



Extrusão de formulações com alta fibra

M V . M S C , M A R I A N A M O N T I

C B N A / 1 1 D E M A I O D E 2 0 2 2



Contextualização

Fibras e Processo

FIBRAS

Special Do
COMPANY

Pandemia COVID 19:

- Aumentos de custo de MP
- Pessoas mais atentas aos rótulos (mais tempo em casa)
- Preocupação com a origem
- Escolhas saudáveis
- Promotores de saúde (Fibras)

Indústria de alimentos vê preços pressionados com demanda externa e custos altos

Abia espera que safra melhor atenuie inflação da comida



Leonardo Vieceli

RIO DE JANEIRO A indústria de [alimentos](#) vê preços pressionados no começo de 2022 com a demanda externa aquecida e a pressão de custos que atinge o setor, afirmou nesta terça-feira (15) o presidente-executivo da [Abia](#) (Associação Brasileira da Indústria de Alimentos), João Dornellas.

"Neste início de ano, a pressão continua. O mercado global continua aquecido, e os custos, pressionados", disse o dirigente em entrevista coletiva.

PROCESSO

Special Do!
COMPANY

Momento da escolha de uma fonte de fibra pelo P&D precisa levar em conta 2 pontos:

- Propósito

- Impactos

META: Processar alimento com foco em redução de desperdício e minimização dos impactos de recursos naturais.



Economia Circular





Introdução

Definição

Conceito

Avaliação de Rótulo

Metodologias

Introdução: Definição



FIBRAS

- São carboidratos estruturais, principalmente originados da parede celular das plantas;
- Não digestíveis -> resistentes a digestão enzimática (ligações Beta 1,4 / 1,6);

Inclui:

- Oligossacarídeos (Inulina, MOS e FOS);
- Polissacarídeos (Celulose, Hemicelulose, Pectinas, Gomas, Mucilagens e outros);
- Lignina e substâncias associadas.

Conceito

Special Dog
COMPANY

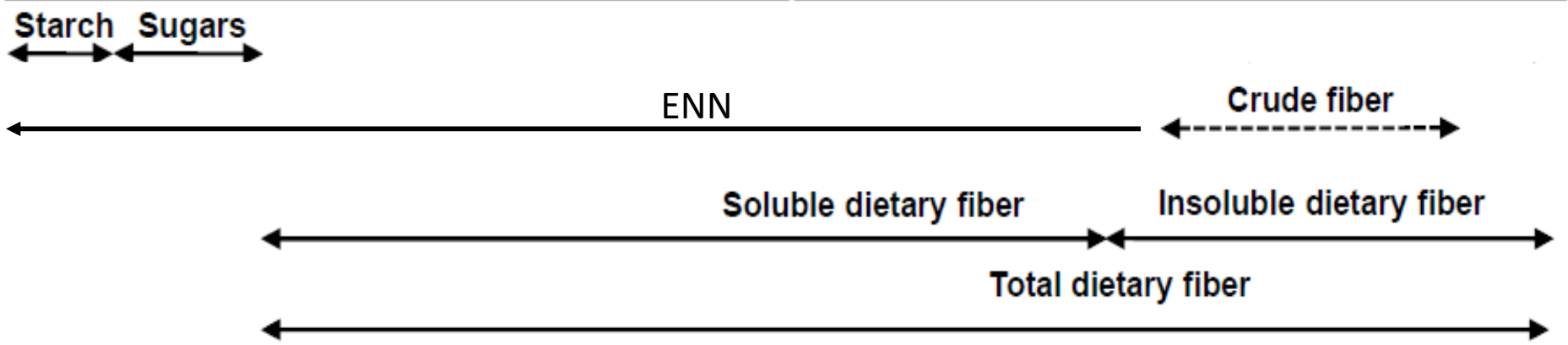
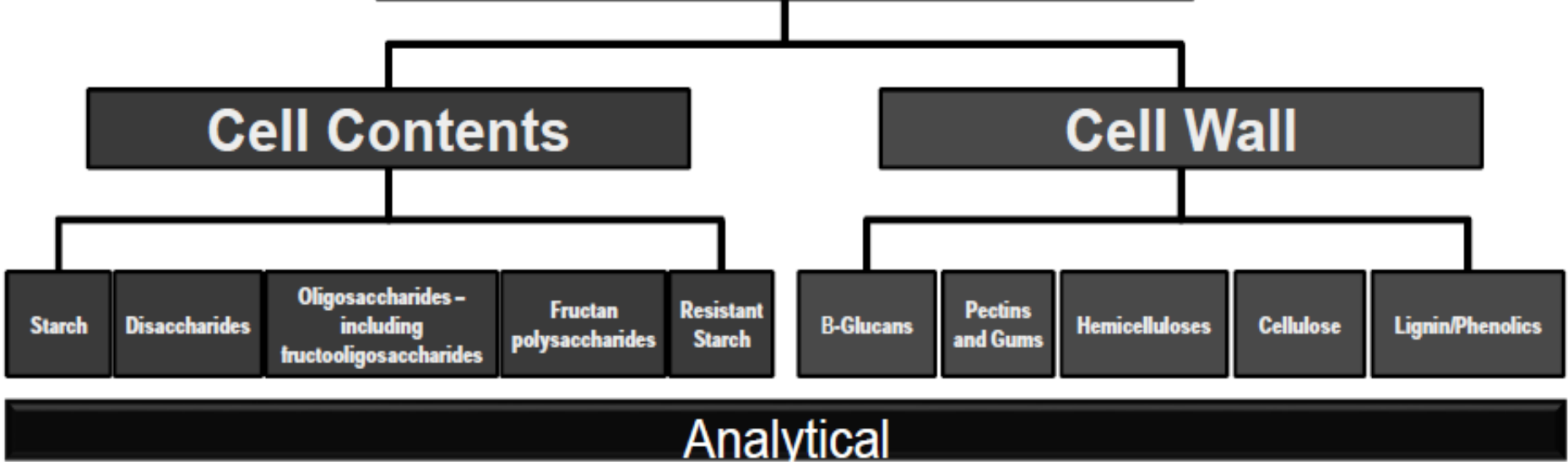
FIBRA DIETÉTICA

Os carboidratos são os principais **constituintes de energia** das plantas e são formados por moléculas de carbono, hidrogênio e oxigênio, sendo o **amido a parte digerível**, e a parte não digerível comumente classificada como **fibra dietética**.



(DE-OLIVEIRA et al., 2011).

PLANT CARBOHYDRATES



PNA's

- Solúveis em água
- Insolúveis em água

DE BRITO, M. S. et al., 2008

Análise Fibra Bruta
50 a 80% celulose, 10 a 15% lignina e 20% hemicelulose

Análise enzimático gravimétrica

Table 1 Chemical composition of dog* and cat† foods formulated with different carbohydrate sources

Item	Cassava flour-based diet		Maize-based diet		Sorghum-based diet		Broken rice-based diet		Lentil-based diet		Pea-based diet	
	Dogs	Cats	Dogs	Cats	Dogs	Cats	Dogs	Cats	Dogs	Cats	Dogs	Cats
% (DM basis)												
Crude protein	31.8	31.6	31.8	31.3	28.3	28.0	37.1	35.0	31.4	29.2	29.6	30.5
Fat	13.8	12.6	11.9	11.6	10.0	9.7	11.2	12.3	9.1	9.8	11.0	11.7
Ash	8.0	7.2	8.6	7.8	7.8	6.4	8.3	6.7	8.0	8.0	8.2	7.5
CF	2.3	2.8	3.3	2.3	2.8	2.9	3.0	1.8	2.6	3.9	2.9	4.2
ADF	4.6	nd	5.1	nd	6.8	nd	4.9	nd	7.9	nd	7.0	nd
NDF	6.6	nd	7.7	nd	8.2	nd	6.5	nd	11.7	nd	10.3	nd
TDF	4.1	5.9	9.4	9.0	14.1	11.0	4.0	5.0	16.0	14.0	14.7	11.3
NfE ^{CF}	44.1	45.8	44.4	47.0	51.1	53.0	40.4	44.2	48.9	49.1	48.	46.1
NfE ^{ADF}	41.8	nd	42.6	nd	47.1	nd	38.5	nd	43.6	nd	44.2	nd
NfE ^{NDF}	49.8	nd	40.0	nd	45.7	nd	36.9	nd	39.8	nd	40.9	nd
NfE ^{TDF}	42.3	42.7	38.	40.3	39.8	44.9	39.4	41.0	35.5	39.0	36.5	39.0
Starch	41.8	36.6	38.0	34.4	38.5	37.4	40.0	36.0	38.5	34.1	36.6	32.1

*Ingredient formulation can be found in Carciofi et al. (2008).

