO POLPA DE BETERRABA E FARELO DE
ARROZ**

CURITIBA

2015

KAROLINE VANELLI

**AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS EFEITOS INTESTINAIS DE
DIETAS CONTENDO POLPA DE BETERRABA E FARELO DE
ARROZ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisiologia, área de concentração em Fisiologia Animal Comparativa e dos Animais Domésticos, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Fisiologia.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Vitória Fischer da Silva.

Co-orientadora: Prof. Dra. Ananda Portella Félix.

CURITIBA

2015



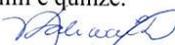
Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
Departamento de Fisiologia
Programa de Pós-Graduação em Fisiologia



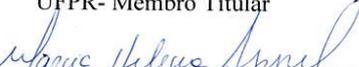
Ata da defesa de dissertação de mestrado de KAROLINE VANELLI

Aos sete dias do mês de julho do ano de dois mil e quinze, foi realizada no Auditório do Departamento de Fisiologia no Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, a defesa de dissertação da mestranda **Karoline Vanelli**, intitulada “**AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS EFEITOS INTESTINAIS DE DIETAS CONTENDO POLPA DE BETERRABA E FARELO DE ARROZ**”. A abertura teve início às 15h00min pela Presidente da Banca Examinadora e Orientadora da candidata, Professora Doutora Ana Vitória Fischer da Silva. A Presidente apresentou ao público presente os membros da banca examinadora e logo passou a palavra à aluna, para que fizesse uma apresentação sucinta de sua dissertação. Após a explanação oral, a Professora Doutora Ana Vitória Fischer da Silva passou à palavra a primeira examinadora, Professora Doutora Katia Naliwaiko do Departamento de Biologia Celular da UFPR. Na sequência, passou à palavra a segunda examinadora, Professora Doutora Marcia Helena Appel do Departamento de Biologia Estrutural, Molecular e Genética da UEPG. A aluna respondeu as perguntas dos examinadores e se posicionou frente às críticas. Findas as arguições pelos demais membros da banca, a Presidente, Professora Doutora Ana Vitória Fischer da Silva fez uma rápida apreciação das conclusões mais importantes dos debates realizados e comunicou que a Banca Examinadora iria reunir-se em sessão secreta para discussão e atribuição dos conceitos. Os trabalhos foram interrompidos por cinco minutos. Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata, os membros da banca examinadora reunidos em sessão secreta deliberaram pela “Inovação”, habilitando-a ao título de Mestre em Fisiologia, condicionada à implementação das correções sugeridas pelos membros da banca examinadora e ao cumprimento integral das exigências estabelecidas no Art. 59º do Regimento interno deste Programa de Pós-Graduação. Eu, Ana Vitória Fischer da Silva, Presidente da Banca Examinadora lavrei a presente ata, a qual assino juntamente com os senhores examinadores.

Curitiba, 07 de julho de dois mil e quinze.



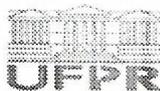
Professora Doutora Katia Naliwaiko
UFPR- Membro Titular



Professora Doutora Marcia Helena Appel
UEPG - Membro Titular



Professora Doutora Ana Vitória Fischer da Silva
UFPR - Orientadora e Presidente da Banca Examinadora



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias
Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA SCA

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo no. 019/2012, referente ao projeto “Avaliação de fontes de fibras para cães”, sob a responsabilidade de Tabyta Tamara Sabchuk, na forma em que foi apresentado (uso de 12 animais), foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias, em reunião realizada dia 09 de outubro de 2012.

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 0/2012, regarding the project “Evaluation sources of fiber for dogs”, under the charge of Tabyta Tamara Sabchuk, in the terms it was presented (use of 12 animals), was approved by the Animal Use Ethics Committee of the Agricultural Sciences Campus of the Universidade Federal do Paraná (Federal University of the State of Paraná, Southern Brazil) during session on October 09, 2012.

Curitiba, 09 de outubro de 2012.

Patrick Schmidt
Presidente

Rosângela Locatelli Ditttrich
Vice-Presidente

Comissão de Ética no Uso de Animais
Setor de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Paraná.

Dedico:

Especialmente aos meus pais Celso e Rejane

Às minhas amadas irmãs Karla e Kamila

Ao meu anjo e irmão do coração Luis

Ao meu querido mestre e amigo André Ostrensky

Aos cães, meus amáveis e doces companheiros.

AGRADECIMENTOS

Quando comecei a refletir sobre a magnitude de todos os acontecimentos e das pessoas que me acompanharam nessa jornada, me senti tomada por uma mistura de sentimentos nobres e grandiosos os quais são quase impossíveis de se traduzir em palavras, por isso espero dar o meu melhor para transmitir através dessas paginas minha sincera gratidão à altura e merecimento de todos que me acompanharam.

Primeiramente, aos meus pais Celso e Rejane por terem me dado todo o apoio e incentivo que me motivaram a chegar até aqui. Meu maior objetivo é proporcionar a vocês todo o reconhecimento por tudo o que fizeram e ainda fazem pela minha felicidade. O amor incondicional de vocês é responsável pela realização do meu maior sonho. Amo vocês pai e mãe.

Às minhas amadas irmãs Karla e Kamila, vocês são meu porto seguro, o meu refúgio e os meus melhores exemplos de honestidade, esforço e determinação. Sinto-me sinto abençoada por compartilhar com vocês o mesmo DNA, o mesmo respeito, o mesmo carinho e o mesmo amor. E também ao meu irmão Luiz, você chegou feito um anjo me trazendo esperança, me fazendo enxergar que não existem limitações que não possam ser superadas. Me ensinou que o amor nasce do coração, ultrapassando qualquer laço sanguíneo.

A toda minha família por toda a torcida e companhia durante todos esses anos. Em especial as minhas queridas primas, Anne Caroline e Anne Gabriele, vocês são a tradução da palavra cumplicidade. Nos momento de alegria e nos de necessidade vocês sempre estiveram presentes e sei que sempre estarão.

Dizem que amigos são a família que escolhemos e que a vida se encarrega de nos levar até eles. Hoje posso concordar plenamente com essas palavras. Karina, no caso, a vida te trouxe do Acre até mim e somos testemunhas que ela fez de tudo e mais um pouco para estarmos unidas nesse momento. Você é a minha 3ª irmã com "K" e meus dias são muito mais felizes quando você esta por perto. Amanda, o destino se encarregou de te colocar a uma quadra de distância de mim exatamente no mesmo momento em que comecei o mestrado, e como tudo tem um propósito você veio para me ensinar que a única obrigação que temos em nossa

vida é com nós mesmos e que sempre temos tempo para fazer o que temos e o que queremos fazer. Luciana, não foram necessárias mais de meia dúzia de palavras para nos aproximarmos e percebermos que essa amizade vem de outras vidas. Obrigada por me mostrar o valor e a força que existe dentro de mim.

Obviamente, não poderia esquecer dos meus amigos que tornaram a minha vida muito mais alegre e divertida, Fabio, Khaled, Lu, Marlon, Marcelo, Maurico e Paolo. Com vocês não tem tempo ruim, não tem mal que dure para sempre, não existe a chance de dar errado, sempre deu e sempre dará tudo certo, e caso não saia como o planejado, não há nada que um final de semana ao lado de vocês não resolva. Obrigada por me receberem com tanto carinho na vida de vocês e por me manterem nela. Acho que não é a toa que aprendi a gostar tanto de ovelhas.

Logicamente não poderia deixar de agradecer a quem muito me ensinou a como chegar até aqui, meus queridos mestres. Prof André, apesar de estar a quatro anos formada, sempre te chamarei de professor, mesmo que tente me convencer do contrário. Não importa que eu não esteja mais presente nas suas aulas, o que de fato importa, é que até hoje você sempre me ensina muitas coisas e sempre divide comigo todos os seus conhecimentos, independente do dia e que horas sejam, você sempre está presente. Ao prof Alex e Simone por terem me recebido com tanto carinho no Lepnan e no Lenucan, e por terem me proporcionado a oportunidade de conhecer uma pessoa muito especial, prof Ana. Sem você nada disso seria possível, dizem que quando uma porta se fecha, abre-se uma janela maior ainda, obrigada por abri-la para mim. Ao prof Luiz Cláudio por abrir as portas do Lab Metab e a prof Katya por compartilhar toda a sua experiência, sua atenção e seu carinho. Você não poderia ter aparecido em melhor hora na minha vida. A prof Ananda, que me orientou em muitas decisões, me apoiou nos momentos de dificuldade e me ajudou a encontrar as melhores soluções. Obrigada, além de tudo, por ter sido minha grande amiga. A prof Marcia, por estar sempre a disposição com sua imensa boa vontade em ajudar. Este trabalho, também, não seria possível se você. Uma frase de Ligia Vasconcelos me chamou muito a atenção e gostaria de compartilhá-la para vocês: “Se o aluno conseguir enxergar possibilidades onde o mundo inteiro disse não existiam, o professor cumpriu finalmente, a sua missão”.

Por fim, mas não menos importante quero agradecer as minhas amigas que trilharam o mesmo caminho que eu nesses dois anos que se passaram. Su, minha amável estagiária e amiga. Você contribuiu para que tudo ficasse mais fácil e não me refiro somente ao trabalho, mas a todas as questões que envolviam a minha vida. Taby e Dani por serem sempre tão compreensivas e por terem estendido a mão no momento em que mais precisei. Teffi, obrigada pelas conversas e desabafo dentro e fora da faculdade. Sentirei muita falta de todas vocês.

As equipes do LEPNAN (Marina, Chay, Lucas, Vini, Andrea, Jean e Vitor), do Lenucan (Taby, Dani, Lidi, Juliana, Fabi, Tati e estagiárias do canil), dos orientados da prof Ana (Su, Teffi, Mari, Tiago, Fe e Amanda), ao Laboratório de Nutrição Animal(em especial a Cleusa) e do Laboratório de Metabolismo (Marcia, Ricka, Aldre Dagli, Doris e St

efanie).

À Capes pela bolsa.

Ao patrocinador deste trabalho Premier Pet® .

E aos colaboradores da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Aos cãopanheiros do canil (Teddy, Zorro, Snoopy, Taz, Dumbo, Bidu, Feliz, Nandinha, Chica, Lady, Duda, Lua, Fiona e Nariz)!!

Aos meus anjos de quatro patas, Kiara e Aisha! E aos meu anjos da guarda que atenderam aos meus pedidos e me ajudaram a realizar esse grande sonho!!!

Obrigada a todos por fazerem parte desse sonho!!!

“Os ventos que às vezes tiram
algo que amamos, são os
mesmos que trazem algo que
aprendemos a amar...
Por isso não devemos chorar
pelo que nos foi tirado e sim,
aprender a amar o que nos foi
dado. Pois tudo aquilo que é
realmente nosso, nunca se vai
para sempre...”

(ROBERT NESTA MARLEY)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	OBJETIVOS.....	20
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
	3.1 FIBRAS: CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO	21
	3.2 EFEITOS DAS DIETAS FIBROSAS SOB O CONSUMO E A SAÚDE INTESTINAL DE CÃES.....	23
	3.2.1 Consumo e palatabilidade.....	23
	3.2.2 Motilidade e trânsito intestinal	25
	3.2.3 Digestibilidade, características fecais e produção de ácido siálico	26
	3.2.4 Fermentação e produção de AGCC.....	31
	3.2.5 Microbiota intestinal.....	34
	3.2.6 Efeitos no metabolismo	39
	3.3 POLPA DE BETERRABA E FARELO DE ARROZ.....	41
	3.3.1 Polpa de beterraba.....	41
	3.3.2 Farelo de Arroz	43
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	51
4.1	Delineamento experimental.....	51
4.2	Experimento 1: Ensaio de digestibilidade	53
	4.2.1 Análise estatística.....	53
4.3	Experimento 2: Características fecais	53
	4.3.1 Análise estatística.....	54
4.4	Experimento 4: Mensuração do ácido siálico	54
	4.4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	54
4.5	Experimento 3: Ensaio de palatabilidade	55
	4.5.1 Delineamento experimental	55
	4.5.2 Metodologia	55
	4.5.3 Análise estatística.....	55
5	RESULTADOS	56
5.1	EXPERIMENTO 1: ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE	56

5.2	EXPERIMENTO 2: CARACTERÍSTICAS FECAIS	56
5.3	EXPERIMENTO 3: MENSURAÇÃO DE ÁCIDO SIÁLICO	57
5.4	ENSAIO DE PALATABILIDADE	58
6	DISCUSSÃO	59
6.1	EXPERIMENTO 1: ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE	59
6.2	EXPERIMENTO 2: CARACTERÍSTICAS FECAIS	60
6.3	EXPERIMENTO 3: MENSURAÇÃO DE ÁCIDO SIÁLICO	61
6.4	ENSAIO DE PALATABILIDADE	61
7	CONCLUSÃO	63

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – EVOLUÇÃO NA PRODUÇÃO (MIL/TONS).....	7
FIGURA 2 – ESTRUTURA DO ÁCIDO SIÁLICO	17
FIGURA 3 – COMPOSIÇÃO ESTRUTURAL DO GRÃO DE ARROZ.....	31
FIGURA 4 – CONCENTRAÇÃO DE POLISSACARÍDEOS NÃO-AMILÁCEOS (PNA) EM CEREAIS.	33
FIGURA 5 – COEFICIENTE DE METABOLIZADADE DA ENERGIA DOS CEREAIS DE ACORDO COM A CONCENTRAÇÃO DE PNA NA DIETA DE FRANGOS	34

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MICROFLORA RESIDENTE DO TRATO DIGESTIVO DE CÃES E GATOS.....	23
TABELA 2 – COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO FARELO DE ARROZ INTEGRAL NA MATÉRIA SECA.....	32
TABELA 3 – DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS.....	38
TABELA 4 – COMPOSIÇÃO BÁSICA DA RAÇÃO EXPERIMENTAL POR TRATAMENTO.....	39
TABELA 5 – COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DOS INGREDIENTES EXPERIMENTAIS	39
TABELA 6 – MÉDIA DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE APARENTE (CDA%) E ENERGIA METABOLIZÁVEL (EM KCAL/KG) DE DIETAS CONTENDO DIFERENTES NIVEIS DE FARELO DE ARROZ E 5% DE POLPA DE BETERRABA	43
TABELA 7 – CARACTERÍSTICAS FECAIS DE CÃES ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO FARELO DE ARROZ E POLPA DE BETERRABA	44
TABELA 8 – MEDIANAS DE AVALIAÇÃO DE ODOR FECAL EM CÃES ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO 10% FARELO DE ARROZ E 5% DE POLPA DE BETERRABA.....	44

TABELA 9 – RAZÃO DA INGESTÃO (RI+ERRO PADRÃO) DE CÃES ALIMENTADOS COM DIETA CONTROLE E CONTENDO 10% DE FARELO DE ARROZ (10% FA)**44**

TABELA 10 – DIFERENÇAS DAS MÉDIAS NA PRODUÇÃO DE ÁCIDO SIÁLICO POR TRATAMENTO.....**45**

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

AFFCO	Association of American Feed Control Officials
AGCC	Ácidos graxos de cadeia curta
AGV	Ácidos graxos voláteis
AS	Ácido siálico
CDA	Coeficiente de digestibilidade aparente
CO	Controle
COX	Cicloxygenase
EB	Energia bruta
EE	Extrato etéreo
EEA	Extrato etéreo em hidrólise ácida
EM	Energia metabolizável
FA	Farelo de arroz
FB	Fibra bruta
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDO	Farelo de arroz desengordurado
FDT	Fibra digestível total
FI	Fibra insolúvel
FOS	Fruto-oligossacarídeos
FS	Fibra solúvel
HPLC	Cromatografia líquida de alta performance
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
MSf	Matéria seca fecal
MOS	Mano-oligossacarídeos
NEM	Necessidade energética metabolizável
NRC	National Research Council
PNA	Polissacarídeos não amiláceos
PO	Polpa de beterraba
PB	Proteína bruta
RI	Razão de ingestão

UFC Unidade formadora de colônia

AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS EFEITOS INTESTINAIS DE DIETAS CONTENDO POLPA DE BETERRABA E FARELO DE ARROZ

RESUMO

Uma fonte ideal de fibra deverá resultar em mínimo desconforto intestinal e produção de gases e promover boa qualidade fecal dentro de um determinado âmbito de consumo. Além disso, deverá contribuir positivamente com a saúde intestinal, podendo atuar como substrato para as bactérias benéficas do colón e resultar na produção de ácidos graxos voláteis a partir da sua fermentação. Nesse contexto, os co-produtos agroindustriais estão conquistando cada vez mais espaço no mercado *pet food*, dentre eles o farelo de arroz. É ingrediente com grande potencial industrial e econômico e seu uso têm sido relacionado a diversos benefícios na saúde gastrointestinal quando incluído em dieta para cães. Dessa forma o presente trabalho avaliou o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) e energia metabolizável (EM), características fecais (CF), palatabilidade, consumo e produção intestinal de ácido siálico, em animais recebendo dietas com polpa de beterraba e farelo de arroz. O experimento foi conduzido utilizando 8 cães adultos da raça Beagle alimentados de acordo com os seguintes tratamentos 5% PO (polpa de beterraba), 5% FA (farelo de arroz) e 10% FA (farelo de arroz). A inclusão de níveis crescentes de FA reduziu o CDA da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) ($P < 0,05$) fecal quando comparada com a dieta controle e 5% PO. Quanto a energia metabolizável (EM), extrato etéreo em hidrólise ácida (EEA) e extrato etéreo (EE) não houve diferença entre os tratamentos. Em contrapartida, os animais que receberam 5% FA e 10% FA tiveram as menores concentrações de nitrogênio amoniacal ($P < 0,05$), menor quantidade na produção fecal e de odor ($P < 0,05$). A produção de ácido siálico não diferiu entre os tratamentos. No ensaio de palatabilidade a razão de ingestão foi superior para o grupo contendo 10% FA ($P < 0,05$).