†Ingredient formulation can be found in de-Oliveira et al. (2008).

nd, not determined.

CF, crude fibre; ADF, acid detergent fibre; NDF, neutral detergent fibre; TDF, total dietary fibre; NfE^{CF}, nitrogen-free extract calculated with crude fibre; NfE^{ADF}, nitrogen-free extract calculated with acid detergent fibre; NfE^{NDF}, nitrogen-free extract calculated with neutral detergent fibre; NfE^{TDF}, nitrogen-free extract calculated with total dietary fibre.

- ✓ **A fibra bruta (FB) subestima o valor da fibra real da amostra em de 2-8x, depende do tipo de fibra**
- ✓ **A FB Não é um valor confiável para rótulo de alimentos. Não podemos se aproveitar desse valor para dizer que a ração tem um ENN alto.**

Avaliação do Rótulo



- Cautela
- Subestima valor de Fibra Dietética
- Superestima valor de CHO
- Por isso que o ENN representa apenas “teoricamente” os carboidratos não estruturais e de mais fácil digestão, como os açúcares, o amido e a pectina.

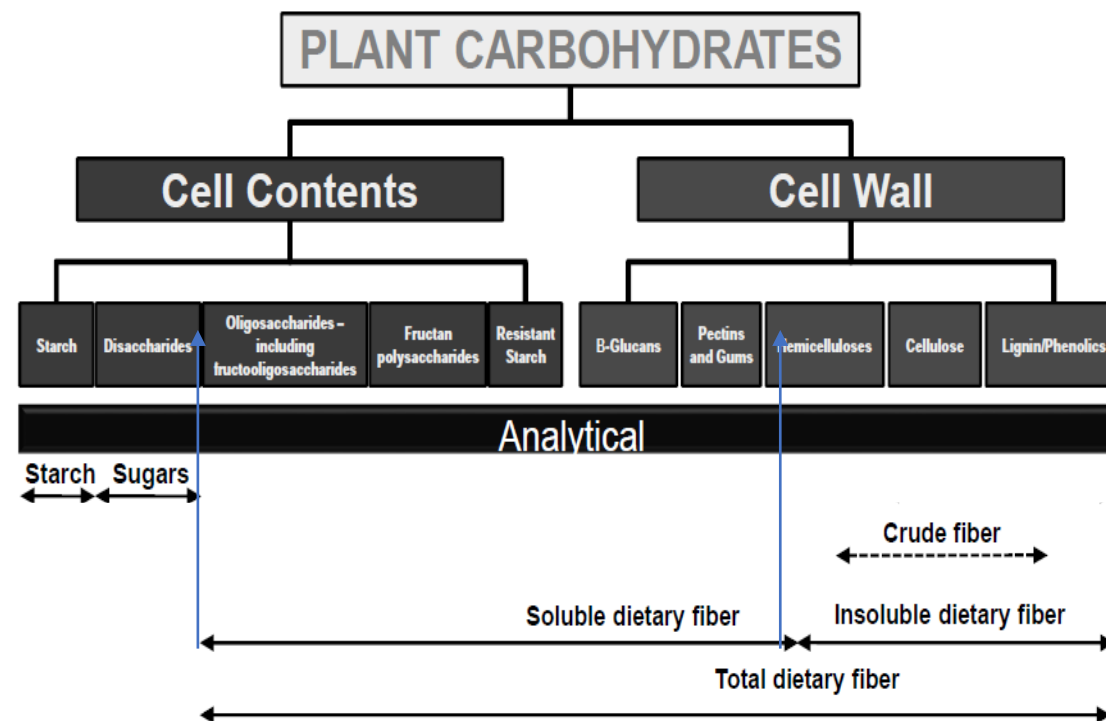
$$\text{ENN} = 100 - (\text{P} \times \text{B} + \text{FB} + \text{EE} + \text{MM}).$$

Qual é o problema com o Método de Fibra Bruta ?



Não mensura frações de fibra dietética solúvel

- ✓ Pectinas
- ✓ Gomas
- ✓ Beta Glucanos
- ✓ Hemiceluloses solúveis
- ✓ Oligossacarídeos
- ✓ Outros carboidratos



E o método de FDT ?



1) Prosky Method (AOAC 985.29) 1985

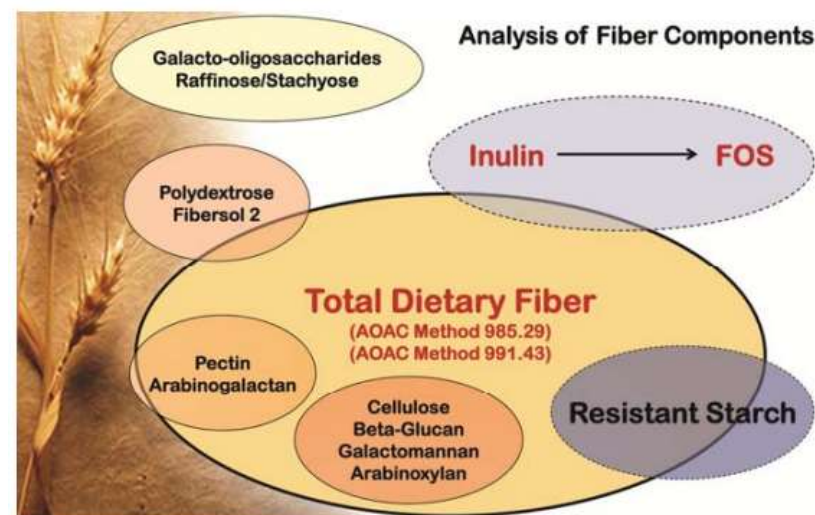
- ✓ Usa α -amylase bacteriana em condições adversas pH 8.2
- ✓ Esse método não mensura todos os componentes da fibra alimentar como definido atualmente pelo CODEX Alimentarius (Fórum internacional de normatização do comércio de alimentos – ONU, FAO e OMS)

Parte do amido resistente e dos oligossacarídeos não digestíveis não são incluídos o que resulta em um resultado subestimado da fibra alimentar

2) McCleary Method (AOAC 2009.01 (TDF) e AOAC 2011.25 (TIF + TSF)) 2009

- ✓ Usa α -amylase pancreática e condições muito próximas ao pH 6,37
- ✓ Esse método mensura todos os componentes da fibra alimentar, **incluindo amido resistente, oligossacarídios não digestíveis.**

**FDT AOAC 991.43
(Lee) ADAPTADO / FDTS e FDTI**



Propriedades físicas

Special Dog
COMPANY

- ✓ Volume
- ✓ Viscosidade
- ✓ Capacidade retenção água
- ✓ Fermentação
- ✓ Adsorção/ligação
- ✓ Comportamento fisiológico subsequente.





Fibras – Nutricional

Papel da Fibra

Fontes de fibras

Composição Nutricional

Solúvel x Insolúvel

Fermentabilidade

Saciedade

Papel da Fibra em Humanos



- Nos EUA, em 2015, as fibras passam a fazer parte do Comitê Diretrizes Dietéticas, que inclui as fibras como essenciais e reconheceu o potencial papel da fibra na prevenção de:
 - Doenças coronarianas
 - Câncer colorretal e outros cânceres
 - Diabetes tipo 2 e obesidade.
 - Nutriente de preocupação em saúde pública (baixa ingestão de fibra pela população), 20-35g/dia.