Palavras-chave: ácido siálico, farelo de arroz, polpa de beterraba, saúde intestinal.

EVALUATION AND COMPARISON OF THE EFFECTS OF BOWEL DIETS CONTAINING PULP BEET AND RICE BRAN

ABSTRACT

An ideal fiber source should result in minimal discomfort and intestinal gas production and promote good faecal quality in a specific field of use. It should also contribute to positive intestinal health and can act as a substrate for the beneficial bacteria in the colon and result in the production of volatile fatty acids from its fermentation. In this context, agroindustrial co-products are gaining more and more space in the pet food market, including the bran rice. It is an ingredient with large industrial and economic potential and its use has been linked to several benefits on gastrointestinal health when included in diet for dogs. Thus the present study evaluated the apparent digestibility coefficient (ADC) and metabolizable energy (ME), fecal characteristics (CF), palatability, consumption and intestinal production of sialic acid in animals fed diets with sugar beet pulp and rice bran. The experiment was conducted using 8 adult Beagle dogs fed according to the following treatments 5% PO (beet pulp), 5% FA (rice bran) and 10% FA (rice bran). The increasing levels of FA reduced the ADC of dry matter (DM) and crude protein (CP) ($P < 0.05$) fecal compared to the control diet and 5% PO. The metabolizable energy (ME), ether extract in acid hydrolysis (EEA) and ether extract (EE) there was no difference between treatments. In contrast, animals receiving 5% FA 10% FA had the lowest concentrations of ammonia nitrogen ($P < 0.05$) smaller quantity production and fecal odor ($P < 0.05$). The production of sialic acid did not differ between treatments. The palatability test the rate of ingestion was higher in the group containing 10% FA ($P < 0.05$).

Keywords: beet pulp, intestinal health, rice bran, sialic acid.

1 INTRODUÇÃO

Uma correta nutrição é um aspecto fundamental para manutenção dos sistemas fisiológicos dos animais de companhia. Por isso é importante considerar algumas particularidades inerentes ao sistema digestivo de cães. Eles são classificados como onívoros ou carnívoros não-restritos, ou seja, são bem adaptados a dietas a base de carne e vegetais (CASE, et al., 1995); o estômago é unicavitário, a digestão é principalmente enzimática, com mínima digestão microbiana e a estrutura digestiva total relativamente curta e simples (DUKES, 2006); o cólon é curto, onde há um marcapasso que desencadeia a atividade antiperistáltica proporcionando a retenção das ingestas e os processos de armazenamento e absorção (CUNNINGHAM, 1999). A hidrólise do amido não se inicia na boca, porque são ausentes da enzima alfa-amilase; são incapazes de digerir as fibras, devido a presença de ligações beta na sua estrutura, portanto esse processo de digestão inicia-se exclusivamente pelo processo fermentativo no cólon (NRC, 2006).

Estes entre outros aspectos têm desafiado grandes indústrias e pesquisadores a criarem fórmulas que contenham ingredientes de boa qualidade que atendam as demandas nutricionais dos cães (FRANÇA, et al., 2011). As recomendações nutricionais têm se diversificado em objetivos abrangendo diversas áreas como a idade, porte e/ou raça, estilo de vida, estrutura corporal, longevidade, estado imunológico, beleza de pele e pelos, função digestiva, saúde oral e prevenção e tratamento de doenças de ordem nutricional e metabólica (obesidade, diabetes, distúrbios alérgicos e gastrointestinais) (CARCIOFI & JEREMIAS, 2010). Para tanto, diversas categorias de nutrientes e ingredientes ganharam destaques na indústria *pet food* (GODOY, et al., 2013). Dentre estes nutrientes, podemos citar as fibras dietéticas (BORGES, et al., 2003) e os alimentos funcionais (probiótico, prebióticos, ômega 3 e 6, sulfato de condroitina, glucosamina, L-carnitina entre outros) (MARINS DE SÁ, 2003).

Antigamente a importância das fibras para animais monogástricos era questionada, considerada como indesejável ou desnecessária na dieta de carnívoros (PINTO, 2007). Como não era reconhecida como um nutriente, acreditava-se que possuía função apenas na formação do bolo fecal e na manutenção do trânsito no

trato gastrointestinal, promovendo o aumento do peristaltismo, diluição da energia e a diminuição da digestibilidade dos nutrientes. Alguns anos mais tarde ficaram conhecidos os mecanismos funcionais e os benefícios das fibras dietéticas na alimentação humana e animal, os quais envolviam a melhora na qualidade fecal e sua possível ação prebiótica favorecendo as bactérias benéficas intestinais (WISE & GILBERT, 1980; DAVIDSON, et al., 1998; BROWNLEE, 2009).

Dentro desse contexto podemos citar os co-produtos agroindustriais, que vêm conquistando cada vez mais espaço no mercado pet food. São fontes de ingredientes potenciais por apresentarem boa lucratividade e alto valor nutritivo (DE OLIVEIRA, 2014). O farelo de arroz, co-produto do grão de arroz, é amplamente distribuído no Brasil e possui baixo valor comercial. É composto por quantidades significativas de carboidratos, proteínas, lipídios, fibras insolúveis, vitaminas e minerais (MALEKIAN et al. 2000).

Diversos componentes do farelo têm sido relacionados a diversos benefícios a saúde, como no controle da glicemia e colesterol, na redução da pressão arterial e ação preventiva no desenvolvimento de doenças cardiovasculares (XIA, et al., 2003).

O farelo de arroz integral é um ingrediente com grande potencial e apresenta características essenciais e diferenciais para a inclusão em dieta para cães. Todavia é comumente bem conhecido e utilizado em grande escala na alimentação de animais de produção, com poucas informações sobre seus efeitos em animais de companhia (ROSTAGNO, 2011).

Outro fator limitante na inclusão desse ingrediente na alimentação de cães é a falta de dados sobre a digestibilidade e a energia metabolizável deste produto, além da carência na padronização do processamento e da composição nutricional do farelo (FÉLIX, 2011).

2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivos avaliar os diferentes efeitos promovidos pela substituição da polpa de beterraba pelo farelo de arroz, sobre a saúde intestinal de cães.

Hipóteses sugeridas

A substituição pelo farelo de arroz irá proporcionar:

- Baixa interferência na digestibilidade e aproveitamento dos nutrientes da dieta
- Melhora nas características fecais
- Escore fecal ideal
- Pouca interferência na palatabilidade da dieta
- Menor produção de ácido siálico

Avaliou-se

- Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia metabolizável;
- Características fecais
- Efeitos sobre o consumo
- Produção de ácido siálico

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os avanços industriais na nutrição animal aliados ao crescente interesse dos médicos veterinários no setor, têm contribuído para melhorar a longevidade e bem-estar dos animais de companhia (ABINPET, 2014). A produção de alimentos em 2014, somou pouco mais de 2 milhões de toneladas, com um aumento estimado de 4,5%, crescimento esse, ainda impulsionado pela classe média emergente (SINDIRAÇÕES, 2015). Os seguintes dados apresentam-se ilustrados na Figura 1.

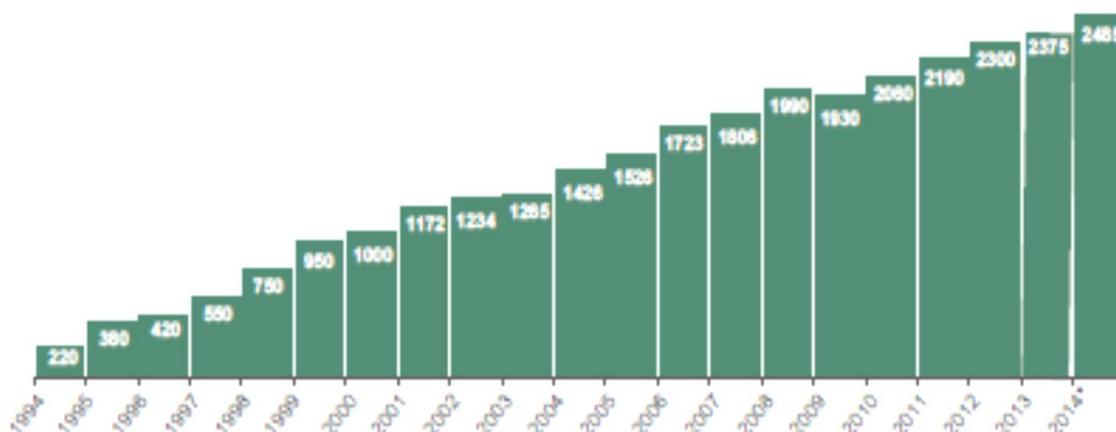


FIGURA 1 – EVOLUÇÃO NA PRODUÇÃO (MIL TONS) (SINDIRAÇÕES, 2014).

Os co-produtos de origem agroindustrial, que até pouco tempo atrás eram considerados subprodutos ou resíduos da indústria alimentícia, vem tomando espaço no setor, devido a sua ampla disponibilidade, tornando-se assim, uma alternativa favorável para reduzir os custos de produção. No entanto, ainda são necessários mais estudos para animais de companhia, pois a maioria das pesquisas são inferidas em estudos para aves e suínos (DE OLIVEIRA, 2014).

3.1 FIBRAS: CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO

O termo fibra alimentar foi utilizado pela primeira vez por Hipsley em 1953, para indicar os componentes não digeríveis que constituem a parede celular vegetal (hemicelulose, celulose e lignina). Em 1974, Trowell classificou como sendo “os restos estruturais das células vegetais, que resistem à hidrólise das enzimas digestivas do homem”. Alguns anos depois foi redefinida, pois excluía componentes como os polissacarídeos. Desta forma passou a ser definida como sendo “todos os polissacarídeos (celulose, hemicelulose, pectinas, gomas e mucilagens) e lignina,

que não são digeridos pelas secreções do trato gastrointestinal (TGI) do homem (TROWELL et al., 1976).

De acordo com Southgate (1990) a fibra dietética é classificada pelas propriedades químicas que envolvem a porção fibrosa que não sofre degradação pelas enzimas digestivas de monogástricos, mas que pode ser parcialmente aproveitada pela microbiota local. Esta definição foi rebatida por Van Soest et al., (1994), que dizia que “ a fibra deve ser considerada como uma unidade biológica e não como uma entidade química.”

A fibra também pode ser dividida em duas porções analíticas, baseada nos constituintes da parede celular. O primeiro grupo envolve os componentes fibrosos solúveis em detergente neutro (hemicelulose, celulose e lignina) e o outro grupo as porções fibrosas solúveis em detergente ácido (celulose e lignina). Essa divisão foi proposta por Van Soest (1970) para análise de fibra bruta como uma alternativa para quantificar e denominar os carboidratos estruturais das células vegetais. Outro método de avaliação é pela determinação da fibra dietética total (FDT) e pela sua solubilidade (PROSKY, et al., 1992).

É possível classificar as fibras a partir das características físico-químicas (viscosidade, fermentabilidade, capacidade de retenção de água e de ligação a minerais e moléculas orgânicas), podendo ser distinguidas como hidrossolúveis e não hidrossolúveis e de fermentabilidade alta, moderada ou baixa (CASE et al., 1999; HUSSIEN, 2003). Estas qualidades de solubilidade e de fermentação irão resultar em diferentes efeitos fisiológicos no trato digestório (HUSSIEN, 2003; BORGES et al., 2003).

As fibras solúveis, por definição, são constituídas pelos polissacarídeos não-amiláceos (PNA) da dieta e são solúveis em água (BORGES & FERREIRA, 2004). Possuem propriedades geleificantes quando em contato com a água, são altamente viscosas e reduzem a motilidade do trato, aumentando o tempo de trânsito intestinal. Embora não digerível, contem valores nutricionais que atuam na manutenção e na integridade funcional do trato gastrointestinal, além de contribuir com a digestão e absorção dos nutrientes (DAVIDISON, et al., 1998; KNUDSEN, 2001; TAGHIPOOR, et al., 2012). As fibras insolúveis podem ser definidas como PNA insolúveis em água, sendo, em geral, pouco fermentáveis e não viscosas e eliminadas praticamente na sua forma intacta. Devido à sua indigestibilidade, aumentam o bolo

fecal e, conseqüentemente, o peso das fezes, além de estimular o peristaltismo através de sua ação agressiva na musculatura da parede intestinal (NRC, 2006)

Quanto aos níveis de inclusão da fibra na dieta, a maior parte dos alimentos comerciais apresenta um teor de fibra compreendido entre 1 e 4 % da matéria seca (MS), com exceção dos produtos com finalidade terapêutica (BORGES & FERREIRA, 2004). Segundo Hussein (2003), altos níveis de fibra (5 a 25% da MS) podem ser incluídos em dietas para cães obesos e em dietas para animais saudáveis com peso dentro do padrão, quando os mesmos recebem alimento à vontade.

3.2 EFEITOS DAS DIETAS FIBROSAS SOB O CONSUMO E A SAÚDE INTESTINAL DE CÃES

De acordo com SUNVOLD, et al., 1995, o conceito de saúde intestinal envolve dois componentes principais: a integridade da mucosa e a composição da microbiota intestinal. Quaisquer alterações na morfologia intestinal, desenvolvidas por variações na alimentação, estresse, envelhecimento ou patologias, afetam especificamente a digestão e a absorção de nutrientes. Baseando-se nessas informações serão tratados a seguir os efeitos da fibra nos mecanismos fisiológicos no trato digestivo e no metabolismo de cães.

3.2.1 Consumo e palatabilidade

A ingestão de alimentos é controlada, pelas regiões lateral e ventro-medial do hipotálamo (DUKES, 2006). O número total de papilas gustativas nos cães é de 1.700 e a percepção do gosto passa por diferentes fases bioquímicas. As moléculas solúveis entram em contato com as papilas gustativas dispersas sobre a língua e na cavidade bucal. A ação destas moléculas sobre as papilas está na origem da transmissão de um estímulo nervoso central onde a liberação de certos neurotransmissores irá determinar a apreciação gustativa (BOURGEOIS, 2004).

Alguns fatores inerentes as características anatomo-fisiológicas e individuais de cada animal e fatores relacionados ao condicionamento alimentar e as características do alimento, como textura, sabor, forma, tamanho e palatabilidade podem influenciar o controle da ingestão quantitativa e qualitativa voluntária por cães e gatos (CASE, et al 1998).

De acordo com Araujo (2004) a palatabilidade é uma medida subjetiva de preferéncia alimentar de importante aplicabilidade no setor *pet food*. Alguns produtos extrusados podem ter maior aceitação ou não dependendo do tipo de ingredientes que compõe o alimento (GARRASINO, 2011). Apesar da inclusão de cereais ter permitido a diminuição dos custos da ração e facilitado sua armazenagem, podem acabar rejeitando o consumo por animais de companhia (FÉLIX, 2012).

Pouco se sabe sobre o efeito determinado pela fibra sobre a palatabilidade, mas existem hipóteses relacionadas com a ingestão de alimentos através da sensação de saciedade (GARASSINO, 2011). De acordo com BURTON-FREEMAN (2000) as fibras dietéticas influénciam este parâmetro devido as características físicas e químicas, como volume e viscosidade, além de alterar a densidade de energia da dieta e também podem afetar várias funções gastrointestinais, dependendo da fonte e da quantidade adicionada, como distensão gástrica e tempo de trânsito intestinal (CASE, et al., 1998; SLAVIN & GREEN, 2007; WEBER et al. 2007).

Em um experimento realizado por MALAFAIA, et al. (2002) foi utilizada uma mistura das fibras de polpa cítrica e folha de alfafa desidratada na dieta de cães adultos, tendo como características dessa mistura, moderada fermentação intestinal. Os autores verificaram que o consumo de MS, em g/kg e em % de peso corporal, diminuiu significativamente ($P < 0,05$) com o aumento da inclusão de fibras.

JACKSON et al. (1997) realizaram um estudo com cães da raça Poodle Toy e Schnauzer Miniatura, submetidos a duas dietas, uma com baixa concentração de fibra (12,32% fibra insolúvel e 1,81% fibra solúvel) e outra com alta concentração de fibra (26,37% fibra insolúvel e 2,67% fibra solúvel) e não encontraram diferenças no consumo das dietas, mas houve redução na ingestão de energia. De maneira semelhante, SILVA (2013) avaliando dietas com inclusão de cana-de-açúcar (10 e 20% de inclusão) e celulose (10%), também não observou nenhum sinal dos cães de estarem saciados ou menos dispostos a ingerirem alimentos. Contudo, de modo geral, os estudos mostram que houve redução do consumo de alimentos quando os cães foram desafiados com outras dietas ou quantificaram energia consumida dentro de um intervalo de tempo (WEBER et al., 2007; JEWELL et al., 2000; BUTTERWICK & MARKWELL, 1997).

3.2.2 Motilidade e trânsito intestinal

O movimento da parede intestinal é conhecido como motilidade que pode ser propulsivo, retentor ou misturador (CUNNINGHAM, 1999). A motilidade do trato alimentar realiza o movimento e o processamento mecânico do alimento, com o objetivo de misturar conteúdo alimentar com as enzimas digestivas e colocar os nutrientes em contato com as superfícies de absorção das mucosas (DUKES, 2006).

O tempo decorrido para que o material passe de uma parte do intestino para outra é designado tempo de trânsito gastrointestinal (CUNNINGHAM, 1999). Há consideráveis diferenças na velocidade do esvaziamento gástrico dos sólidos e líquidos. Os sólidos devem ser primeiro triturados a tamanho pequeno e suspensos, antes que deixem o estômago. Entretanto, a velocidade com que o conteúdo fluido deixa o estômago é regulada por receptores duodenais respondendo a composição química da refeição (DUKES, 2006). Sabe-se que o tempo médio de esvaziamento gástrico em cães alimentados com dietas fibrosas varia entre 3 a 10 horas, dependendo do diâmetro da partícula (NRC, 2006). Ao mesmo tempo vários hormônios intestinais como o peptídeo YY e neurotensina são importantes no controle do esvaziamento gástrico e intestinal (ELWOOD, 1997).

Ainda não se pode afirmar quais as propriedades físico-químicas da fibra que estão envolvidas com o tempo de esvaziamento gástrico e intestinal. Mas acredita-se que fatores como os níveis de pectina, a viscosidade, a hidrossolubilidade e os tipos de nutrientes podem interferir no processo digestivo (BROWNLEE, 2011). Por exemplo, as fibras insolúveis provocam aumento da motilidade e da velocidade de passagem do alimento pelo lúmen. De acordo com Guillon & Champ (2000), o trânsito mais acelerado está associado à diminuição do pH, aumentando a quantidade de substratos que chegam ao cólon.

Russel (1985) constatou que a presença de polissacarídeos viscosos, no estômago, reduziu a sedimentação do conteúdo sólido em líquido dificultando a abertura do antro pilórico, retardando o esvaziamento gástrico e promovendo sensação de saciedade. Schneeman et al (1998), associou esses efeitos com a liberação de determinados hormônios durante o processo digestivo. Já, de acordo com Taghipoor et al (2012), a principal característica envolvida nesse processo é a capacidade de retenção de água inerente à fibra. Supõe-se que este fator contribui com o aumento da motilidade reduzindo a taxa de absorção de nutrientes e consequentemente aumentando o volume fecal. A partir desses relatos, nota-se a

importância de novos estudos serem propostos para melhorar a compreensão de quais propriedades específicas da fibra estão relacionadas com a geração destes mecanismos fisiológicos no trato gastrointestinal.

O efeito da fibra na taxa de esvaziamento gástrico tem sido estudado em suínos (JOHANSES, et al., 1996). Estes estudos revelam diferenças nos conteúdos gástricos causados pelo teor e pela natureza da fibra. Os autores utilizaram dietas com diferentes quantidades de fibra digestível (β -glucanos) e verificaram um aumento significativo na viscosidade e capacidade de retenção de água dos conteúdos gástricos em resposta ao aumento do teor de fibra digestível.

3.2.3 Digestibilidade, características fecais e produção de ácido siálico

As funções do trato gastrointestinal (TGI) e dos seus órgãos acessórios baseiam-se em suprir a digestão e absorção de nutrientes essenciais para a sobrevivência do animal (DUKES, 2006). A digestão é a quebra ou a degradação mecânica e química dos alimentos em unidades menores, e a absorção é a transferência ativa ou passiva dos nutrientes do lúmen intestinal para as células do corpo, aonde serão armazenados ou farão parte do metabolismo (SILVERTHORN, 2010).

A determinação da digestibilidade aparente representa um ponto de partida importante e vantajoso para saber se um determinado alimento atende às exigências mínimas nutricionais dos animais (VANCONCELLOS, et al., 2011). No entanto, apresenta algumas limitações, pois pode sofrer variações de acordo com os níveis de minerais e fibras presentes na dieta (DOURADO, et al., 2010).

A fonte de fibra utilizada pode afetar diretamente o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes (BOSCH, et al., 2009). Na maioria das vezes, a medida em que aumenta o nível de fibra insolúvel na dieta, a digestibilidade da matéria seca diminui (SUNVOLD, et al., 1995). Entretanto, Murray et al. (1999) demonstrou que dietas formuladas com fibras de alta fermentação não alteram significativamente a digestibilidade aparente dos nutrientes.

Dietas com elevados teores de fibras possuem altos teores de PNA e oligossacarídeos que podem ser considerados como fatores antinutricionais. Uma vez que os animais não conseguem digerir tais substâncias, ocorrerá uma alteração na taxa de passagem da digesta e viscosidade, prejudicando a interação das

enzimas com os nutrientes, reduzindo a digestibilidade, além de resultar em maior produção de fezes menos consistentes pelos cães (YAMKA et al., 2003). Estas informações foram claramente observadas por Cole et al. (1999) e Sabchuk (2013) em que a inclusão de níveis crescentes de casca de soja (fibra pouco fermentável) em dieta para cães reduziu linearmente o CDA da MS, PB, EE e EM.

Silvio et al (2000), avaliaram os efeitos na digestibilidade da matéria seca (MS) a partir do uso de fibras insolúveis e solúveis de maneira isolada (100% celulose x 100% pectina) e combinada (66% celulose x 33% pectina; 66% pectina x 33% celulose). Houve redução linear no consumo de MS e consequentemente da energia e proteína bruta com o aumento gradativo da pectina. No entanto, os maiores níveis de pectina promoveram redução na digestibilidade da proteína bruta (PB), e aumento na digestibilidade da energia, devido as suas capacidades fermentativas mais elevadas que a da celulose. Também foi relatado menor perda fecal de fibras digestíveis totais com os crescentes coeficientes de pectina. Este estudo apoia o uso combinado de fibras, pois garantem um acréscimo na digestibilidade dos nutrientes e melhora as características fecais, não sendo recomendado o uso isolado de fontes de fibras tanto solúveis quanto insolúveis.

Segundo Diez et al (1998), a polpa de beterraba e goma guar reduzem até 3,5% a digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e matéria orgânica, provavelmente, pelo efeito de diluição da fibra. Apesar da redução da digestibilidade associada ao aumento do volume fecal, a goma guar possui potentes efeitos sobre o metabolismo de lipídeos e carboidratos, podendo ser indicada para o tratamento de doenças crônicas como diabetes e hiperlipidemia (JEKINS, et al., 1978; DIEZ, et al., 1998;).

Geralmente, acredita-se que as fibras insolúveis diminuem a absorção de minerais devido à formação de fitatos, que os indisponibiliza, e promove o aumento na taxa de passagem pelo lúmen (GREGER, 1999). De acordo com Fernandez, et al (1982), tanto em cães saudáveis como em cães portadores de anemia, o uso de mucilagem e pectina reduzem significativamente a absorção de ferro intestinal. O uso de pectina na dieta também reduz a absorção do sódio, atribuída a maior troca catiônica com os componentes solúveis da fibra (LEWIS, et al, 1994). Outros estudos com fibras solúveis contrapõem essa afirmação. Acredita-se que a ingestão de fibra solúvel pode aumentar a absorção de alguns minerais (ferro, cálcio, magnésio e zinco) através da redução do pH cecal e aumento na altura de

vilosidade e cripta das células epiteliais (MALAFAIA et al., 2002; SCHOLZ-AHRENS, 2007).

A atividade do pâncreas exócrino na liberação de enzimas digestivas em cães, pode ser afetada pelo uso de alguns tipos de fibras. Por exemplo, o farelo de trigo, rico em fibras solúveis, estimula a secreção de amilase e quimiotripsina e em contra partida, reduz a secreção de lipase, contribuindo com a má digestão de lipídeos favorecendo o aparecimento de gordura nas fezes (DAMGÉ, et al., 1983) Os mecanismos de ação das fibras sobre a atividade pancreática ainda não são muito claros, sendo necessárias maiores investigações.

Na nutrição de cães e gatos, são utilizados alguns critérios importantes no momento da avaliação de um novo ingrediente a ser empregado na ração. São as características fecais que envolvem consistência, quantidade e odor fecal, as quais são muito valorizadas pelos donos dos animais de companhia (SABCHUK, 2014). Fezes moles podem ser indicativas de diarreia e, excessivamente duras, de constipação, sendo estas importantes desordens nutricionais que podem ocorrer quando fontes inadequadas de fibra são introduzidas à dieta dos cães (SUNVOLD et al, 1995; SÁ FORTES, 2001).

De acordo com PINTO (2007) a produção de fezes secas está diretamente relacionada à ingestão de FDT (fibras digestíveis totais). Cummings et al (1991) relataram uma correlação linear entre o consumo de polissacarídeos não-amiláceos e o peso da massa fecal.

Segundo Robertson et al. (1980) a capacidade higroscópica da fibra está particularmente relacionada com seu conteúdo de hemiceluloses e pectinas, que constitui um dos aspectos relevantes para se explicar o volume e peso das fezes. As pectinas, entre os polissacarídeos da parede vegetal, são as que apresentam maior importância no processo de retenção de água. No entanto, fibras que são parcialmente digestíveis contribuem com o aumento da massa fecal (g/d), como no caso da celulose (SILVIO, et al., 2000).

Os produtos finais da fermentação bacteriana da proteína, no trato digestório, são excretados pelas fezes e responsáveis pelos odores característicos. Podem ser divididos em cinco categorias: fenóis e indóis, ácidos graxos de cadeia ramificada, aminas e enxofre. As concentrações desses compostos putrefativos podem ser afetadas pelos níveis de proteína na dieta e pela quantidade de aminoácidos

produzidos no metabolismo. Alguns tipos de fibras são utilizados para reduzir esses efeitos (FLICKINGER, et al., 2008).

A fibra insolúvel, por apresentar baixa digestibilidade e aumentar a excreção de parede celular ligada à proteína, gera maior volume das fezes, de excreção do nitrogênio, assim como aumenta a quantidade de substratos exógenos provenientes da dieta e endógenos (proteína celular bacteriana, restos celulares, muco e etc..) (BORGES & FERREIRA, 2004). Do mesmo modo, as fibras solúveis aumentam a excreção de nitrogênio microbiano, por serem mais fermentáveis elevam a produção de constituintes nitrogenados e a excreção de nitrogênio fecal (MUIR, et al., 1996; BOSCH, 2009). Resultados semelhantes foram relatados em humanos que consumiram dietas a base de farelo de trigo e aveia (fibras solúveis) (CHEN, et al., 1998).

Entretanto Sunvold et al. (1995) mostraram que fontes de fibras pouco fermentáveis, como a celulose, resultam em menor digestibilidade aparente de nitrogênio quando comparadas com fibras moderadamente fermentáveis. Resultados obtidos por Sabchuk (2013) indicam que as dietas com inclusão de casa de soja reduziram a amônia fecal. Resultados semelhantes também foram obtidos por FÉLIX et al. (2013) e YAMKA et al. (2006), avaliando dietas com e sem co-produtos de soja. Os autores explicam que essa diferença dos metabólitos pode ter sido resultado da maior quantidade de fibra nas dietas com co-produtos de soja quando comparado com a dieta sem tais componentes. A inclusão de pectina também reduz as concentrações de amônia no íleo e nas fezes (SILVIO, et al., 2000)..

Como citado anteriormente, a superfície absorviva do TGI é coberta por uma camada de muco composta predominantemente por glicoproteínas sintetizadas e secretadas pelas células caliciformes (ITO et al., 2009). As mucinas intestinais são compostas por uma fração protéica (~1.500 to 4.500 aminoácidos), particularmente rica em aminoácidos como a treonina, a serina e a prolina, ligada a centenas de oligossacarídeos. A fração de carboidratos da camada de muco é composta basicamente por galactose, fucose, N-acetilglucosamina, N-acetilgalactosamina e ácido siálico (JEURISSEN et al., 2002; KOUTSOS & ARIAS, 2006). As mucoproteínas apresentam de 10-15% de ácido siálico em sua composição total (FEENEY et al., 1960),

Ácido siálico é um termo genérico utilizado para definir uma família de monossacarídeos encontrados nas extremidades terminais de cadeias de açúcares,

os quais estão ligados a superfície das células e às glicoproteínas solúveis (ANGATA & VARKI 2002). Segundo Varki (1992), os ácidos siálicos são uma família de açúcares carboxilados de nove carbonos usualmente encontrados como monossacarídeos nas posições terminais de oligossacarídeos (Figura 2). Existem inúmeros tipos de ácido siálico distribuídos entre os vertebrados, sendo o ácido N-acetilneuramínico o mais encontrado, acreditando-se ser o precursor biosintético de todas as demais moléculas de ácido siálico (NAKANO et al., 1994; PIRGOZLIEV et al., 2005; PIRGOZLIEV et al., 2007).

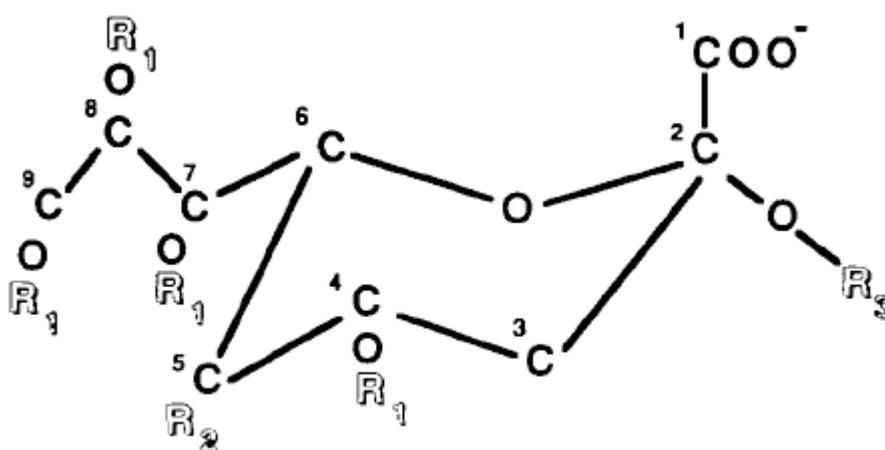


FIGURA 2. ESTRUTURA DO ÁCIDO SIÁLICO (Adaptado VARKI, 1992).

Os ácidos siálicos estão envolvidos em muitas funções fisiológicas e contribuem para adesão celular, inibição enzimática, ação hormonal, entre outros, sendo o aumento na sua excreção associado frequentemente a problemas decorrentes da senescência celular, infecções bacterianas, certas condições patológicas e fragilidade celular (PIRGOZLIEV et al., 2005).

Não está claro na literatura como o balanço ideal entre síntese e degradação de ácido siálico afeta a nutrição animal, mas sabe-se que a secreção excessiva aumenta a perda endógena de nutrientes e também prejudica a absorção destes pela barreira formada entre a digesta e as enzimas (ROCHA, 2014).

Cowieson et al. (2004a), demonstraram que a redução na excreção de ácido siálico esta correlacionada com a redução na excreção de aminoácidos endógenos. Ainda, os autores demonstraram que a ingestão de fitato aumenta a excreção de aminoácidos endógenos, nitrogênio, minerais e ácido siálico e, que a suplementação de fitase reduz estas perdas endógenas. Da mesma forma Pirgozliev et al. (2005)

verificaram redução na secreção de ácido siálico no TGI de frangos alimentados com dietas contendo fitase. Além das perdas endógenas citadas acima, Pirgozliev et al. (2007) observaram correlação negativa significativa entre a energia metabolizável da dieta e a concentração de ácido siálico excretado em dietas suplementadas com fitase, sugerindo que a suplementação da enzima influencia positivamente a saúde intestinal de frangos.