*Symposium: Dietary Composition and Obesity:
Do We Need to Look beyond Dietary Fat?*

Dietary Fiber and Energy Regulation¹

Britt Burton-Freeman

Amgen, Incorporated, Thousand Oaks, CA 91320-1799

Alta Fibra - Alimentação Humana

Special Do
COMPANY



Psyllium, fibra de maçã, fibra de aveia, inulina (FOS)



Inulina e polidextrose.



Goma guar e inulina



Psyllium



polidextrose, amido resistente, celulose, inulina, fibra de aveia, goma arábica e fibra de maçã.



Fibermais – com a exclusiva combinação de inulina (40%) e goma guar (60%)

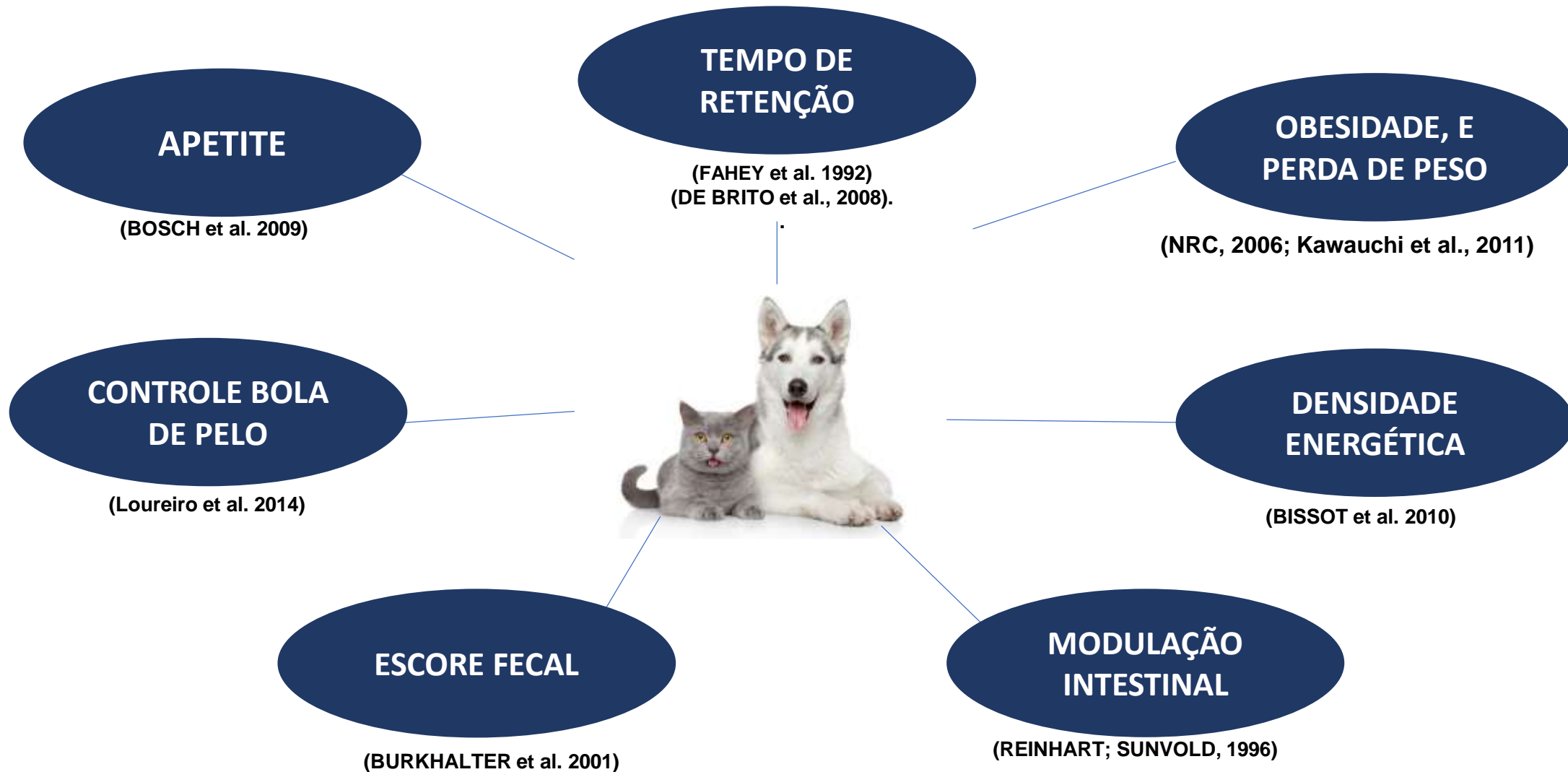


Fibra de aveia e mamão



Goma acácia e goma guar

Papel da Fibra em Petfood



Fibras utilizadas em petfood



Ingredientes que contém fibra dietética

Farelo de Trigo
Farelo de Soja
Milho
Quirera de Arroz

Farinha de batata doce
Sorgo
Cevada

Ingredientes fibrosos

Gomas
Prebióticos
Fibra de laranja
Fibra de mandioca
Fibra de goiaba
Fibra de milho

Polpa de beterraba
Farelo de Arroz Desengord.
Celulose
Fibra de cana
Casca de amendoim
Casca de ervilha
Casca de soja



Fibras – Composição Nutricional



	Farelo Trigo ¹	Fibra de Goiaba ⁴	Fibra de Cana ³	Celulose ⁴	Farelo de Arroz ⁵	Fibra de laranja ⁶	Fibra de mandioca ⁷	Polpa de Beterraba ⁴	Goma Guar ⁴	Goma Xantana ¹⁰	Carragena ⁴	Casca de soja ¹¹
Fibra Dietética Total (%)	39,52	70,26	90,7	91,4	20-40	62,10	35,01	62	92	86,36	50	72
Fibra Solúvel (%)	1,71	1,36	-	-	7-13	32,40	2,59	24	83	80,19	44	6,50
Fibra Insolúvel (%)	37,8	68,90	90,7	91,4	6,10	29,70	32,42	37	10	3,17	6	65,50

- 1,2 - Monti, 2015
- 3 - J Maria et al, 2017
- 4 -Calabro et al, 2013
- 5- Singh et al, 2020
- 6- Pacheco et al, 2021
- 7- Bastos, CBNA, 2019
- 10- Foods, 2020
- 11- Felix et at, 2018

* considerar variações

Insolúveis vs Solúveis



Insolúveis

- Não são viscosas nem formam gel em solução;
- Aceleram o trânsito intestinal = estimular o peristaltismo
- Fermentação limitada
- Reduz a digestibilidade de outros nutrientes;
- Formação das fezes e aumentam o volume (indicada para constipação)

Fontes: farelo de trigo, casca de soja, celulose, casca de ervilha, fibra de cana, fibra de milho, entre outros

Solúveis

- São viscosas e formam gel em solução;
- Retardam o trânsito intestinal
- Promovem a sensação de saciedade- >reduz tempo esvaziamento gástrico
- São fermentáveis; mais em diferentes proporções
- Maior capacidade de hidratação - Melhores substratos para os microorganismos gastrointestinais
- Ajudam a compactar o bolo fecal.

Fontes: aveia, polpa de beterraba, pectinas de frutas, psyllium, MOS, FOS e goma guar.