Outras evidências apontam que a inclusão de polissacarídeos não-amiláceos na dieta de monogástricos podem estar correlacionados com o aumento na produção de mucina e ácido siálico, devido as suas propriedades anti-nutricionais (RUTHERFURD et al., 2002). Tais resultados foram constatados por Larsen et al. (1993), os quais verificaram que conforme aumentavam as concentrações de fibras solúveis nas dietas para ratos, maior eram as concentrações de ácido siálico nos conteúdos intestinais, sugerindo aumento de muco-proteína com o aumento de viscosidade da dieta.

Para PIRGOZLIEV et al. (2005) a análise do ácido siálico em materiais biológicos, como excretas em aves, ou em fezes liofilizadas de cães, pode ser uma valiosa ferramenta e fornecer mais informações sobre o metabolismo e saúde intestinal dos animais. Entretanto, há poucos registros na literatura sobre a mensuração de ácido siálico em fezes de cães e a influência exercida pela fibra dietética na produção desse componente.

3.2.4 Fermentação e produção de ácidos graxos de cadeia curta

O processo fermentativo no intestino grosso ocorre pela degradação microbiana dos carboidratos solúveis (amido) e insolúveis (fibras). O amido é fermentado rapidamente e as fibras necessitam de um tempo mais prolongado para serem degradadas. Independente do carboidrato utilizado, as hexoses são metabolizadas pelas bactérias colônicas em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e gases. Os principais AGCC produzidos são acetato, butirato e propionato (DUKES, 2006).

Dentre as funções dos ácidos graxos podemos citar que eles são importantes ânions no lúmen intestinal, afetando tanto a morfologia quanto a função dos colonócitos (SCHEPPACH, 1994). Esse grupo celular recebe energia de duas fontes distintas: endógena (glutamina e glicose) e exógena (ácidos graxos de cadeia curta – AGCC) (SCHEPPAK, 1994). Cerca de 70% da energia utilizada pelos colonócitos

é proveniente dos ácidos graxos de cadeia curta, especialmente do butirato (SCHNEEMAN, et al., 1998; ESWARAN, et al., 2013).). De acordo com Davidson et al. (1998), em humanos, o butirato pode contribuir com níveis energéticos de até 1,5 kcal/g para os colonócitos e tecidos hepáticos. O acetato e o propionato são prontamente absorvidos e entram na corrente sanguínea, sendo fonte de energia extra para o indivíduo, portanto, melhoram o aporte sanguíneo no cólon e aumentam, conseqüentemente, a motilidade intestinal (SCHEPPACH, 1994; NRC, 2006).

Os três ácidos graxos, acetato, propionato e butirato estimulam a absorção colônica de sódio, atuam reduzindo o pH intestinal, proporcionando um ambiente favorável para o crescimento de bactérias benéficas, além de um ambiente mais inóspito para microflora potencialmente patogênica (HAMER, et al., 2007).

Eles também estimulam a secreção de glucagon like-peptide (GLP-2), que atua sobre a diferenciação e proliferação celular e na expressão de determinados genes ligados ao transporte de nutrientes no íleo (NRC, 2006). Como resultado, o peso e tamanho da mucosa aumentam quando a fibra solúvel é consumida, podendo contribuir para uma melhora na absorção de nutrientes e para otimização da função celular e intestinal (KNUDSEN, et al., 2003).

Os ácidos graxos também parecem desempenhar propriedades imunomoduladoras, anti-carcinogênicas e anti-inflamatórias. O butirato, pode suprimir a secreção de citocinas e a expressão de fatores de transcrição nas células do cólon. Igualmente, pode reduzir o aporte de glutamina (fonte de energia para os linfócitos) para as células epiteliais, poupando, assim, para outras células como as do sistema imune (JENKIS, et al., 1999). O butirato também aumenta a resposta genética ao estresse oxidativo, pois diminui a expressão da ciclooxigenase (COX-2) e aumenta a expressão da enzima catalase. A enzima desintoxica os produtos do estresse oxidativo e a menor atividade da COX2 promove efeitos antiinflamatórios e protetores no metabolismo celular (SAUER et al., 2007). O acetato, por sua vez, em doses farmacológicas, aumenta a atividade de células natural *killer* e de células linfocitárias em humanos com câncer (ISHIZAK, et al., 1993).

A taxa de fermentação e produção de ácidos graxos depende da quantidade de substratos advindos da dieta e que se tornam disponíveis para as bactérias do trato, do local onde ocorrerá a fermentação, do número de cepas bacterianas fermentativas e da espécie animal em questão (KUZMUK, et al., 2005).

Fibras pouco fermentáveis, como a celulose, retêm água e aumentam o volume das fezes, diminuindo o tempo de trânsito. Em excesso, devido à ação agressiva sobre a mucosa intestinal, podem diminuir a altura de vilosidade, levando a um decréscimo importante na absorção de nutrientes e à ocorrência de processo inflamatórios do cólon.

Como citado anteriormente, para garantir uma ótima saúde intestinal é ideal que tenha uma combinação balanceada dos dois tipos de fibras (solúveis e insolúveis). Porém alguns estudos demonstram que fontes de fibras com fermentabilidade moderada, podem igualmente, contribuir com a otimização da digestibilidade dos nutrientes e da qualidade fecal (SILVIO, et al., 2000). Animais recebendo fibras moderadamente fermentáveis apresentaram um aumento do tamanho do cólon, maior área de superfície e hipertrofia da mucosa, quando comparados com animais recebendo fibra não fermentável (BORGES et al., 2003) É o que ocorre com o farelo de arroz (CASE et al., 1998) e com a polpa de beterraba, que são considerados fontes de fibra dietéticas de ótima qualidade para os cães, devido à combinação de fibras solúveis e insolúveis (70% de fibras solúveis e 30% insolúveis) (FAHEY et al., 1990b; SUNVOLD et al., 1995). Ambas fornecem energia às células que revestem o intestino e também formam uma massa contribuindo com a eliminação de resíduos do metabolismo (CASE et al., 1998).

Em contrapartida, a fibra muito fermentável pode causar transtornos digestivos (grande produção de gases) e aumento da concentração de AGCC causando extravasamento de líquido para o lúmen intestinal, resultando em diarreia. Como exemplos deste tipo de fibra, podem ser citadas a pectina, a polpa cítrica e a goma guar (SUNVOLD, et al., 1994). É importante atentar para outro efeito benéfico que é a acidificação no cólon, que evita a proliferação excessiva de bactérias indesejáveis, como, por exemplo, clostrídeos (BORGES & FERREIRA, 2004).

As concentrações totais de AGCC parecem ser maiores em dietas contendo fontes de fibras insolúveis como a celulose, provavelmente devido ao seu maior tempo de permanência no trato. Há também uma correlação com o aumento dos níveis de amônia, indicativo de maior fermentação da proteína pelas microbiota local (SILVIO, et al., 2000).

Sunvold et al (1995), avaliaram em diferentes espécies, alimentadas com diferentes tipos de fibras, a produção de ácidos graxos de cadeia curta. Neste estudo gatos tiveram uma maior produção de acetato (2,38 mmol/g MO) e ácidos

graxos totais (3,38 mmol/g MO). Em ruminantes foram observados maiores concentrações de propionato (83 mmol/g MO). E concentrações elevadas de butirato foram relatadas em suínos e humanos (39 mmol/g MO e 40 mmol/g MO respectivamente). Com relação ao tipo de matéria fibrosa, em todos os grupos foi notada maior produção de AGCC, em ordem crescente, para os seguintes tipos de fibras: celulose > polpa de beterraba > polpa cítrica > pectina cítrica.

Bednar et al., (2000) demonstraram que alguns tipos de cereais como cevada e aveia resultam numa maior fermentação e concentração de butirato e lactato (média de 0,66 mmol/g MO), provavelmente pela presença de beta-glucano no componente fibroso. Menores concentrações totais de ácidos graxos foram observados quando utilizavam farinhas de milho, arroz e sorgo na alimentação. Entretanto, a produção de lactato foi maior (0,23 mmol/g MO) no grupo que recebeu as farinhas na dieta. Postula-se, que grandes níveis de amido provenientes das farinhas criam um ambiente favorável para a fermentação de hidratos de carbono pelos lactobacilos produzindo, subseqüentemente, a produção de lactato.

Mcintosh et al., (2001) induziram a formação de tumor em camundongos. Aqueles alimentados com aleurona de trigo, como uma fonte de fibra, apresentaram conteúdo fecal e cecal de butirato mais elevado, e uma taxa de incidência tumoral 43% mais baixa que nos animais controle.

Existem algumas evidências que indicam que a adição de fibras fermentáveis na dieta pode elevar a produção de mucina. Este aumento pode ocorrer em resposta a diminuição do pH que acompanha a produção de AGCC. A camada de mucina que recobre o trato gastrointestinal pode reduzir a taxa de translocação bacteriana através do epitélio intestinal (FERNANDEZ, et al., 1978)

3.2.5 Microbiota intestinal

Um dos maiores desafios do TGI é eliminar os patógenos advindos do meio externo que representam risco em potencial para a integridade física e funcional do hospedeiro (SILVERTHORN, 2010). Para tanto, o epitélio transportador do TGI representa um papel regulatório nos mecanismos de defesa do animal, possuindo alguns mecanismos principais de proteção: barreira física, barreira mucosa, enzimas digestivas, ácidos, tecido linfóide associado a mucosa (GALT) e a microflora local (SCHLEY & FIELD, 2002). Embora haja poucos dados anatômicos disponíveis, estima-se que aproximadamente 25% da mucosa intestinal é composta pelo GALT,

o maior órgão imunológico do corpo. Algumas de suas principais funções são: captura, processamento e apresentação de antígenos ingeridos; produção de anticorpos locais, em especial IgA; ativação de respostas imunes citomediadas, particularmente as produzidas por linfócitos T CD8+ (células citotóxicas) e macrófagos (SCHLEY & FIELD, 2002; BAUER, et al., 2004).

As bactérias fermentativas que habitam o intestino de cães e gatos apresentam padrão de colonização microbiano semelhante ao de outros mamíferos (14% em cães e 17% humano) (VAN SOEST, et al., 1997). No colón de cães encontra-se uma grande diversidade de bactérias, cerca de 400 espécies diferentes compõem esse ecossistema (BAUER, et al., 2014). Na caracterização da composição bacteriana de fezes de cães, Simpson et al (2002) encontraram 4×10^{10} unidades formadoras de colônias (UFC) de anaeróbios totais, enquanto que a concentração de aeróbios foi 20 vezes menor, 2×10^9 UFC. A concentração de bactérias no intestino delgado é de 10^5 a 10^6 UFC, com maior prevalência de bactérias aeróbias (BATT & RUTGERS, 1997). Na Tabela 1 estão apresentados os grupos bacterianos predominantes no trato digestivo de cães e gatos.

O processo de colonização ocorre com mudanças sucessivas na composição das populações, de acordo com a idade, estado de saúde, dieta e ambiente (SAWSON, 2008; BARRY, et al., 2010). Algumas pesquisas sugerem que o avanço da idade em cães pode alterar a microbiota intestinal e os produtos finais da fermentação. Gomes (2013) observou que em beagles idosos, ocorreram variações na composição da microbiota fecal (diferentes cepas de lactobacillus e bifidobactérias) e na concentração de produtos fermentativos. Os mesmos resultados foram relatados em humanos idosos por Hokins et al., (2001). Entretanto, Simpson et al (2002) notaram que o número de bacteroides foi menor em animais sênior, quando comparados com animais jovens, ao passo que dos lactobacillus e bifidobacterias não foram influenciadas pela idade

A microbiota residente confere muitos benefícios para a fisiologia intestinal do hospedeiro por meio de interações simbióticas, da competição por nutrientes, do controle das concentrações de oxigênio, pH (NRC, 2006) e estimulando a produção de glicoconjugados epiteliais específicos, que podem servir como receptores para fixação bacteriana (SALMINEN, 1998). Por outro lado, elas podem ter efeitos negativos sobre a mucosa intestinal. Como necessitam de fontes de sacarídeos para obterem energia, na ausência de substratos, elas agredem a mucosa em busca de

nutrientes que garantam a sua sobrevivência no trato intestinal (GRASTEN et al., 2003; TOPIN & CLIFTON, 2001).

Tabela 1. Microflora residente do trato digestivo de cães e gatos.

Compartimento digestivo	Cepas	Contagem log de ufc/g
INTESTINO DELGADO	Espirilos	3,0 a 6,8
	Bacteroides	0 a 5,5
	Lactobacillus spp	1,0 a 5,4
	Streptococcus spp	3,0 a 5,2
	Echerichia coli	2,3 a 5,0
	Clostridium perfringens	1,0 a 2,5
INTESTINO GROSSO	Bacteroides	7,3 a 10,2
	Bifidobacterium spp	8,0 a 10,0
	Clostridium perfringens	5,5 a 8,0
	Escherichia coli	6,4 a 8,6
	Lactobacillus spp	5,5 a 9,0
	Prevotella	7,0 a 8,5
	Ruminococcus	7,0 a 8,0
	Staphylococcus spp	5,2 a 5,3
	Streptococcus spp	8,8 a 9,1

FONTE: Adaptado de SUCHODOLSKI (2011)

Alguns componentes da dieta podem ser necessários para o desenvolvimento de uma função imunitária adequada e na manutenção da flora intestinal. Embora haja alguns nutrientes específicos, pouco se sabe a respeito do impacto da fibra dietética sobre a função imunológica (SCHLEY & FIELD, 2002). Fibras como a celulose (KUDOH, et al., 1999; MADAR, et al, 1998), polpa de beterraba (FIELD, et al., 1999), oligofrutose, lactulose (KUDOH, et al., 1999), beta-glucano (YUN, et al., 1998), gomas (YAMADA, et al., 1999) e pectina (LIN, et al., 1997) tem sido investigadas para promover esses efeitos.

Há relatos que demonstram que o uso de fibras fermentáveis podem estimular a produção de células T a partir do (GALT), mas não sabe-se ao certo qual é o

mecanismo de ação. Acredita-se que esses efeitos podem estar associados com a produção de citocina e fatores de crescimento (FIELD, et al, 1999). Outros estudos sugerem que as fibras podem induzir um aumento na secreção de anticorpos IgA e na atividade fagocítica de macrófagos peritoneais (KUDOH, et al., 1999; NAGENDRA & RAO, 1994).

O uso de prebióticos e probióticos na nutrição animal tornou-se cada vez mais frequente (SWANSON et al., 2002). Probiótico é um suplemento alimentar que contém microrganismos vivos que afetam benéficamente o hospedeiro, contribuindo com o equilíbrio na microflora intestinal (Fuller, 1989). Por definição, prebióticos são carboidratos não-digeríveis, que afetam benéficamente o hospedeiro, por estimularem seletivamente a proliferação e/ou atividade de populações de bactérias desejáveis no cólon, pois essas têm a capacidade de fermentar esses carboidratos, que são fornecidos através da fibra dietética e diversos oligossacarídeos. (GIBSON & ROBERFROID, 1992).

Nos últimos anos tem crescido o interesse na utilização de microrganismos vivos (probióticos) como agentes terapêuticos. São membros desse grupo os lactobacillus e bifidobacterium, bactérias que ocorrem naturalmente no TGI de mamíferos (SIMON et al., 2003). Entre os possíveis mecanismos pelos quais os probióticos poderiam influenciar benéficamente a saúde intestinal é através da promoção de uma barreira de defesa não imunológica, da produção de substâncias antimicrobianas, da estimulação de células do sistema imunitário associado a mucosa (GALT), aumento na produção de ácido láctico e conseqüentemente maior produção de anticorpos IgA (BAUER, et al., 2014).

A maioria dos probióticos comerciais são lactobacilos, pois embora as bifidobacterias sejam mais significativas na promoção da saúde intestinal por serem de natureza anaeróbia não-facultativa, acabam dificultando o seu desenvolvimento industrial (RASTALL, 2004). Alguns estudos investigaram a inclusão de 2×10^9 UFC/g de Lactobacillus acidophilus em dietas para cães. Esta cepa foi escolhida com base nas suas características de crescimento, atividade antimicrobiana, e taxa de sobrevivência na mucosa intestinal. Os resultados demonstram que houve um aumento significativo na população de lactobacilos fecais com redução concomitante na população de clostrídeos (TANNOK, 2002).