Fermentabilidade



Tabela 2 - Fermentação da fibra dietética para cães

Tipo de fibra	Solubilidade	Fermentabilidade
Polpa de Beterraba	Baixa	Moderada
Polpa de citros	Baixa	Moderada
Celulose	Baixa	Baixa
Farelo de arroz	Baixa	Moderada
Goma arábica	Alta	Moderada
Pectina	Baixa	Alta
Couve e repolho	Baixa	Alta

Adaptado de Borges e Nunes (1998)

Quadro 1. Fibras dietéticas utilizadas na formulação de alimento extrusado para cães e gatos e seus respectivos grau de solubilidade e fermentabilidade

Tipo de fibra	Solubilidade	Fermentabilidade
Carboximetilcelulose	Alta	Baixa
Celulose	Baixa	Baixa
Farelo de arroz	Baixa	Moderada
Goma arábica	Alta	Moderada
Goma guar	Alta	Alta
Goma xantana	Alta	Baixa
Metilcelulose	Alta	Baixa
Pectina	Alta	Alta
Polpa de beterraba	Baixa	Moderada

Fonte: (REINHART; SUNVOLD, 1996)

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

G. D. Sunvold, G. C. Fahey, Jr, N. R. Merchen, E. C. Titgemeyer, L. D. Bourquin, L. L. Bauer and G. A. Reinhart



Item ^b	Treatment						SEM	Treatment effect ^c
	BP	SF	CP	SB	SC	CB		
	Polpa de beterraba 12,48%	Celulose 8,03%	Polpa cítrica 14,45%	Celulose 6,25% + Goma Arabica 2,08%	Polpa cítrica 4,49% + Gomas 6,72%	Polpa de beterraba 9,51% + pectina 1,2% + guar 1,2%		
Wet fecal output, g/d	230.8 ^d	124.0 ^e	274.6 ^d	109.0 ^e	138.8 ^e	257.0 ^d	18.0	< .01
Fecal DM, %	24.7 ^d	46.6 ^e	23.1 ^d	47.2 ^e	29.8 ^f	23.9 ^d	1.5	< .01
g of Wet feces/g of TDF ^b intake	8.2 ^d	3.6 ^e	6.6 ^f	3.9 ^{e,g}	4.9 ^g	6.7 ^f	.4	< .01
No. of defecations/d	2.6	2.2	2.9	1.5	2.7	3.0	.4	.08
Mean retention time, h	21.0	25.2	21.4	32.3	26.3	22.6	3.3	.19
Fecal consistency score ^h	2.8 ^{d,e}	2.4 ^t	2.9 ^d	2.5 ^{e,t}	3.7 ^g	3.1 ^d	.1	< .01

^aBP = beet pulp, SF = Solka Floc[®], CP = citrus pulp, SB = stool blend (75% Solka Floc, 25% gum arabic), SC = stool blend (40% citrus pectin, 20% gum talha, 20% carob bean gum), CB = stool blend (80% citrus pectin, 10% guar gum).

^bTotal dietary fiber.

^cThe overall treatment effect *P*-value.

^{d,e,f,g}Means within a row lacking a common superscript are significantly different (*P* < .05).

^h1 = hard, dry, pellets: small, hard mass; 2 = hard, formed, dry stool: remains firm and soft; 3 = soft, formed, moist: softer stool that retains shape; 4 = soft, unformed: stool assumes shape of container, pudding-like; 5 = watery: liquid that can be poured.

Fezes + firmes = dieta com mais celulose

Fezes - firmes = dieta com mais gomas

Saciedade, fibras, humanos

Special Do
COMPANY



Article

Glycaemic and Appetite Suppression Effect of a Vegetable-Enriched Bread

Isaac Amoah ^{1,2,3,*}, Carolyn Cairncross

- ¹ Faculty of Auckland
- ² Centre of Kumasi 0
- ³ Department of AUT Rod
- ⁴ fabrice.m
- ^{*} Corresponding



Review

The Health Benefits of Dietary Fibre

Thomas M. Barber ^{1,2,3,*}, Stefan Kabisch ^{4,5}, Andreas F. H. Pfeiffer ^{4,5,6} and Martin O. Weickert ^{1,2,3,7,*}

- ¹ Warwickshire Institute for the Study of Diabetes, Endocrinology and Metabolism, University Hospitals



Review

Soluble Dietary Fiber, One of the Most Important Nutrients for the Gut Microbiota

Zhi-Wei Guan ^{1,2,†}, En-Ze Yu ^{1,†} and Qiang Feng ^{1,3,*}

- ¹ Shandong Provincial Key Laboratory of Oral Tissue Regeneration, Shandong Engineering Laboratory for Dental Materials and Oral Tissue Regeneration, Department of Human Microbiome, School of Stomatology, Shandong University, Jinan 250012, China; guanzhiwei1109@163.com (Z.-W.G.); yuenze31415@163.com (E.-Z.Y.)
- ² School of Life Science, Qi Lu Normal University, Jinan 250200, China
- ³ State Key Laboratory of Microbial Technology, Shandong University, Qingdao 266237, China

A fibra dietética tem influência na saciedade devido a seu efeito físico e químico (volume, solubilidade, viscosidade e redução energia dieta)

Psyllium*

Saciedade, fibras, gatos



ORIGINAL ARTICLE

Insoluble fibres, satiety and food intake in cats fed kibble diets*

B. A. Loureiro¹, N. K. Sakomura¹, R. S. Vasconcellos², G. Sembenelli¹, M. O. S. Gomes³, M. Monti¹, E. B. Malheiros¹, I. M. Kawauchi¹ and A. C. Carciofi¹

Table 1 Ingredient and chemical compositions, processing parameters and kibble quality of the experimental diets for cats with different insoluble fiber sources (as-fed basis)

Item	Experimental diets*			
	CO	SF10	SF20	CEL10
Ingredient composition (%)				
Sugar cane fiber†	0.0	10.0	20.0	0.0
Cellulose‡	0.0	0.0	0.0	10.0
Broken rice	15.0	15.0	15.0	15.0
Maize	33.7	22.3	11.1	21.7
Poultry by product meal	28.0	28.0	28.0	28.0
Corn gluten meal	11.7	12.7	13.6	13.3
Poultry fat	6.6	6.9	7.2	7.0
Liquid Palatant§	2.5	2.5	2.5	2.5
Minor ingredients¶	2.5	2.5	2.5	2.5
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
Chemical composition** (%)				
Dry matter	94.5	94.6	95.3	94.8
Crude protein	32.2	31.9	30.6	32.8
Acid-hydrolyzed fat	11.8	11.8	11.9	12.2
Starch	37.7	29.6	23.5	30.3
Total dietary fiber	10.4	20.8	27.1	19.9

- Adição de fibra não reduziu a ingestão da dieta desafio, não suportando a hipótese que fibras insolúveis promovem saciedade
- A ingestão de MS dos gatos aumentou (compensaram o menor conteúdo energético aumentando a ingestão de MS, mantendo o consumo de energia e peso corporal)
- Aumento volume fezes, sem alteração de escore
- A inclusão crescente de fibra reduziu a digestibilidade dos nutrientes

Saciedade, fibras, cães



British Journal of Nutrition (2009), 102, 318–325
© The Authors 2009

doi:10.1017/S0007114508149194

The effects of dietary fibre type on satiety-related hormones and voluntary food intake in dogs

Guido Bosch^{1*}, Adronic Verbrughe², Myriam Hesta², Jens J. Holst³, Antonius F. B. van der Poel¹, Geert P. J. Janssens² and Wouter H. Hendriks¹

In conclusion, the present study showed that the dogs fed the HFF diet had an increased large intestinal fibre degradation and the production of SCFA than the dogs fed the LFF diet. The HFF-fed dogs consumed less food during a challenge meal, which may be related to increased feelings of satiety. Postprandial plasma PYY, GLP-1, ghrelin and glucose responses did not differ between the treatment groups and could not be linked to the observed lowered voluntary food consumption of the dogs fed the HFF diet. It is likely that other satiety-related hormones and/or mechanisms controlling the feelings of satiety or hunger may have been involved in the observed decrease in VFI in the present study. Finally, inclusion of fermentable fibre in canine diets may contribute to the prevention or mitigation of obesity through its effects on satiety.

16 cães adultos alimentados com:

- **Dieta (LFF) com 8,5% celulose (baixa fermentação)**
- **Dieta (HFF) com 8,5% polpa beterraba e 2% inulina.**

- Fibras -> Fermentação -> AGCC -> hormônios gastrointestinais da saciedade como o PYY e GLP1 (correlacionados com esvaziamento gástrico e menor tempo retenção) -> Hipotálamo -> saciedade (Neurônios inibidores do apetite).
- Cães alimentados com a dieta HFF consumiram menos durante a dieta desafio, **o que pode estar correlacionado** com sensação de saciedade.
- Cães alimentados com a dieta HFF tiveram um aumento na produção de AGCC no intestino quando comparados aos cães alimentados com 8,5% celulose.

Fibras associadas a proteínas promovem saciedade - Weber, 2007

Fibras promovem saciedade?

Special Dog
COMPANY

Nada conclusivo, ainda são necessários mais estudos em cães e gatos

Dificuldades na avaliação da fome

Protocolos para medir saciedade (indecisos)

Fontes de fibra – efeitos variáveis



Fibra - Nutricional



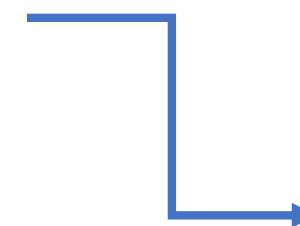
As fibras são necessárias à microbiota e à estrutura e funcionamento do trato gastrointestinal. **Toda formulação adequada apresenta fontes de fibra para essa finalidade.**

O que é alta fibra para o Nutricional? > 20% FDT.

- ↓ Densidade energética
- Fermentação intestinal
- Modulação do apetite
- Alterações no Escore Fecal



- Alteração no Volume de fezes
- Redução Digestibilidade
- Efeitos na Palatabilidade
- Processo?





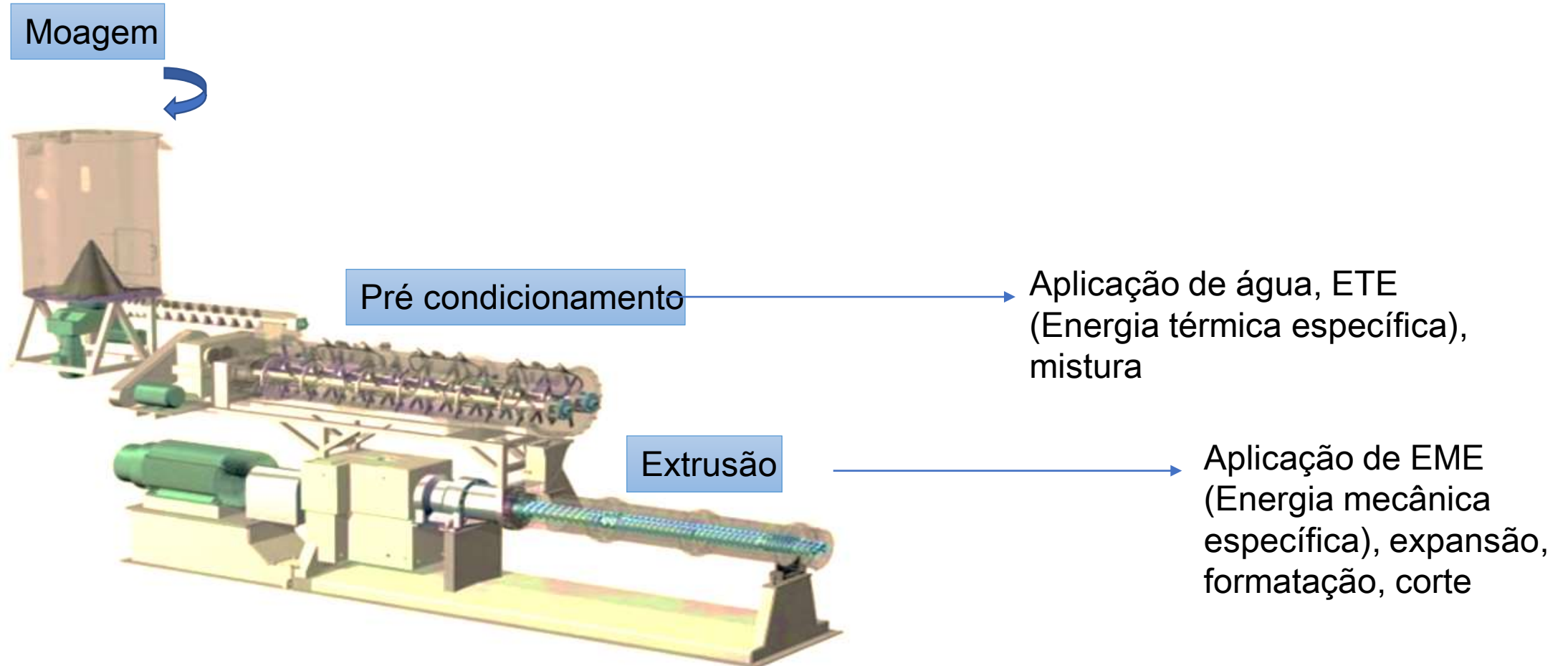
Processo de Extrusão

Moagem

Pré-Condicionador

Extrusão

Processo de extrusão



Alta Fibra



O que é alta fibra para o processo extrusão?

- ✓ Processo começa a ser impactado com inclusões a partir de 5%.
- ✓ Inclusões menores do que 5% possuem menor impacto (considerando tamanho partícula até $400\mu\text{m}$).



Processo de Extrusão

Moagem

Pré-Condicionador

Extrusão

Moagem

Special Do
COMPANY

- Início do processamento de alimentos
- Necessária para uma utilização eficiente dos ingredientes



Fonte: Tietjen

1) Definir o tipo de moinho e tecnologia

2) Primeira moagem

Peneiras maiores – 2 a 3 mm

3) Segunda moagem

Peneiras de 0,6 a 1,2 mm

Granulometria pequena e homogênea

Alta fibra: Impactos na moagem

- > Maior gasto de energia (R\$)
- > Maior cuidado com homogeneização
- > Minha dieta se mantém adequada?

DGM (Diâmetro Geométrico Médio)

Special Do
COMPANY

- Série de peneiras de malhas progressivamente menores
 - Agitação
 - Peso
-
- Tamanho da peneira do moinho -> referencial.
 - A distribuição das partículas irá variar de acordo com o perfil da fibra, e também condições de operação do moinho.

AValiação DE DIFERENTES GRAUS DE MOAGEM EM DIETAS PARA CÃES

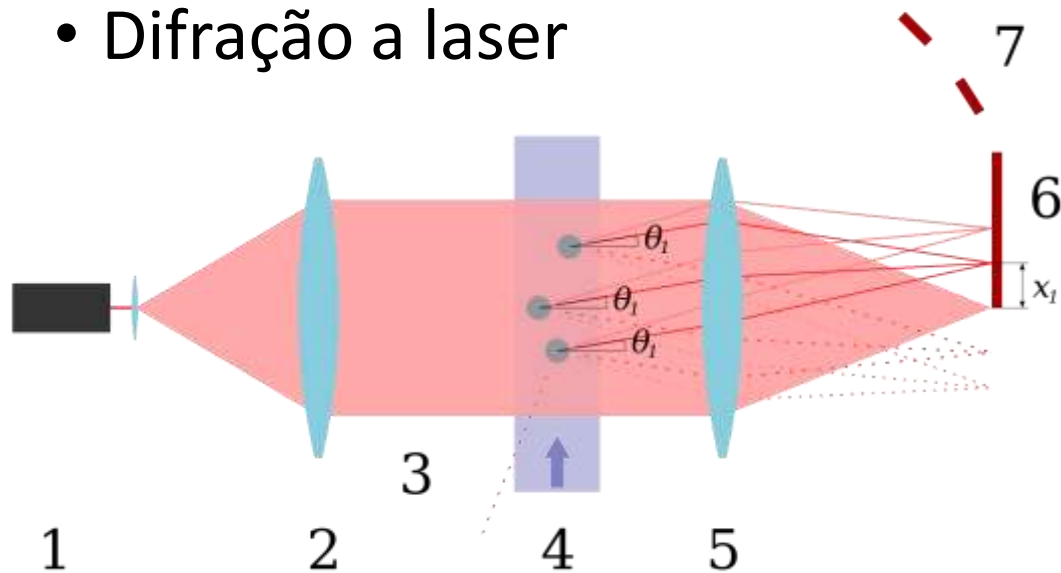
Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias, Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka
Co-orientador: Simone Gisele de Oliveira