O uso de prebióticos no mercado *pet food* é mais viável, pois evita desvantagens tais como na manutenção e no período de vida em prateleira,

podendo assim, ser incorporados numa vasta gama de produtos já que são mais estáveis ao tratamento térmico (RASTALL, 2004). Funcionalmente, eles exercem um efeito de aumento de volume, como consequência do aumento da biomassa microbiana que resulta de sua fermentação, bem como promovem um aumento na frequência de evacuações, efeitos estes que confirmam a sua classificação no conceito atual de fibras da dieta (ROBERFROID, 2002).

As maiorias dos dados em literatura sobre efeitos prebióticos relaciona-se ao uso dos fruto-oligossacarídeos (FOS) e manano- oligossacarídeos (MOS). Os manano-oligossacarídeos (MOS) têm sido empregados para adsorver altas proporções de agentes patogênicos incluindo certa espécies de Salmonella, Clostridium e Escherichia coli. Sabe-se também, que os efeitos desses oligossacarídeos são doses-dependentes. Strickling et al (2000), indicaram doses benéficas de FOS e MOS superiores a 5g/kg em dietas para cães.

De acordo com o estudo proposto por Swanson et al. (2002), a suplementação com FOS influencia positivamente a saúde intestinal de cães, pois estimula o crescimento de bactérias benéficas (bifidobactérias e lactobacilos), reduz a atividade de bactérias potencialmente patogênicas (Clostridium perfringens) e aumenta as concentrações de butirato e lactato. Os mesmos dados foram encontrados por Flickinger, et al. (2003) com um crescimento significativo na concentração de bifidobactérias (log 0.58) e lactobacilos (log. 0.86) e uma redução no nível de clostrídios (log. 0,11).

Howard, et al. (2000), avaliaram as implicações da adição de FOS nas dietas para cães sobre a ingestão da MS, produção de compostos nitrogenados fecais e na composição da flora intestinal. Houve uma redução na ingestão da MS, possivelmente porque a adição de FOS aumenta a produção de AGCC totais, Lembrando que os AGCC são potentes estimuladores do peptídeo YY, hormônio conhecido por retardar a taxa de esvaziamento gástrico e intestinal (PAPPAS, et al., 1986). A excreção de nitrogênio fecal e urinário também foi menor, associado a menor ingestão e pela utilização dos componentes nitrogenados pela microflora local. Sobre a caracterização da microbiota, a ingestão de FOS contribui para maiores concentrações de bactérias aeróbias totais (10^4 UFC) e redução na população de clostrídios.

Recentes estudos investigam tecnologias alternativas que atendam aos mesmos benefícios gerados pelo uso de FOS e MOS, como no caso da parede

celular de leveduras *Saccharomyces Cerevisiae* (ANDERSON, et al., 2011). Os beta glucanos, moléculas modulatórias da parede celular da levedura, ligam-se a receptores específicos (RRPs – receptores de ligação de carboidrato) nos macrófagos e células dentríticas, ativando-as (ROSS et al., 1985). Uma vez que as células imunes são ligadas a estes componentes imuno-estimulatórios, elas são estimuladas a secretar moléculas sinalizadoras, como as citocinas, que afetam diversos sistemas biológicos de uma maneira favorável. Algumas citocinas podem levar a formação de novas células brancas, outras ativam a produção de anticorpos, enquanto que outras ajudam a contra atacar processos inflamatórios (ANDERSON, et a., 2011).

3.2.6 Efeitos no metabolismo

Devido aos seus inúmeros benefícios e à sua complexidade estrutural e funcional, a fibra tem sido utilizada com frequência como alternativa terapêutica e preventiva de doenças intestinais (constipação, diarreia, colites ulcerativas) e metabólicas (diabetes, hipercolesterolemia e obesidade) (ESWARAN, et al., 2013).

Fibras solúveis podem diminuir as taxas de glicose circulante e absorção de lipídeos a partir do intestino delgado, provavelmente pelo sequestro de monoglicerídeos pelo lúmen intestinal, e pela conversão do colesterol em ácidos biliares através da recirculação entero-hepática (GRAHAN et al., 2002; ESWARAN, et al., 2013).

A obesidade é a doença nutricional mais comum em animais de companhia. Estudos realizados em diferentes países estimaram um aumento de 22 a 40% na incidência de sobrepeso na população de cães. Além da predisposição genética e racial, as causas da obesidade estão correlacionadas com o excesso de ingestão calórica e baixo nível de atividade física. A castração também é um fator predisponente ao desenvolvimento da obesidade, pois altera o equilíbrio hormonal reduzindo taxa metabólica basal (CARCIOFI et al., 2005; LAFLAMME, 2010). Há também, uma relação direta entre o estilo de vida do proprietário e a obesidade canina, pois proprietários obesos ou com sobrepeso e que possuem comportamento alimentar inadequado e estilo de vida sedentário podem predispor também seus cães à mesma condição (BLAND et al., 2009).

Como visto anteriormente a fibra dietética pode auxiliar no tratamento da obesidade uma vez que pode aumentar e manter a sensação de saciedade. Esse fator pode estar associado com a secreção de hormônios da saciedade, tais como, o peptídeo tirosina-tirosina (PPY) e o glucagon (GLP-1) (WEN, et al., 1995; LAFLAMME, et al, 1997). Ambos contribuem com o freio ileal e aumento no tempo de esvaziamento gástrico, prolongando a distensão gástrica, a sensação de saciedade e o contato dos nutrientes com os receptores intestinais. Além disso, retardam a digestão do amido e subsequente a absorção de glicose, controlando os níveis glicêmicos pós-prandiais (BOSH, et al., 2009). Alguns estudos desenvolvidos em ratos relatam que o uso de fibras fermentáveis na dieta podem reduzir as concentrações plasmáticas de grelina, hormônio relacionado com a fome e apetite (CUMMINGS, et al., 2001).

Outra função importante da fibra dietética é que ela é capaz de induzir a hipertrofia do trato gastrointestinal e de aumentar a taxa de renovação celular que utiliza energia adicional. Assim, não apenas a fibra dietética pode ser usada para diluir as calorias dietéticas totais e aumentar saciedade, mas também pode aumentar o dispêndio de energia metabólica (LAFLAMME, 2010).

De acordo com um levantamento de dados proposto por Sabchuk (2014), as fontes de fibras comumente empregadas em dietas para controle e perda de peso em cães são polpa de beterraba (71,42% das dietas continham polpa de beterraba), celulose (42,85%), casca de ervilha (33,3%), semente de linhaça (33,3%), casca de soja (28,5%), aveia (23,8%) Psyllium (23,8%) e parede celular de levedura (14,2%). Outras fontes encontradas demonstram que a inulina, celulose, cana-de-açúcar e polpa cítrica, podem contribuir com a redução de peso em animais de companhia (MALAFAIA, 2002.; BOSHC, et al., 2009.; SILVA, 2013). De acordo com Sabchuk (2014), a inclusão de 16 % de casca de soja na dieta de cães, apesar de não influenciar na saciedade, reduz a ingestão de energia, por limitar a capacidade de ingestão de alimentos.

Mais uma contribuição da fibra é no tratamento da diabetes. A diabetes melitus é definida por um tipo de distúrbio que resulta na incapacidade das ilhotas pancreáticas de secretarem insulina (diabetes tipo I – 70 A 80% de incidência) ou de uma resistência periférica a insulina (diabetes tipo II – 20-30% dos casos) (NASCIMENTO, 2008; CARCIOFI & JEREMIAS, 2010). Um dos fatores que mais contribuem com o desenvolvimento da diabetes em cães são a obesidade e a

incorporação de altos níveis de carboidratos não fibrosos na dieta (VEIGA, 2007; HAUB, et al., 2010). Hidratos de carbono de cadeia simples são considerados como tendo um índice glicêmico mais elevado, uma vez que produzem concentrações mais elevadas de glicose plasmático (HAUB, et al., 2010).

O principal ingrediente da dieta relacionado ao controle da glicemia pós-prandial é a fonte de amido utilizada. Quanto mais rápida e completa a digestão e absorção de carboidrato, maior será a onda pós-prandial imediata produzida (TESHIMA, 2007). De acordo com Carciofi (2007), o sorgo e a cevada induzem baixa resposta insulínica, quando comparado ao arroz, favorecendo o controle glicêmico pós-prandial

A fração da fibra solúvel é responsável por promover: alteração na velocidade de difusão da glicose, devido à formação do gel no lúmen intestinal; aumento na produção de mucina, que atua como barreira à absorção de glicose; produção de ácidos graxos de cadeia curta, como o acetato e o propionato, que também exercem efeitos na diminuição das taxas de glicose e colesterol sanguíneo (DERIVI et al., 2002). Pectinas e gomas são alguns exemplos de fibras empregadas na redução da glicemia pós-prandial (MURRAY, et al., 1999).

Em humanos a fibra também está sendo aplicada como um meio de reduzir o risco de doenças cardiovasculares, obesidade e diabetes do tipo II. Evidências sugerem que as populações que consomem os níveis mais elevados de fibra dietética têm um risco significativamente reduzido de morbidade e mortalidade, quando associadas a uma alimentação saudável. EUA Food & Drug Administration (2009) recomenda o consumo de 20-35 g/dia de fibra (BROWNLEE, 2011).

3.3 POLPA DE BETERRABA E FARELO DE ARROZ

3.3.1 Polpa de beterraba

A polpa de beterraba (PO) é amplamente utilizada em alimentos comerciais para animais de companhia devido as suas características de fermentação (Sunvold et al., 1995) e seu efeito desejável na consistência fecal (FAHEY, et al., 1992). Contudo, não é produzida em grande escala e sua produtividade é quase nula em

países que não utilizam a beterraba branca como matéria prima para obtenção do açúcar (SÁ-FORTES, 2001).

É uma fonte de fibra moderadamente fermentável contém cerca de 60 a 80% de fibra digestível total (FDT), 31% é correspondente a hemicelulose, 25% a celulose e 16% de polissacarídeos solúveis (FAHEY, et al., 1990). Segundo o NRC (2006) a polpa de beterraba é uma fonte de fibra fermentável, porém não viscosa e resulta na diminuição do tempo de trânsito intestinal, além disso, aumenta o volume fecal e reduz a digestibilidade aparente da MS.

Sunvold et al. (1995) comparado as diferenças na fermentabilidade da celulose e da polpa de beterraba em cães, demonstraram que a PO possui taxa de fermentação superior (29% FDT) que a da celulose (11% FTD). O que era de se esperar visto que a polpa contém maiores proporções de fibra solúvel.

Para tanto, Fahey et al. (1990) mensuraram os efeitos na digestibilidade, na excreção fecal e no tempo de retenção gastrointestinal, da inclusão de níveis crescentes de polpa de beterraba (0%, 2.5%, 5.0%, 7.5%, 10% e 12.5%) na dieta para cães. Houve aumento linear e proporcional aos níveis de PO, na ingestão de todos os nutrientes, porém com redução, em média de 6% na digestibilidade da MS conforme aumentava a porcentagem de PO. O peso fecal e a frequência de defecação foram maiores nos cães alimentados com 12.5%. O tempo de retenção da fibra diminuiu linearmente para o tratamento contendo 2.5% de inclusão. Portanto, foi concluído que é aceitável e recomendado a adição de níveis até 7.5% de PO na alimentação de cães, pois não apresentou reduções significativas na digestão de nutrientes e não alteram gravemente a qualidade fecal.

Contudo, Muir et al. (1996), não encontraram diferenças estatísticas no consumo e na digestibilidade aparente da MS com a inclusão de 7.5% PO em dieta para cães. O autor compara os dados com os obtidos por Fahey et al (1990) e atribui ao fato que o consumo é afetado pelo efeito de diluição de energia e aumento nos teores de MS em dietas que contém maiores níveis de PO. Não obstante, a digestibilidade pode ter sido inferior devido a diferença de idade, raça, metabolismo e tipo de marcador intestinal.

A produção de AGCC também é afetada quando a polpa de beterraba é empregada como fonte de fibra na alimentação de cães. Isso se deve, possivelmente, pelo fato de que a polpa contém uma mistura de vários componentes solúveis e insolúveis que sofrem ação da flora local em diferentes taxas de

fermentação (SUNVOLD et al., 1995; MIDDELBOS, e al., 2007). Sabe-se que os AGCC promovem a hipertrofia das vilosidades intestinais e melhora, conseqüentemente, a absorção dos nutrientes (NRC, 2006). Tal efeito foi observado por Hallman et al. (1995) e Bueno et al. (2000) em que foi verificado aumento do peso do cólon e melhora na saúde colônica em gatos alimentados com dietas contendo polpa de beterraba e celulose. Isto acontece por causa da ação abrasiva da fibra na superfície intestinal e pela reação química resultante da degradação microbiana da fibra (BUENO, et al., 2000).

Com relação ao perfil da microbiota intestinal, os primeiros dados que detectaram alterações na população de bactérias intestinais foram encontrados por Middelbos et al. (2007). De acordo com este trabalho a PO promoveu efeitos semelhantes aos dos oligossacarídeos (FOS e MOS) na produção de ácido lático e crescimento seletivo de bifidobactérias e lactobacillus.

3.3.2 Farelo de Arroz

O arroz é um dos grãos mais produzidos em todo mundo e destinado principalmente para o consumo humano. O processo tradicional de beneficiamento do arroz gera aproximadamente 65 a 75% de grãos polidos (inteiros e quebrados), 19 a 23% de casca, 8 a 10% de farelo e 3 a 5% de impurezas (SANTOS, et al., 2010). A composição estrutural do arroz está esquematizada na figura 3.

Mais de 63 milhões de toneladas do farelo de arroz são produzidas a cada ano e 90% dela é destinada a alimentação animal. Segundo os dados do MAPA (2014) o Brasil está entre os dez maiores produtores mundiais, entretanto, devido ao seu custo ser maior que o milho apenas os subprodutos do arroz são utilizados na alimentação animal, podendo corresponder até 40% do consumo diário de suínos, vacas leiteiras e aves poedeiras (RYAN, 2011). Na indústria *pet food* é geralmente empregado o uso de quirera de arroz, farelo de arroz integral gordo e farelo de arroz desengordurado (DE OLIVEIRA, 2014). No entanto, a literatura sobre os benefícios potenciais para a saúde de cães ainda é escassa.

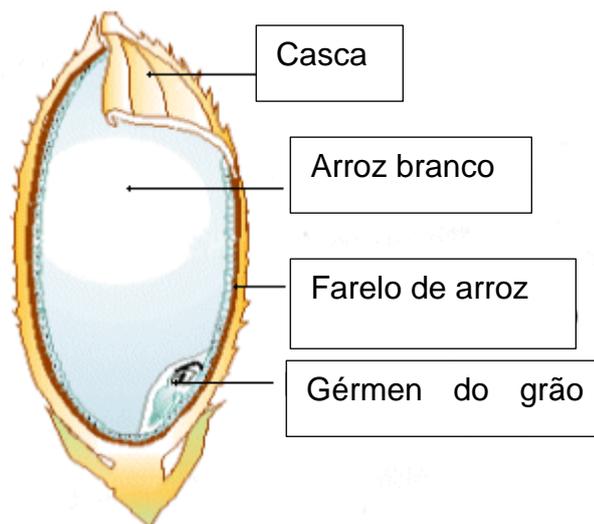


FIGURA 3. COMPOSIÇÃO ESTRUTURAL DO GRÃO DO ARROZ (Adaptado de SHEN et al., 1996).

O farelo de arroz desengordurado (FAD) é um ingrediente resultante da extração por solvente da gordura do farelo de arroz integral (OLIVEIRA & MOLINA, 1981). O FAD contém aproximadamente 15,5% de proteína, 24,3% de fibra em detergente neutro, 15,8% de fibra em detergente ácido, 1,6% de extrato etéreo e 2.530 e 2.450 kcal/ kg de dieta de energia digestível e metabolizável, respectivamente (ROSTAGNO et al., 2005). Porém o uso desta fonte de fibra ainda é questionável, já que existem poucos estudos envolvidos com o nível de inclusão deste ingrediente, o que torna difícil de estimar o valor nutricional para monogástricos (KUNRAHT, et al., 2010).

O farelo integral é um dos subprodutos resultantes do polimento do arroz, e possui aspecto fibroso e farináceo (WALKER, 2004). É uma fonte expressiva de energia apresenta níveis elevados de fósforo. Os valores expresso em literatura para a composição bromatológica mostram uma grande variação (PESTANA, et al., 2008), mas a recomendação industrial é de que apresente limites mínimos de 16% de gordura e 13% de PB, e limites máximos de 20% FDT, 9% fibra bruta e 15% umidade (SAUNDERS,1990). Aproximadamente 85% do fósforo (P) se encontra complexado na forma de fitato (NELSON, 1967; CONTE, et al., 2002; LUDKE, et al., 2002). De acordo com Pearson et al (1998) a presença de fitato pode ligar-se também a outros minerais como cobre, zinco, ferro e cálcio e torná-los indisponíveis. Alguns dados de literatura sobre a variação na composição nutricional do farelo foram citados por PACHECO (2013) e estão apresentados na Tabela 2.