Tamanho de partícula

- Difração a laser



Size

Particle size	0.1 - 1000 μm *
Number of size classes	100 (user adjustable)
Accuracy	Better than 0.6% **
Precision / Repeatability	Better than 0.5% variation *
Reproducibility	Better than 1% variation *



Fonte: malvernpanalytica

Tamanho Partícula – distribuição ideal



- Grãos previamente moídos peneira de 4.5 mm
- Dieta moída moinho com peneira de 1.2 mm

US standard sieve	μm Openings size	Percentage on sieve (%)
20	850	1.00
30	600	2.00
40	425	28.00
50	300	29.00
60	250	21.00
80	180	14.00
Pan	0	4.00

50% < 400 μm

Riaz and Rokey, 2012



Fonte: Wenger Mnf.

Benefícios tamanho ideal partícula

Special Dog
COMPANY

Escolher a correta distribuição de partículas implica em:

Processo:

- Facilitar a mistura
- Reduzir entupimento de *insert*
- Melhor cozimento
- Reduzir finos
- Aumentar absorção de água e hidratação da mistura
- Melhorar retenção de líquido por cobertura

Produto

- Melhorar aparência do produto
- Menores densidades e texturas mais “softs”
- Melhor cozimento e transferência de energia mecânica
- Melhorar digestibilidade e palatabilidade



Fonte: Apicalis – Diana Pet Food

Efeito da má distribuição

Special Dough
COMPANY

Particle Size

Large Wet
Dough Balls

Very Fine
Particles

Unhydrated
Flour



- ✓ Hidratação lenta e desuniforme
- ✓ Criação de massa unificada umidecida e com pouca dispersão

Efeito do excesso de moagem



- Tamanho de partícula muito reduzido impacta em altos custos de processo
- Calor excessivo (e outros riscos associados)
- Pré gelatinização no silo pulmão
- Perda de vitaminas
- Hidratação muito rápida das partículas
- Hidratação não uniforme das partículas
- Desestabilização do processo de extrusão
- Aumento da dureza do kibble

Impactos moagem x textura

Special DogTM
COMPANY



Fonte: Riaz, 2012

1 mm

1.5 mm



Fonte: Wenger

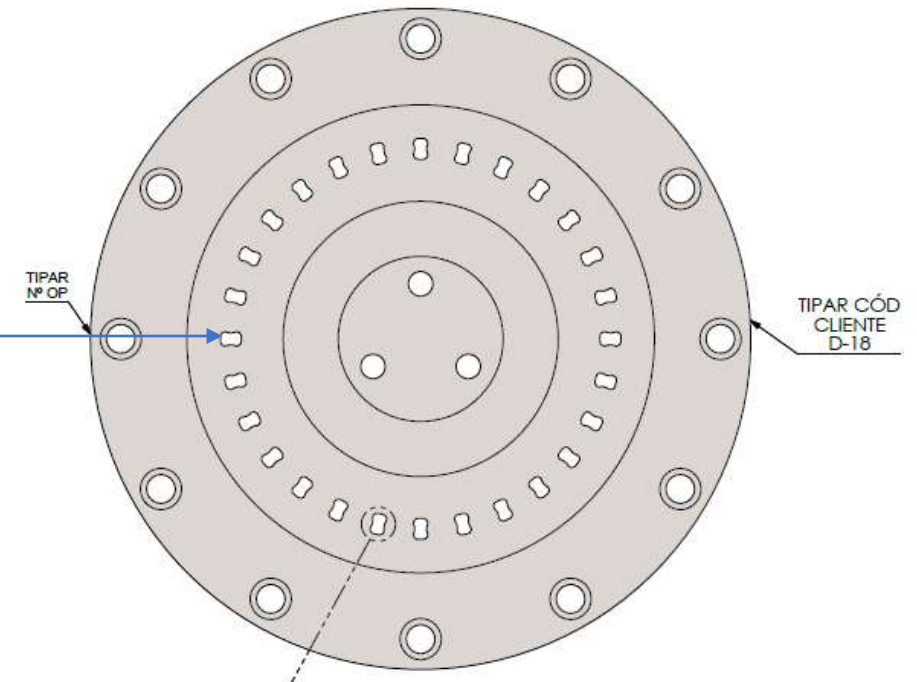
2 mm

Guia para moagem

Special Do^g
COMPANY

1) O maior tamanho de partícula (TP) deve ser até no máximo de $1/3$ da área aberta da matriz

Ex: Se o orifício da matriz possuir 3mm diâmetro, o maior TP não deve ultrapassar 1mm (1000 μ m), logo, moinho precisa ser de 1mm ou menos



Tamanho partícula



ORIGINAL ARTICLE

Insoluble fibres, satiety and food intake in cats fed kibble diets*

B. A. Loureiro¹, N. K. Sakomura¹, R. S. Vasconcelos², G. Sembenelli¹, M. O. S. Gomes³, M. Monti¹,
E. B. Malheiros¹, I. M. Kawauchi¹ and A. C. Carciofi¹

The effect of fibre on gastrointestinal transit time was different depending on the fibre source: sugar cane fibre did not alter retention time, but cellulose addition significantly reduced it. We did not find published studies in cats, but several studies in dogs also failed to find an influence of fibre intake on retention time (Fahey et al., 1992; Hill et al., 2000). One study with cellulose (Burrows et al., 1982) found reduced gastrointestinal transit time in dogs. It is difficult to explain why the sugar cane and cellulose fibres would have different effects on this parameter, as they have very similar physical and chemical properties. One explanation may be the differences in water-holding capability and the particle size of the fibre source, larger for sugar cane fibre (188 μm) than for cellulose (112 μm). The results of increased faecal production (both volume and rate) were expected after the inclusion of non-digestible organic matter in the food. As non-fermenta-

- ✓ Fibra de cana -> 188 μm x Celulose -> 112 μm
- ✓ Celulose mais finamente moída diminuiu tempo de retenção gastrointestinal em gatos e fibra de cana não
- ✓ Diferença também se deve a capacidade retenção de água das fontes de fibra

Tamanho da fibra impacta no fisiológico do animal

Effect of the particle size of maize, rice, and sorghum in extruded diets for dogs on starch gelatinization, digestibility, and the fecal concentration of fermentation products¹

R. S. Bazolli,* R. S. Vasconcellos,† L. D. de-Oliveira,* F. C. Sá,* G. T. Pereira,* and A. C. Carciofi*²

*College of Agrarian and Veterinarian Sciences, São Paulo State University, Jaboticabal, SP 14884-900, Brazil;
and †Faculty of Animal Science, State University of Maringá, Maringá, PR 87020-900, Brazil

Table 4. Apparent total tract digestibility of extruded diets for dogs with different carbohydrate sources and raw material particle sizes

Item	Apparent total tract digestibility, %				
	DM	Starch	CP	Fat	GE
Broken rice (MGD) ¹					
Fine (277 µm)	79.6	99.5	84.1	94.9	84.8
Medium (311 µm)	79.0	99.6	84.0	94.9	84.1
Coarse (521 µm)	79.8	99.5	81.9	95.3	81.9
Ingredient mean ²	79.5	99.5 ^a	83.3 ^a	95.0 ^a	83.7
Maize (MGD) ¹					
Fine (360 µm)	80.5	99.5	81.0	93.7	85.0
Medium (451 µm)	82.1	99.9	82.8	94.1	86.2
Coarse (619 µm)	75.9	97.4	76.2	91.0	80.4
Ingredient mean ²	79.5	98.8 ^b	80.0 ^b	92.9 ^b	83.9
Sorghum (MGD) ¹					
Fine (314 µm)	83.2	99.7	83.6	94.3	86.7
Medium (439 µm)	79.9	99.1	80.1	92.8	84.4
Coarse (594 µm)	75.9	97.8	74.9	91.4	80.2
Ingredient mean ²	79.7	98.9 ^b	79.5 ^b	92.8 ^b	83.7
SEM ³	0.9	0.4	1.4	0.6	0.9
Effects (<i>P</i> -values) ⁴					
Ingredients	NS	<0.01	<0.01	<0.01	NS
Grinding	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Interaction	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Contrasts ⁴					
Grinding × rice	NS	NS	NS	NS	<0.05
Grinding × maize	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Grinding × sorghum	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

- Dietas com arroz, milho e sorgo
- Peneiras de 0,8mm/ 1,5mm / 3mm
- Dietas grosseiramente moídas, independente da fonte interferem no escore fecal
- O DGM está diretamente correlacionado com a gelatinização do amido durante a extrusão
- Grau de moagem não teve influência sobre a digestibilidade das dietas com arroz, porém, nas dietas milho e sorgo houve melhor digestibilidade na dieta com menor DMG



Processo de Extrusão

Moagem

Pré-Condicionador

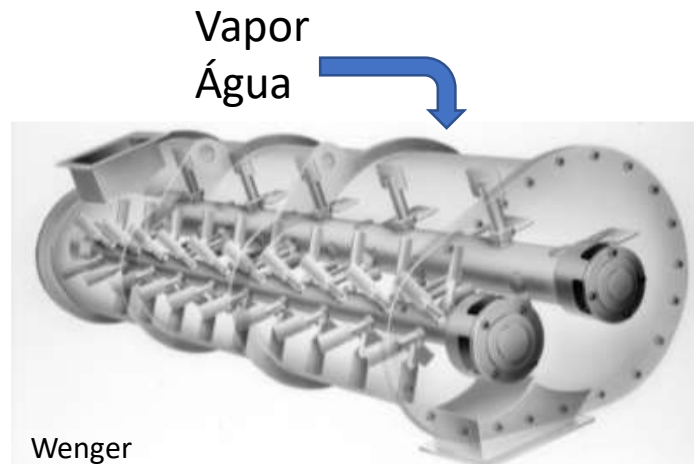
Extrusão

Pré condicionador – Alta Fibra

Special Do
COMPANY

- ✓ **Fibras necessitam se hidratar e solubilizar**
- ✓ Alta inclusão de fibra: configuração de pás para ↑ o tempo de retenção → cozimento e expansão
- ✓ **Diminuição do rendimento**

- **Tempo retenção: 2-3min**
(Trabalhar com maior tempo retenção)
- **Umidade final = 20-35%**
(Trabalhar próximo ao máximo)
- Temperatura final= 85°C - 95°C



Alta fibras: Extrusoras termo twins conseguem trabalhar com até 4x mais energia térmica e menor desgaste para esse tipo de equipamento



Processo de Extrusão

Moagem

Pré-Condicionador

Extrusão

Capacidade absorção de água

Water holding capacity of selected soluble and insoluble dietary fibre

Nazik N. Boulos , Heather Greenfield & Ron B. H. Wills

Water holding capacity **Capacidade de retenção de água**

É a capacidade de um ingrediente reter certas quantidades de água.
A capacidade de reter a água adicionada.

- Associado à Fibras Insolúveis

Water binding capacity **Capacidade de ligação de água**

É a tendência da água de se associar a substâncias hidrofílicas. A capacidade de ligação à água é medida por centrifugação do gel desenvolvido.

- Associado à Polissacarídeos viscosos

A perda de água pela força de centrifugação serve para distinguir água retida e água ligada.

Diferença entre Solúvel x Insolúvel

Special Do!
COMPANY

- **Insolúveis**

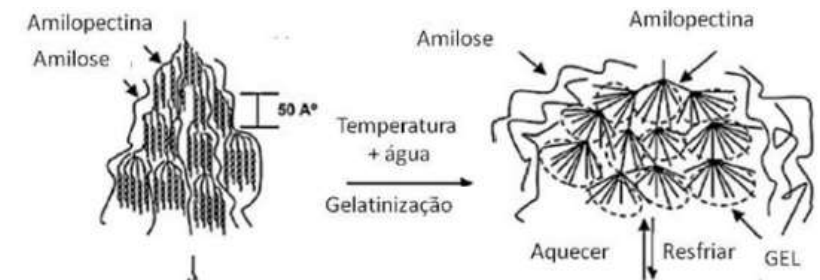
Não irão contribuir para expansão e efeito “binding” ligante.

(celulose, fibra de cana, farelos, cascas de frutas, amido resistente).

- **Solúveis**

Mais fermentáveis -> promovem expansão e efeito ligante.

(polpa beterraba, gomas, legumes, psyllium, inulina).



Fibras na extrusão



- Ingredientes fibrosos possuem **densidades aparentes e propriedades de hidratação bastante diferentes** dos ingredientes tradicionais e requerem diferentes configurações de extrusoras e condições de processamento.

Altos níveis de ingredientes fibrosos tendem a romper a matriz contínua de carboidratos do produto extrudado, resultando em uma aparência áspera e finos excessivos.

O teor de amido de alguns ingredientes fibrosos, como trigo ou farelo de arroz, pode variar de 16 a 40%, dependendo da variedade, condições de crescimento e propriedades de moagem do grão. Os níveis variáveis de amido podem afetar drasticamente o processo de extrusão.

Feed Technology • R. Bras. Zootec. 39 (suppl spe) • July 2010 • <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300055>



Feed extrusion process description

Descrição do processo de extrusão do alimento

Galen J. Rokey

Brian Plattner

Edivaldo M. de Souza

[ABOUT THE AUTHORS](#)

Área aberta da matriz

Special Do
COMPANY

- Importante para um processo uniforme, estável e formatação correta

Por se tratar de alimento extrusado com expansão a área aberta deve se manter entre 100 a 500 mm²/ton, para um gasto energético de 10 a 50kwh.

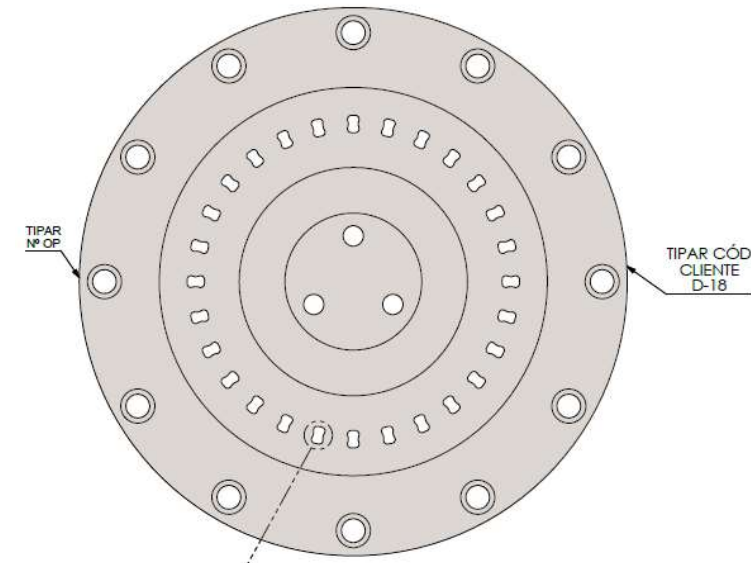
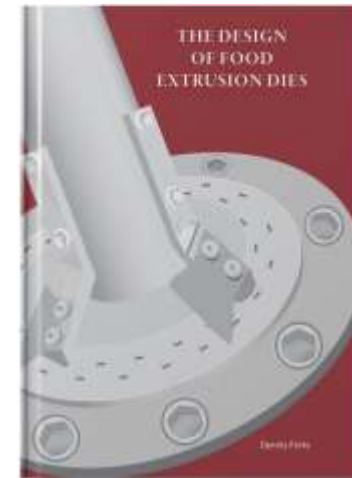
- Porém, esse range deve ser interpretado com cautela:

Super Premium -> ideal 200 mm²/ton

- Área aberta pode ser fator limitante:

-> Muita área aberta: não tem área para trabalhar, e nem produto suficiente para preencher todas as cavidades.