Uma consideração importante no que se diz respeito ao uso do farelo de arroz é quanto a estabilização deste ingrediente, é necessário que sofra tratamento térmico ou extrusão para inativar a atividade enzimática da lipase sobre ácidos graxos livres, inibindo, dessa forma, a oxidação e rancificação da gordura presente no farelo (RYAN, 2011).

Tabela 2. Composição nutricional do farelo de arroz integral na matéria seca.

Componente	Rostagno et al (2011)	Fortes et al. (2010)	NRC (2006)	Silva et al (2006)	Spears et al (2002)
Umidade %	10,66	9,20	9,40	7,96	7,90
PB%	13,13	13,10	14,00	13,62	15,60
FDT%	-	32,10	-	-	21,40
FB%	8,07	-	11,40	-	-
EEHA%	-	-	-	26,53	23,30
EE%	14,49	16,50	13,80	-	-
MM%	8,98	9,90	9,40	9,90	8,50
EB (kcal/kg)	4335	4569	-	-	5440
EBM(kcal/kg)	-	-	3860	-	-

PB: proteína bruta; FDT: fibra digestível total; FB: fibra bruta; EEHA: extrato etéreo em hidrólise ácida; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; EB: energia bruta; EM: energia metabolizável para cães.

Outra particularidade importante a se ressaltar é a presença dos PNA presentes no farelo, pois os mesmos exercem atividades antinutritivas incluindo alteração no tempo de trânsito intestinal, modificação na estrutura da mucosa, mudança na regulação hormonal (MOURINHO, 2006), aumento da viscosidade e interação com a microbiota fecal (CHOCT, 1997). O farelo de arroz é um dos cereais mais ricos em PNA como demonstra a figura 4.

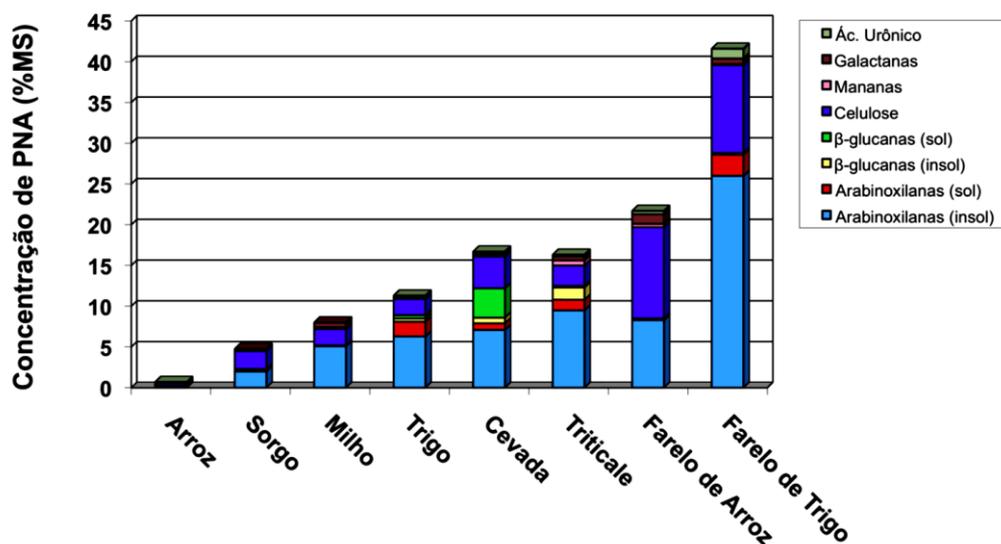


FIGURA 4. CONCENTRAÇÃO DE POLISSACARÍDEOS NÃO-AMILÁCEOS (PNA) EM CEREAIS (ADAPTADO ENGLYST, 1989; CHOCT, 2010).

O FA contém elevados níveis de PNA, cerca de 20 a 25%, dos quais, 8,3% correspondem a arabinosilanos e 11,2 % a celulose (CHOCT, 1997). O principal efeito anti-nutricional em animais monogástricos está associado à natureza viscosa dessa molécula que eleva a viscosidade da dieta e interfere na ação de enzimas sobre os substratos, reduzindo a digestibilidade e a absorção de nutrientes pelos enterócitos (TWOMEY, et al., 2001).

De acordo com Choct & Annison (1990), os efeitos anti-nutritivos dos PNA podem ser mensurados por meio de análises de EM. A relação entre energia metabolizável dos cereais e a composição proporcional de PNA de diferentes ingredientes pode ser visualizada na figura 5.

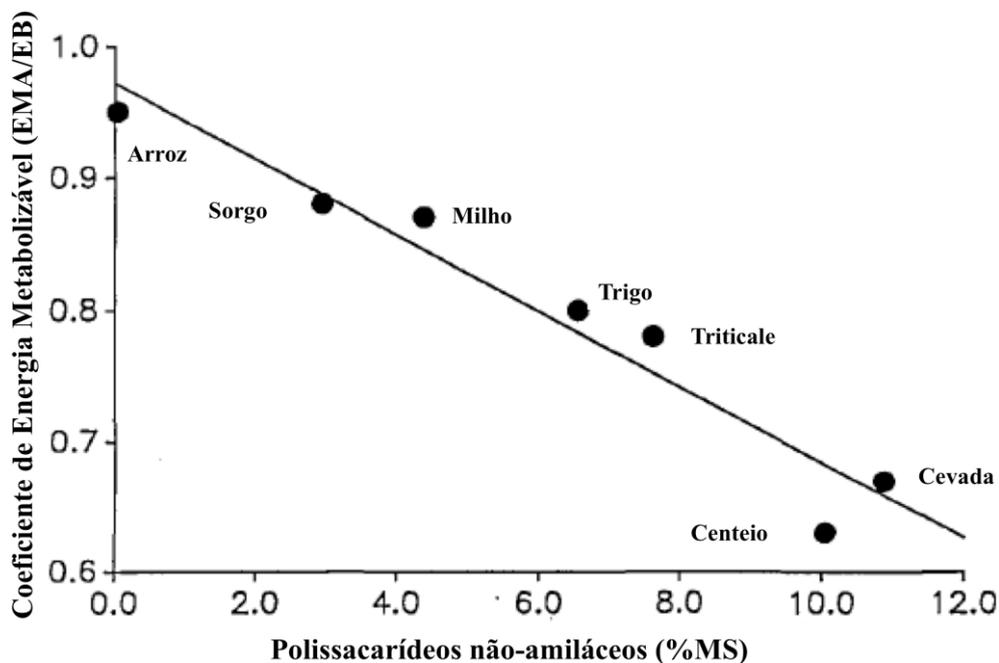


FIGURA 5. COEFICIENTE DE METABOLIZABILIDADE DA ENERGIA DE CEREAIS DE ACORDO COM A CONCENTRAÇÃO DE PNA NA DIETA DE FRANGOS (CHOCT & ANNISON, 1990).

O coeficiente de digestibilidade dos nutrientes de diferentes cereais e seus coprodutos na alimentação de cães pode ser reduzido pela alta concentração de fibra dietética presente no FA (SÁ FORTES, et al., 2010).

Em contrapartida, os componentes nutricionais do FA apresentam grande vantagem e potencial de aplicação. A proteína, por exemplo, é altamente digestível e pode ser utilizada como fonte alternativa em indivíduos intolerantes ao glúten (CARVALHO & VIEIRA, 199, citados por PESTANA, et al., 2008). Além disso, apresenta pequena quantidade de açúcares livres, cerca de 142 e 20 mg de sacarose e glicose, respectivamente (TRAN, et al., 2004). A concentração de lipídeos é maior no grão, sendo reduzido no farelo, porém o óleo do farelo é composto, em grande parte, por ácidos graxos poli-insaturados, em torno de a 37% da sua composição, os quais possuem papel importante em vários processos fisiológicos e que, por não serem sintetizados pelos animais, devem ser supridos na alimentação (TRAN, et al., 2004; PESTANA, et al., 2008). No mais, várias moléculas bioativas são encontradas no farelo, tais como tocoferóis, polifenóis, fitoesteróis e

carotenoides que apresentam forte ação antioxidante, anti-inflamatórias e de prevenção contra doenças crônicas (RYAN, 2011).

As dietas de aves e suínos no Brasil são formuladas a base de ingredientes de origem vegetal, geralmente cereais, e que são pobres em fósforo (nutriente essencial para estas espécies) (FIGUEIREDO, et al., 2000). O farelo de arroz (FA) embora rico em alguns nutrientes e em fósforo tem sua utilização limitada nestas espécies por apresentar em sua composição fatores antinutricionais (alto teor de fitato e presença de polissacarídeos não-amiláceos) (CONTE, et al., 2002). Na tentativa de contornar essa implicação, pesquisadores testaram o uso de fitases para melhorar a disponibilidade de fósforo e de outros minerais em rações de suínos e aves. Foi observado que o uso de fitase em dietas contendo 15% FA permite redução na suplementação inorgânica de fosforo, ferro, cobre e zinco sem afetar o desempenho zootécnico desses animais (COLE et al., 2002). Ainda mais, a enzima reduziu o P total excretado nas fezes e melhorou a disponibilidade biológica de P nas dietas com farelo de arroz (FIGUEIREDO, et al., 2000).

A presença de fitato no farelo de arroz também é um fator limitante na dieta de cães. Os baixos teores de cálcio do farelo associados aos altos índices de fósforo inorgânico geram um desequilíbrio na relação desses minerais (ROSTAGNO, et al., 2011). No entanto já é estudada a adição de fitase em conjunto com o FA em alimentos para cães para promover melhora na digestibilidade e biodisponibilidade dos minerais e da proteína (TWOMEY, et al., 2001).

Em gatos, o farelo de arroz parece exercer efeitos negativos sobre o metabolismo de ácidos biliares e na concentração plasmática de taurina. A taurina é um aminoácido essencial na dieta de felinos e a deficiência desse nutriente está relacionada com o desenvolvimento de cardiomiopatia dilatada e degeneração da retina (PION, et al., 1987). A biodisponibilidade da taurina pode ser alterada pelo processamento e pela presença de fibra e teor de gordura presentes no alimento. O que ocorre nessa espécie, é que os ácidos biliares são conjugados exclusivamente com a taurina, ou seja, quaisquer fatores alimentares que aumentem a excreção desses ácidos vão aumentar, conseqüentemente, as exigências de taurina (EARLE & SIMTH, 1991). Foi encontrado apenas um estudo que examinou os efeitos da inclusão de farelo de arroz em dietas para gatos adultos. Os resultados demonstram que a inclusão de 26% de FA reduz significativamente a concentração de taurina plasmática quando comparado com a dieta controle. Os autores atribuíram esses

efeitos ao teor de proteína indigestível presente no farelo que promoveu uma alteração na microbiota local, procedendo num aumento da degradação de ácidos biliares livres e conjugados, e resultando na perda de quantidades expressivas de taurina nas fezes. Foi concluído que devem ser adicionados níveis adequados de taurina nas dietas contendo farelo de arroz, no entanto, não foi estudada a proporção quantitativa adequada de inclusão desses ingredientes (PHELPS, et al., 2002).

Além dos animais monogástricos, é relatado o emprego de farelo de arroz na alimentação de ruminantes. Santos, et al. (2010), avaliaram os impactos no consumo e na digestibilidade das dietas contendo diferentes níveis de FA (0, 7, 14 e 21%). Cada unidade percentual de aumento FA promoveu redução de consumo da MS, PB e dos nutrientes digestíveis totais em 8,7; 1,5 e 3,4g/animal/dia, respectivamente, isso acontece, provavelmente, devido a presença de maiores teores de extrato etéreo presente no farelo. No entanto, não houve efeito sobre a digestibilidade dos nutrientes. Outro experimento desenvolvido por Nornberg, et al. (2004) comprovou que o farelo de arroz integral pode ser usado como fonte alternativa de gordura em dietas para vacas leiteiras no início da lactação, pois não influencia negativamente a digestibilidade dos nutrientes e representa 6% da gordura bruta total da dieta.

Na alimentação humana é comprovado que o farelo de arroz estabilizado é um ingrediente que apresenta características funcionais que contribuem com a redução dos níveis plasmáticos de colesterol. Sabe-se que o farelo de arroz estabilizado contém aproximadamente 20% de lipídeos na sua composição, incluindo os ácidos graxos essenciais (ômega 6 e 3) (RYAN, 2011). A suplementação da dieta com alimentos ricos em ácidos graxos poliinsaturados resulta em níveis séricos mais baixos de LDL, VLDL triglicérides e colesterol, ao mesmo tempo que elevam as concentrações basais de HDL (BARBOSA, et al., 2007). Acredita-se que o ômega 3 esteja envolvido na indução de genes relacionados a produção de HDL e na repressão de genes que codificam certas enzimas da via de produção de colesterol e LDL (TREVISAN & KESLLER, 2009).

Porém o mesmo não foi verificado em cães alimentados com farelo de arroz estabilizado. Não houve redução dos níveis plasmáticos de colesterol e as alterações nas concentrações de fosfolipídeos não foram largamente suficientes para reduzir a síntese de imunomediadores inflamatórios (Spears, et al., 2004).

Os componentes estruturais do farelo de arroz estão relacionados com a atividade antitumoral em ratos. Por exemplo, a hemicelulose do farelo aumenta o número de leucócitos e linfócitos sanguíneos e estimula a atividade dos macrófagos o que gera um efeito antitumoral em ratos (CARAVALHO & FELIPE, 2006). Diversos sacarídeos presentes no farelo preveniram a imunossupressão tumoral, diminuíram a atividade carcinogênica e prologaram o tempo de vida em ratos Winstar (TEKESHITA, et al., 1991). Outra característica é a capacidade da celulose e lignina do farelo em interagir com os componentes mutagênicos e carcinogênicos, auxiliando na eliminação fecal e dos seus metabólitos pela urina, contribuindo com o tratamento de pacientes com câncer de cólon (SERA, et al., 2005).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Estudos de Nutrição Canina – LENUCAN, no departamento de Zootecnia, sediado na Universidade Federal do Paraná. Os procedimentos envolvendo animais foram aprovados pelo Comitê de Ética ao Uso de Animais (CEUA) do Setor de Ciências Agrárias, Curitiba-PR, Brasil, sob o protocolo nº 019/2012.

4.1 Delineamento experimental

Para os experimentos de ensaio digestibilidade, avaliação das características fecais e mensuração do ácido siálico intestinal foi utilizado o delineamento experimental descrito abaixo:

O experimento foi conduzido utilizando 8 cães adultos da raça Beagle (quatro machos e quatro fêmeas) com aproximadamente 6 anos de idade e peso médio de 14,5 kg. Todos os animais passaram por exame clínico e físico, foram vacinados e desverminados e alojados individualmente em baias de alvenaria com solário (5 metros de comprimento x 2 metros de altura x 2 metros de largura).

Foram avaliadas quatro dietas: controle, 5% PO (polpa de beterraba), 5% FA (farelo de arroz) e 10% FA (farelo de arroz). O farelo de arroz foi incluído em substituição a polpa de beterraba. As dietas foram isocalóricas e isonutritivas. A descrição dos tratamentos estão referidos na tabela 3

Tabela 3. Descrição dos tratamentos experimentais

Tratamento	Fonte de fibra	Inclusão %
CO	Sem fibra	0%
PO	Polpa de beterraba	5%
FA	Farelo de arroz	5%
FA	Farelo de arroz	10%

T1: Dieta controle (CO) – sem adição de fibra 0%

T2: Dieta contendo polpa de beterraba (PO) – 5%

T3: Dieta contendo farelo de arroz (FA) – 5%

T4: Dieta contendo farelo de arroz (FA)- 10%

Tabela 4. Composição básica da ração experimental por tratamento

Ingredientes (%)	Controle	5% farelo de arroz	10% farelo de arroz	5% polpa de beterraba
Milho	52,06	47,06	42,06	47,06
Farelo de Arroz	0	5	10	0
Polpa Beterraba	0	0	0	5
Outros*	47,94	47,94	47,94	47,94
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

*farinha de vísceras de frango, farinha de torresmo, quirera de arroz, linhaça, gordura de frango, gordura suína, hidrolisado de frango, Premix vitamínico mineral, levedura seca de cervejaria, aditivo antifúngico, adsorvente de micotoxina, antioxidante.

Tabela5. Composição bromatológica dos ingredientes experimentais

%	Controle	5% farelo de arroz	10% farelo de arroz	5% polpa de beterraba
Umidade	6,81/6,79	9,67/9,70	8,99/9,04	6,52/6,53
Proteína	26,11	24,62/25,08	25,12/24,65	24,55/24,42
Cinzas	5,22/5,25	5,50/5,51	5,91/6,00	5,84/5,86
Cálcio	1,14	1,1	1,2	1,3
Fósforo	0,77	0,84	0,95	0,91
EE Hidrólise ácida	12,69/12,39	12,41/12,71	12,90/12,56	11,28/11,07
EE				
Fibras	1,49	1,87/1,84	2,69/2,58	2,70/2,66

Os cães foram alimentados duas vezes ao dia (8:00 e 16:00 horas) em quantidades suficientes para atender as necessidades de energia metabolizável (NEM) diária, de acordo com o NRC (2006). A água foi fornecida à vontade. Cada período contou com quatro dias de adaptação e quatro dias de coleta total das fezes, de acordo com as recomendações da AAFCO (2004).

As fezes foram coletadas pelo menos duas vezes ao dia, pesadas, identificadas por período/animal e armazenadas em freezer (-14 °C) para posteriormente serem encaminhadas as demais análises.

Os dados foram analisados segundo delineamento quadrado latino (quatro períodos x quatro tratamentos), totalizando quatro repetições por tratamento, com duração de 32 dias. Os dados foram previamente verificados quanto à sua normalidade (Shapiro-Wilk) e quando atendida essa premissa foram analisados utilizando o procedimento GLM do pacote estatístico SAS (1996).

4.2 Experimento 1: Ensaio de digestibilidade

Após ser armazenado, no final de cada período, o material fecal foi descongelado, homogeneizado e seco em estufa de ventilação forçada à 55°C durante 48 horas até peso constante. As fezes secas e as dietas foram moídas à 1 mm e analisadas para determinação dos teores de matéria seca (MS) à 105°C por 12 horas, proteína bruta (PB, método 954.01), fibra bruta (FB, método 962.10), extrato etéreo em hidrólise ácida (EEA, método 954.02) e matéria mineral (MM, método 942.05), segundo a AOAC (1995). A análise de fibra dietética foi realizada de acordo com PROSKY et al. (1992). A energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica (Parr Instrument Co. model 1261, Moline, IL, USA). A matéria seca original das fezes foi obtida por: $(MS_{55} \times MS_{105}) / 100$.

4.2.1 Análise estatística

Foi realizada análise de correlação utilizando o procedimento CORR do SAS (1996) entre a ingestão de fibra dietética total (FDT), fibra insolúvel (FI), fibra solúvel (FS) /peso metabólico /dia e os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da MS, PB, EEA, EB, EM, MSf, pH e amônia. Os CDA e EM foram analisados por contrastes ortogonais. Os CDA e a EM foram estimados de acordo com a AAFCO (2004) segundo as equações:

$$CDA = (g \text{ nutriente ingerido} - g \text{ nutriente excretado}) / g \text{ nutriente ingerido}$$

$$EM \text{ (kcal.g}^{-1}\text{)} = \{kcal.g^{-1} \text{ EB ingerida} - kcal.g^{-1} \text{ EB excretada nas fezes} - [(g \text{ PB ingerida} - g \text{ PB excretada nas fezes}) \times 1,25 \text{ kcal.g}^{-1}]\} / g \text{ ração ingerida.}$$

4.3 Experimento 2: Características fecais

As características das fezes foram avaliadas pelo teor de matéria seca total, produção de fezes (g fezes/g MS ingerida /5 dias), escore fecal, concentração de amônia, pH e frequência de defecação. O pH fecal e a concentração de amônia foram realizados em fezes coletadas no máximo 15 minutos após a defecação. O escore fecal foi avaliado sempre pelo mesmo pesquisador, atribuindo-se notas de 1 a 5, sendo: 1 = fezes pastosas e sem forma; 2 = fezes macias e mal formadas; 3 = fezes macias, formadas e úmidas; 4 = fezes bem formadas e consistentes; 5 = fezes bem formadas, duras e secas, de acordo com CARCIOFI et al. (2009).

O pH fecal foi mensurado por meio de um pHmêtro digital (331, Politeste Instrumentos de Teste Ltda, São Paulo, SP, Brasil) utilizando 2,0 g de fezes frescas (coletadas no máximo 15 minutos após a defecação) e diluídas com 20 mL de água destilada. A concentração de amônia nas fezes foi determinado em 5 g de fezes, as quais foram incubadas em balão de vidro de 500 ml, contendo 250 mL de água destilada durante 1 hora. Em seguida, três gotas de álcool octilo (1-octanol) e 2 g de óxido de magnésio foram adicionadas à solução, que foi destilado em aparelho Macro-Kjeldahl e recuperado em copo contendo 50 mL de ácido bórico. Finalmente, a amônia foi titulada, utilizando ácido sulfúrico 0,1 N normalizados. A concentração de amônia fecal foi calculada como: $\text{amoníaco-N (g / kg)} = N \times \text{fator de correção} \times 17 \times (\text{volume de ácido} - \text{em branco}) / \text{peso da amostra (g)}$. A concentração de amônia fecal foi corrigida para MS fecal.

Para o odor fecal, foram coletadas fezes frescas de três animais de cada tratamento, escolhidas aleatoriamente, homogeneizadas e alíquotas de 50 g foram destinadas à avaliação sensorial, dispondo de 45 avaliadores, seguindo a metodologia descrita por Morales, 1994.

4.3.1 Análise estatística

A MS fecal, peso fecal, NH₃, pH e frequência de defecação foram analisados por contrastes ortogonais. Para os dados não paramétricos utilizou-se o teste Kruskal-Wallis. Ambos a 5% de probabilidade.

4.4 Experimento 4: Mensuração do ácido siálico

As fezes foram coletadas, refrigeradas e posteriormente liofilizadas. Após o processo de liofilização o material foi moído e mantido sob temperatura ambiente até o momento da análise. A mensuração foi feita por espectrofotometria e lida em absorbância de 630 nm. A absorbância era diretamente proporcional a presença de ácido siálico na alíquota. Foi seguida a metodologia proposta por Jourdian et al. (1971).

4.4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise de ácido siálico foi submetida à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.5 Experimento 3: Ensaio de palatabilidade

4.5.1 Delineamento experimental

Foram utilizadas as mesmas dietas dos demais experimentos. Cada alimento foi fornecido em quantidade 30% superior as recomendações de EM do NRC (2006). O ensaio foi conduzido no Laboratório de Estudos de Nutrição Canina – LENUCAN, no departamento de Zootecnia, sediado na Universidade Federal do Paraná.

Foram utilizados 15 cães adultos, machos e fêmeas, todos da raça Beagle (14,5 kg + 1,3 kg). Os cães foram alojados em baias de alvenaria com solário de 5 metros de comprimento x 2 metros de largura.

4.5.2 Metodologia

A palatabilidade foi determinada por meio da mensuração da preferência alimentar, primeira escolha e a razão de ingestão (RI). Comparou-se a CO vs 10%FA. O alimento foi fornecido uma vez ao dia aos cães às 08:00 horas, em dois recipientes contendo as duas diferentes dietas a serem comparadas, durante um período de 15 minutos. As quantidades fornecidas e as sobras foram quantificadas para se calcular a preferência alimentar e a primeira escolha, definida pelo registro do primeiro recipiente que o animal se aproximou durante a oferta simultânea dos alimentos. A posição dos recipientes era alternada a cada dia de teste para se evitar preferências por posição de alimentação.

4.5.3 Análise estatística

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, totalizando 60 repetições por teste (15cães x 4 dias). A preferência alimentar foi calculada com base no consumo (fornecido – sobras) relativo das dietas (A e B), sendo:

$$\text{Preferência alimentar (\%)} = \left[\frac{\text{g ingeridas da dieta A ou B}}{\text{g totais fornecidas (A + B)}} \right] \times 100$$

Previamente, os dados foram submetidos à análise de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade, e se atendido a essas premissas, foram realizados os testes seguintes. Os dados de consumo voluntário foram analisados pelo teste t-Student e a primeira escolha pelo teste Qui-quadrado, ambos a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS

5.1 EXPERIMENTO 1: ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE

O tratamento contendo 5% de PO e da dieta controle aumentou o CDA da MS e da PB ($P < 0,05$, Tabela 4) quando comparada com o grupo farelo de arroz (5% FA e 10% FA). As dietas com inclusão de 5% PO e do grupo FA, apresentaram valores inferiores de EM com relação ao grupo controle ($P < 0,05$), enquanto que para o CDA do EEA e EB não houve diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$). Entre os diferentes níveis de inclusão de FA não foram observadas diferenças estatísticas significativas para cada item analisado.

Tabela 6. Média dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA, %) e energia metabolizável (EM, kcal/kg) de dietas contendo diferentes níveis de farelo de arroz e 5% de polpa de beterraba.

Item	CO	5% PO	FA		EPM
			5%	10%	
MS/kg ^{bc}	85,696	84,078	82,823	82,641	0,398
PB/kg ^{ac}	84,405	85,869	83,035	85,653	0,352
EEA/kg	92,509	88,250	89,374	90,274	0,485
EB/kg	87,916	84,981	85,057	86,129	0,485
EM (kcal/kg) ^{bc}	4306,0	4082,8	4120,1	4126,0	26,019

EPM: erro padrão da média; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EEA: extrato etéreo em hidrólise ácida; EB: energia bruta. ^aDieta controle vs 5%PO ($P < 0,05$); ^bDieta controle vs grupo farelo de arroz (5 e 10%) ($P < 0,05$); ^c5%PO vs grupo farelo de arroz (5 e 10%) ($P < 0,05$)

5.2 EXPERIMENTO 2: CARACTERÍSTICAS FECALIS

O grupo farelo de arroz reduziu os níveis de nitrogênio amoniacal ($P < 0,05$, tabela 5) comparado ao grupo controle. As dietas contendo polpa de beterraba apresentaram maiores valores quanto a MS fecal (MSf), ($P < 0,05$), quando comparado ao grupo controle e farelo de arroz. Já para escore fecal, frequência de defecação, pH e produção fecal não foi observado diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$). A inclusão de 10%FA reduziu o odor fecal quando comparada com a CO ($P < 0,05$, Tabela 6).

Tabela 7. Características fecais de cães alimentados com dietas contendo farelo de arroz e polpa de beterraba.

Item	CO	5% PO	FA		EPM
			5%	10%	
EF	3,5	3,17	3,4	3,35	-
FD	6,0	7,5	5,5	6,5	-
pH	6,82	6,45	6,74	6,73	0,042
NH ₃ ^{bc}	0,091	0,075	0,111	0,128	6,29x10 ⁻³
MSf ^{ac}	39,400	32,400	39,208	38,498	0,659
PF	0,090	0,137	0,112	0,109	4,3x10 ⁻³

EPM: erro padrão da média; EF: escore fecal; FD: frequência de defecação; NH₃: Nitrogênio amoniacal; MSf: matéria seca fecal; PF: produção fecal (g fezes/g MS ingerida /5 dias)

^aDieta controle vs 5% de polpa de beterraba (P< 0,05)

^bDieta controle vs grupo farelo de arroz (5 e 10%) (P< 0,05)

^c5% de polpa de beterraba vs grupo farelo de arroz (5 e 10%) (P< 0,05)

Tabela 8. Medianas da avaliação de odor fecal de cães alimentado com dieta controle, 10% de farelo de arroz (FA) e 5% de polpa de beterraba (PO).

	Controle	5% PO	10% de FA	P
Odor fecal	2,0 ^a	2,0 ^{ab}	1,0 ^b	0,016

Medianas seguidas por letras distintas diferem pelo teste de Kruskal-Wallis (P>0,05)

P: Probabilidade

*Em relação às fezes da dieta controle: 1 = menos fétido, 2 = odor igual, 3 = mais fétido.

5.3 EXPERIMENTO 3: MENSURAÇÃO DE ÁCIDO SIÁLICO

Não houve diferença significativa na produção de ácido siálico (AS) na comparação entre médias dos diferentes tratamentos utilizados (Tabela 9, P<0,05).

Tabela 9. Diferença das médias na produção de ácido siálico por tratamento.

Média/ tratamento	CO	5% PO	FA		EPM
			5%	10%	
	1.5479	1.6912	1.7217	1.8096	0.1076

*Valor de P >0,05 as médias não diferem pelo teste de Tukey

*Erro padrão 0.1521

5.4 ENSAIO DE PALATABILIDADE

Quanto a primeira escolha não houve diferença significativa (tabela 10, $P > 0,05$). Já quanto a razão de ingestão (RI), observa-se que foi superior para a dieta contendo 10% de FA (Tabela 7, $P < 0,05$).

Tabela 10. Razão de ingestão (RI + erro padrão) de cães alimentados com a dieta controle e contendo 10% de farelo de arroz (10%FA).

Dieta A x B	n ^a	RI da dieta A ^a
Controle x 10% FA	31	0,45 ± 0.03*

*Valor de $P < 0.05$. Razão de ingestão (RI) diferem pelo teste-t.

^a RI: g ingeridas da dieta A ou B/ g totais fornecidas (A + B)] x 10

6 DISCUSSÃO

6.1 EXPERIMENTO 1: ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE

A digestibilidade dos nutrientes é variável e pode estar correlacionada com o tipo de fibra presente na dieta (SÁ FORTES, et al., 2010). No geral, os alimentos que contém fontes de fibras de fermentação lenta apresentam menor CDA MS quando comparado com dietas com fibras de fermentação moderada e rápida (MUIR, et al., 1996).

De acordo com Fahey et al. (1994) e Sunvold et al. (1995) o aumento da fermentabilidade de alguns componentes da polpa de beterraba podem contribuir com a maior digestibilidade aparente dos nutrientes, devido a maior utilização dos substratos advindos da dieta pela microbiota local, enquanto que a redução no CDA da MS do grupo farelo de arroz pode estar relacionada, possivelmente, com o alto teor de fibra bruta e fibras digestíveis totais presentes no farelo (CARCIOFI, et al., 2008; OGUÉ-BOM, et al., 2011). Os dados encontrados são semelhantes aos relatados por Pacheco et al. (2014).

Ainda dentro desse contexto, os cães aproveitam melhor os nutrientes dos cereais do que de seus subprodutos (SÁ FORTES, et al., 2010), o que pode explicar em parte, a menor digestibilidade da PB e MSf apresentada nesse estudo.

Alguns autores relacionam as alterações no CDA da proteína bruta com o emprego de fibras, de baixa fermentabilidade, pois resultam em menor excreção total de nitrogênio e perda microbiana fecal (FAHEY, et al, 1990; FAHEY, et al., 1994; SUNVOLD, et al., 1995). Essas informações condizem com os resultados encontrados com a dieta contendo 5% PO.

Entretanto, Sauer et al. (2000), explicam que o CDA PB é comprometido porque ocorre uma somatória da proteína verdadeira fecal com as proteínas endógenas, tais como enzimas e as proteínas estruturais que constituem a parede celular bacteriana. Dessa maneira a proteína dietética é confundida com uma redução na digestibilidade aparente (MUIR, et al., 1996; FISCHER, 2011), o que pode justificar, em partes, a redução do CDA PB do grupo farelo de arroz.

A redução da EM pode ser observada em dietas contendo níveis crescentes de fibras (SÁ FORTES, et al., 2010). Os dados corroboram com os resultados encontrados por Sabchuk (2013) nos quais foram detectados menores CDA dos nutrientes para diferentes fontes e níveis de fibras na dieta, e com os propostos por

Pacheco et al. (2014) em que foram observadas redução na EM em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz.

Algumas pesquisas relatam que a digestibilidade aparente e verdadeira da gordura e do amido não é afetada pelo tipo ou quantidade de fibra no alimento (MUIR, et al., 1996). Isso pode ser explicado porque a verdadeira absorção de energia na forma de ácidos graxos voláteis no cólon é muitas vezes maior que o observado, mas este efeito é contrabalançado por grandes perdas fecais endógenas, que podem variar com o tipo de fibra dietética (VAN SOEST, 1994).

6.2 EXPERIMENTO 2: CARACTERÍSTICAS FECAIS

A inclusão de diferentes fontes e quantidades de fibras podem alterar os padrões de excreção de nitrogênio, bem como o volume fecal (CASE, et al., 1998). Segundo Bosch et al (2009) cães alimentados com fontes de fibras pouco fermentáveis tendem a aumentar a excreção de nitrogênio amoniacal.

Em outros estudos também foram observados maiores níveis de MSf com a inclusão de PO na dieta (FAHEY, et al., 1994; SUNVOLD, et al., 1995). Os autores atribuem esse fato a alta capacidade de retenção de água e viscosidade da polpa. No entanto Pacheco et al. (2014), observaram alterações no peso fecal e MSf conforme aumentava a inclusão de farelo de arroz na dieta, devido aos altos níveis de PNA's insolúveis (NRC, 2006). O autor recomenda a adição de quantidades não superiores a 20% de farelo em alimentos industrializados para cães, afim de não alterar esses parâmetros e de não comprometer a digestibilidade dos nutrientes.

Na nutrição de cães e gatos, um item muito importante na avaliação de um novo ingrediente a ser utilizado, é as características fecais, como consistência, quantidade e odor fecal, as quais são muito valorizadas pelos donos dos animais de companhia. Fezes moles podem ser indicativas de diarreia e, excessivamente duras, de constipação, sendo estas importantes desordens nutricionais que podem ocorrer quando fontes inadequadas de fibra são introduzidas à dieta dos cães (SUNVOLD et al, 1995; SÁ FORTES, 2001). Em experimentos com animais de estimação, a qualidade fecal pode ser utilizada para expressar os efeitos dos tratamentos, podendo ser mensurada através do número de defecações, da excreção fecal diária, do escore fecal, dentre outros parâmetros (SÁ FORTES, 2001). Nesse estudo não foram observadas alterações sobre o escore fecal, o que pode ser atribuído a boa

qualidade da fibra empregada no experimento. Além disso a inclusão de farelo de arroz reduziu o odor fecal, (FLICKINGER, et al., 2008).

6.3 EXPERIMENTO 3: MENSURAÇÃO DE ÁCIDO SIÁLICO

De acordo com Larsen et al. (1993) e Pirogozliev et al (2005), o ácido siálico está associado com a produção de mucina pelas células caliciformes, e sua determinação em amostras biológicas pode ser utilizada como indicador de perda de mucina pelo trato gastrointestinal e para avaliação da saúde intestinal dos animais.

Algumas evidências apontam que um aumento na produção de AS pode estar associada com senescência celular, infecção bacteriana, fragilidade osmótica (PIROGOZLIEV, et al., 2005) e aumento na inclusão de PNA nas dietas, devido ao seus fatores anti-nutricionais (RUTHERFORD, et al., 2002).

Entretanto, neste experimento não foram observadas alterações significativas na produção de AS com a inclusão de níveis e fontes variadas de fibras. O que pode demonstrar uma margem de segurança do uso dessas fontes de fibras já que não foram encontradas evidências de agressão à mucosa intestinal.

6.4 ENSAIO DE PALATABILIDADE

Como a palatabilidade pode ser afetada pela textura, forma e tamanho do *kibble* (FÉLIX, 2012), no presente estudo os croquetes foram padronizados da mesma maneira. Além disso, as dietas foram isocalóricas e isonutritivas, utilizando baixos níveis de palatilizantes e gordura.

Os principais fatores que controlam o consumo voluntário por cães é o teor de energia dos alimentos e a palatabilidade. Os alimentos comerciais completos que contém maior teor de energia serão consumidos em menor quantidade que os alimentos menos energéticos, como os ricos em matéria fibrosa e mineral (FÉLIX, 2012).

Na maioria das vezes, há consumo excessivo de alimentos altamente palatáveis, independentemente do nível de privação alimentar (CASE, et al., 1998), o que pode explicar os dados da razão de ingestão desse estudo, no qual o grupo contendo maiores níveis de FA, foram os que obtiveram o maior consumo.

Segundo Triviali et al. (2000) a RI é o melhor indicador para avaliação da palatabilidade em dietas para cães, por considerar a proporção de consumo de cada

dieta. A RI menor ou maior do que 0,05 implicam na preferência por um dieta específica, como nesse caso, a dieta contendo 10% FA.

Pacheco et al. (2014) observaram que altos níveis de FA (40%) na dieta interferem negativamente no consumo e palatabilidade, sendo que os níveis de até 20% de inclusão foram os de maior preferência pelos animais. Spears et al. (2004) também verificaram maior consumo em dietas contendo FA estabilizado quando comparado com o FA desengordurado. Os autores justificam os resultados pela alta concentração de gordura presente no FA integral.

7 CONCLUSÃO

O tratamento contendo 10% de farelo de arroz promoveu redução da quantidade fecal e odor, sendo esta uma característica de grande valor atribuído ao tipo de fibra empregado na dieta. Além disso, a inclusão de níveis de até 10% de farelo de arroz pode ser considerado seguro já que esses dados são refletidos pela mensuração de ácido siálico, o qual não teve nenhuma alteração no presente estudo. Portanto, conclui-se que o farelo de arroz pode ser utilizado como substituinte, em alternativa ao uso da polpa de beterraba, não somente pelas suas características industriais e econômicas, mas como também pelo seu valor nutricional e por apresentar características que são favoráveis ao consumo e a saúde intestinal de cães.

6 REFERÊNCIAS

AGUILAR, J.V. et al. HPLC como ferramenta tecnológica computadorizada para análise cromatográfica no século XXI, 2012. UNESP - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho. Disponível em: <http://w.ifrj.edu.br/webfm_send/546>. Acesso em: 25 fev, 2015.

BAUER, E., et al. Influence of the Gastrointestinal Microbiota on Development of the Immune System in Young Animals. **Gastrointestinal Microbiota and Immune Development**, 2014.

BEDNAR, G. E., et al. Starch and fiber fractions in selected food and feed ingredients affect their small intestinal digestibility and fermentability and their large bowel fermentability in vitro in a canine model. **American Society for Nutritional Sciences**, p. 276-286, 2001.

BORGES, F.M.O., SALGARELLO, R.M., GURIAN, T.M. Recentes Avanços n'a 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. et al. The effects of dietary fibre type on satiety-related hormones and voluntary food intake in dogs. **British Journal of Nutrition**, v.102, p.318-325, 2009

BROWNLEE, I.A. The physiological roles of dietary fibre. **Food Hydrocolloids**, v.25, p. 238–250, 2011.

BOTTOLI, Carla B. G.. Cromatografia de Alta Eficiência. Instituto de Química-UNICAMP. Disponível em: <w.cg.iqm.unicamp.br/material/qa582/hplc-Fracassi.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2015.

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

CARCIOFI, A.C; PRADA, F. **Obesidade em cães e gatos**. In: **1° Ciclo de educação continuada em Medicina Veterinária: Curso de nutrição básica com enfoques clínicos para cães e gatos**, FUMVET, 2005 .

CARCIOFI, A.C. Métodos para estudo das respostas metabólicas de cães e gatos a diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.235-249, 2007

CARCIOFI, A.C.; JEREMIAS, J.T. Progresso científico sobre nutrição de animais de companhia na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.35-41, 2010

CASE, L. P. et al. **Nutrição canina e felina: manual para profissionais**. Espanha: Harcourt Brace, 1998, 410p.

COLE, J. T. et al. Soybean Hulls as a Dietary Fiber Source for Dogs. **Journal Animal Science** v. 77, p. 917–924, 1999.

CONTE, A.J. et al. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1147-1156, 2003

CUMMINGS, J.H.; MACFARLANE, G.T. The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. **Journal Appl Bacteriology**, v.70, p. 443-459, 1991

DAMGÉ, C.S., et al. Effect of dietary fiber supplementation on the secretory function of the exocrine pancreas in the dog. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.38, 1983

DIEZ, M., et al. The influence of sugar-beet fibre, guar gum and inulin on nutrient digestibility, water consumption and plasma metabolites in healthy Beagle dogs. **Research in Veterinary Science**, v.64, p. 91-96, 1998

ESWARAN, S.; MUIR, J. M.D.; CHEY, W.D; Fiber and functional gastrointestinal disorders. *American Journal Gastroenterology*, v.108, p. 718-727, 2013

FAHEY, G. C. et al. Dietary fiber for dog: I. Effects of graded levels of dietary beet pulp on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy and digesta mean retention time. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 4221–4228, 1990a.

FAHEY, G. C. et al. Levels of dietary beet pulp on nutrient intake. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 4221–4228, 1990b.

FAHEY, G. et al. Dietary fiber for dogs: III. Effects of beet pulp and oat fiber additions to dog diets on nutrient intake, digestibility, metabolizable energy, and digesta mean retention time. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 4, p. 1169–1174, 1992

FAHEY, G. C. et al. The role of dietary fibre in companion animal nutrition, 2004

FERNANDEZ, R.; PHILLIPS, S.F. Components of fiber impair iron absorption in the dog. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.35, p. 107-112, 1982.

FIELD, C.J.; MCBURNEY, M.L.; MASSIMINO, S.; HAYEK, M.G.; SUNVOLD, G.D. The fermentable fiber content of the diet alters the function and composition of canine gut associated lymphoid tissue. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v.72, p. 325-341, 1999

FISCHER, M. M. Efeitos de diferentes fontes de fibra na digestibilidade de nutrientes, nas respostas metabólicas pós-prandiais e na saúde intestinal de gatos. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. 87p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011

FIGUEIREDO, A.V., et al. Ação da Fitase sobre a Disponibilidade Biológica do Fósforo, por Intermédio da Técnica de Diluição Isotópica, em Dietas com Farelo de

Arroz Integral para Suínos Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n.1, p.177-182, 2000

FRANÇA, J.; SAAD, F.M.O.B.; SAAD, C.E.P.; SILVA, R.C.; REIS, J.S. Avaliação de ingredientes convencionais e alternativos em rações de cães e gatos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p. 222-231, 2011

FULLER, R. Probiotics in man and animals. **Journal Appl. Bacteriology**, v.66, p.365–378, 1989

GRASTEN, S., et al. Effects of wheat pentosan and inulin on the metabolic activity of fecal microbiota and on bowel function in healthy humans. **Nutrition Research**, v. 23, n.11, p.1503–1514, 2003

HAUB, M.D. ; LATIMMER, JM. **Effects of Dietary Fiber and Its Components on Metabolic Health**. *Nutrients*, v.2, p.1266-1289, 2010

HIPSLEY, E. H. Dietary “fibre” and pregnancy toxemia. **British Medical Journal**, v.2, p.420–422, 1953

HOPKINS, M.J.; SHARP, R.; MACFARLANE, G.T. Age disease related changes in intestinal bacterial populations assessed by cell culture, 16 S rRNA abundance, and community cellular fatty acid profiles. **Journal Gut**, v.48, p.198-205, 2001

HOWARD, M.D.; KERLEY, M.S.; SUNVOLD, G.D.; REINHART, 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

HUSSEIN. S. H. Functional fiber: role in companion animal health. In: **Production Symposium Trade Show Pet Food Forum**, Chicago Illinois, p. 125 -131. 2003.

KNUDSEN B. The nutritional significance of "dietary fibre" analysis. **Animal Feed Science and Technology**, v. 90 n. 2, p.3- 20, 2001

KUNRATH, M.A., et al. Metodologias de avaliação do valor nutricional do farelo de arroz desengordurado para suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.10, p.1172-1179, 2010

LAFLAMME, D.P. Considerações importantes de nutrientes nas dietas de perda de peso para cães. In - **Proteção específica para cães acima do peso: ProPlan Purina**, 2010

LEWIS, L. et al. Stool Characteristics, Gastrointestinal Transit Time and Nutrient Digestibility in Dogs Fed Different Fiber Sources. **Journal of Nutrition**, v.124, p. 2716S-2718, 1994.

MACKAY, I.M. Real-time PCR: Microbiology, from diagnosis to characterization. **History and Fluorogenic Chemistries**, p.1-40, 2007.

MALAFAIA, M. I. F. R. Consumo e digestibilidade aparente de minerais em dietas para cães contendo polpa de citrus e folha de alfafa. **Ciência Rural**, v. 32, n. 5, 2002.

MUIR, H.E., et al. **Nutrient digestion by ileal cannulated dogs as affected by dietary fibers with various**. *Journal Animal Scient*, v. 74, p.1641-1648, 1996

MURRAY, S.M., et al. Apparent digestibility and glycaemic responses to an experimental induced viscosity dietary fibre incorporated into an entereal formula fed to dogs cannulated in the ileum. **Food and Chemical Toxicology**, v. 37, p. 47-56, 1999

NORNBERG, J.L, et al. Valor do farelo de arroz como fonte de gordura na dieta de vacas Jersey na fase inicial de lactação: Digestibilidade aparente dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2412-2421, 2004.

NOVAIS, C.M.; ALVES, M.P; SILVA, F.F. PCR em tempo real: uma inovação tecnológica da reação em cadeia da polimerase. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, n.33, p.10-13, 2004.

NRC. Nutrient Requirements of Dogs and Cats. Washington, DC, USA: National Academies Press, 2006.

OLIVEIRA, L. D. et al. Effects of six carbohydrate sources on diet digestibility and postprandial glucose and insulin responses in cats. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 9, p. 2237–2246, 2008.

OLIVEIRA, T.M.S. **PCR em tempo real: métodos e aplicações**. Universidade de Aveiro, 2010. Dissertação (Mestrado em Biologia)., 2010

PAPPAS, T.N, et al. Peptide YY release by fatty acids is sufficient to inhibit gastric emptying in dogs. **Gastroenterology**, 1986.

PELT-VERKUIL, E.; VAN BELKUM, A.; HAYS, J.P. Principles and technical aspects of PCR amplification, Springer, p. 332, 2008

PESTANA, V.R.; MENDONÇA, C.R.B.; ZAMBIAZI, R.C. Farelo de arroz: características, benefícios à saúde e aplicações. *Journal of nutrition*, v.132, p. 1745-1747, 2002.

PROSKY, L. et al. Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products: collaborative study. **Journal of AOAC International** v. 75, p. 360–367, 1992

RASTALL, R, A. Bacteria in the Gut: Friends and Foes and How to Alter the Balance. **Journal of Nutrition**, v. 134, p. 2022–2026, 2004.

RUSSEL, J.; BASS, P. Canine gastric emptying of fiber meals: influence of meal viscosity and antroduodenal motility. **American Journal Physiology**, v. 249, p. 662-667, 1985

SÁ-FORTES, C.M.L. **Digestibilidade in vivo e in vitro de fontes de fibra para cães**. Universidade Federal de Viçosa, 2001. 48p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.

SANTOS, J. W. et al. Farelo de arroz em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n. 1, p. 193-201, 2010.

SCHELEY, P.D. FIELD, C.J. The immune-enhancing effects of dietary fibres and prebiotics. **British Journal of Nutrition**, v.87, n. 2, p.221-223, 2002

SCHEPPACH, W. Effects of short chain fatty acids on gut morphology and function. **Gut**, v.1, p. 35-38, 1994

SCHNEEMAN, B.O.; Dietary Fiber and Gastrointestinal Function. **Nutritional Research**, v.18, n. 4, p.625-632, 1998

SILVIO, J.; HARMON, D.L.; GROSS, K.L.; MCLEOD, K.R. Influence of fiber fermentability on nutrient digestion in the dog. **Nutrition**, v. 16, p. 289-295, 2000

SPEARS, J.K., GRIESHOP, C.M., FAHEY, JR. G.C. Evaluation of stabilized rice bran as an ingredient in dry extruded dog diets. **Journal of Animal Science**, v.82, p. 1122-1135, 2004.

STRICKLING, J.A; HARMON, D.L; DAWSON, K.A.; GROSS, K.L; Evaluation of oligosaccharidae addition to dog diets: influences on nutrient digestion and microbial populations. *Animal Feed Science and Technology*, v.86, 2000.

SUNVOLD, G.D. et al. Dietary fiber for dogs: IV. In vitro fermentation of selected fiber sources by dog fecal inoculum and in vivo digestion and metabolism of fiber-supplemented diets. **Journal Anita Scientist**, v.73, p. 1099-1109, 1995.

SWANSON, K.S. et al. Fructooligosaccharides and *Lactobacillus acidophilus* modify gut microbialpopulations, total tract nutrient digestibilitiesand fecal protein catabolite concentrations in healthy adult dogs.

TAGHIPOOR, M.; BARLES, G.; GEORGLIN,C.;LICOIS, J.R.; Digestion modelling in the small intestine: Impact of dietary fibre. **HAL FRANCE**, v. 3, p. 1-20, 2012.

TANNOCK, G. W. Probiotics and Prebiotics: Where Are We Going? Caister Academic Press, 2002.

TESHIMA, E. Amido, fibra ou proteína: o que é mais importante na nutrição do diabético? In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 6, 2007. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p. 27-31, 2007.

TRAN, T.U. et al. Analysis of the tastes of brown rice and milled rice wit different milling yields using a taste sensing system. **Food Chemistry**, v.88, p.557-566, 2004.

TROWELL, H. C. Definition of dietary fibre. **Lancet**: 503, 1974.

TROWELL, H. Definition of dietary fiber and hypotheses that it is a protective factor in certain diseases. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.29, n.4, p. 417–427, 1976

VAN SOEST, P. J. The role of silicon in the nutrition of plants and animals. **Proceedings of the Cornell Nutrition Conference**, p. 103-109, 1970.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant: ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fiber. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

VEIGA, A.P.M. **Suscetibilidade a diabetes mellitus em cães obesos**. Porto Alegre:Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. 90p. Dissertação de Doutorado em Ciências Veterinárias - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.