-> Pouca área aberta: entupimento, perda produtividade



Alta fibra no processo extrusão



- | | | |
|--|---|--------------|
| <input type="checkbox"/> SME: 35 kW-t/h | → | ✓ 22 kW-t/h |
| <input type="checkbox"/> Produção/h: 4000 kg/h | → | ✓ 8000 kg/h |
| <input type="checkbox"/> Produção anual: 20.000 t | → | ✓ 40.000 t |
| <input type="checkbox"/> Ganho anual @ R\$1.500/t : 30 Milhões | → | ✓ 60 Milhões |

Alta fibra no processo extrusão

INPUT NO PROCESSO	RESPOSTA NO PRODUTO
Velocidade da rosca (rpm)	↑ velocidade = ↑ <i>SME</i>
Configuração da extrusora	↓ transporte = ↑ <i>SME</i>
Configuração da matriz	↑ restrição = ↑ <i>SME</i>
Umidade no Processo	↑ umidade = ↑ Custo Secagem
Rosca Final com Cortes na extrusora	= ↑ <i>SME</i> ↑ Desgaste das Ferramentas

**SME*=Specific Mechanical Energy/Energia Mecânica Específica



Trabalhos

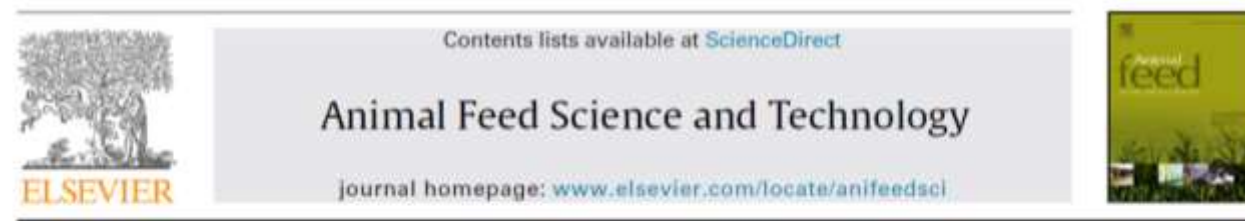
Fibra x Processo

Fibra de cana, Farelo Trigo, Fibra Goiaba

Special Dog
COMPANY

O estudo avaliou o efeito do **tipo da fibra** no processo de extrusão e macroestrutura dos kibbles.

1. **Dieta Controle**: Sem adição de ingredientes fibrosos
2. Dieta **Goiaba-3**: Adição de 3% de fibra de goiaba
3. Dieta **Goiaba-6**: Adição de 6% de fibra de goiaba
4. Dieta **Goiaba-12**: Adição de 12% de fibra de goiaba



Influence of dietary fiber on macrostructure and processing traits of extruded dog foods



M. Monti^a, M. Gibson^b, B.A. Loureiro^a, F.C. Sá^a, T.C. Putarov^a, C. Villaverde^c, S. Alavi^b, A.C. Carciofi^{a,*}

^a Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária, Campus de Jaboticabal, UNESP – Univ Estadual Paulista, São Paulo, Brazil

^b Department of Grain Science and Industry, Kansas State University, Manhattan, KS, USA

^c Departament de Ciència Animal y dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, Campus UAB, Bellaterra, Barcelona, Spain

Os ingredientes, com exceção das fibras, foram pesados, misturados e moídos em peneira de 0,8 mm.

Table 3

Processing parameters and kibble macrostructure traits of extruded dog foods with different inclusions of guava fiber. Experiment 1.

Item	Foods ^a				SEM. ^b	Contrast ^c	
	CO	GF3	GF6	GF12		Linear	Quadratic
Preconditioner							
Temperature (°C)	85.6	84.4	85.7	82.2	0.59	<0.001	0.301
Output moisture (%)	27.7	26.1	25.7	25.2	0.01	0.005	0.577
Output mass (as-fed, kg/h)	181.9	170.2	162.8	190.8	2.31	0.004	0.005
Starch gelatinization (%)	35.6	30.3	33.6	33.5	1.28	0.987	0.756
Extruder							
Engine amperage (A)	42.1	42.80					
Die temperature (°C)	125.8	130.3					
Die pressure (bar)	61.7	61.7					
Output mass (as-fed, kg/h)	170.4	161.2					
Energy balance (kW-h/ton)							
SME ^d	14.1	14.0					
STE ^e	61.0	58.1					
TSE ^f	75.1	72.1					
STE:SME	4.32	4.15					
Kibble traits (After Dryer)							
Starch gelatinization (%)	92.8	91.1					
Piece density (kg/m ³)	0.37	0.40					
Radial expansion rate	4.1	3.9					
Specific length (mm/g)	47.4	40.8					
Cutting force (kg.f) ^g	2.4	2.9					
			3.1	3.4	0.06	<0.005	0.263

- **Fibra Goiaba ocasionou flutuações na produtividade.**
- **Temperatura e umidade no condicionador reduzidas.**
- **Fibra goiaba diminuiu absorção de vapor pela massa.**
- **Fibra insolúvel mas degradável (baixa termo estabilidade).**

Table 3

Processing parameters and kibble macrostructure traits of extruded dog foods with different inclusions of guava fiber. Experiment 1.

Item	Foods ^a				SEM. ^b	Contrast ^c	
	CO	GF3	GF6	GF12		Linear	Quadratic
Preconditioner							
Temperature (°C)	85.6	84.4	85.7	82.2			
Output moisture (%)	27.7	26.1	25.7	25.2			
Output mass (as-fed, kg/h)	181.9	170.2	162.8	190.8			
Starch gelatinization (%)	35.6	30.3	33.6	33.5			
Extruder							
Engine amperage (A)	42.1	42.80	46.6	49.18	0.70	<0.001	0.160
Die temperature (°C)	125.8	130.3	141.3	134.3	1.46	<0.001	0.137
Die pressure (bar)	61.7	61.7	70.3	70.6	0.88	<0.001	0.909
Output mass (as-fed, kg/h)	170.4	161.2	149.6	153.2	3.32	0.043	0.003
Energy balance (kW-h/ton)							
SME ^d	14.1	14.0	28.3	35.4	2.94	<0.001	<0.001
STE ^e	61.0	58.1	72.9	73.8	2.80	0.025	0.678
TSE ^f	75.1	72.1	101.2	109.2	5.32	<0.001	0.328
STE:SME	4.32	4.15	2.58	2.08	0.37	<0.001	0.371
Kibble traits (After Dryer)							
Starch gelatinization (%)	92.8	91.1	90.5	88.3			
Piece density (kg/m ³)	0.37	0.40	0.42	0.43			
Radial expansion rate	4.1	3.9	3.5	3.2			
Specific length (mm/g)	47.4	40.8	41.6	46.3			
Cutting force (kg.f) ^g	2.4	2.9	3.1	3.4			

A amperagem, temperatura e pressão aumentaram. Isso pode ser explicado por um aumento na resistência na massa em fluir no canhão, resultando em maior trabalho de motor, gasto de energia, cisalhamento.

Como consequência, ocorre aumento da energia mecânica específica. Esse efeito pode estar relacionado com a água disponível durante a extrusão. A água é um importante lubrificante que favorece a fluidez da massa. Quando a fibra é adicionada, ela absorve água reduzindo essa fluidez.

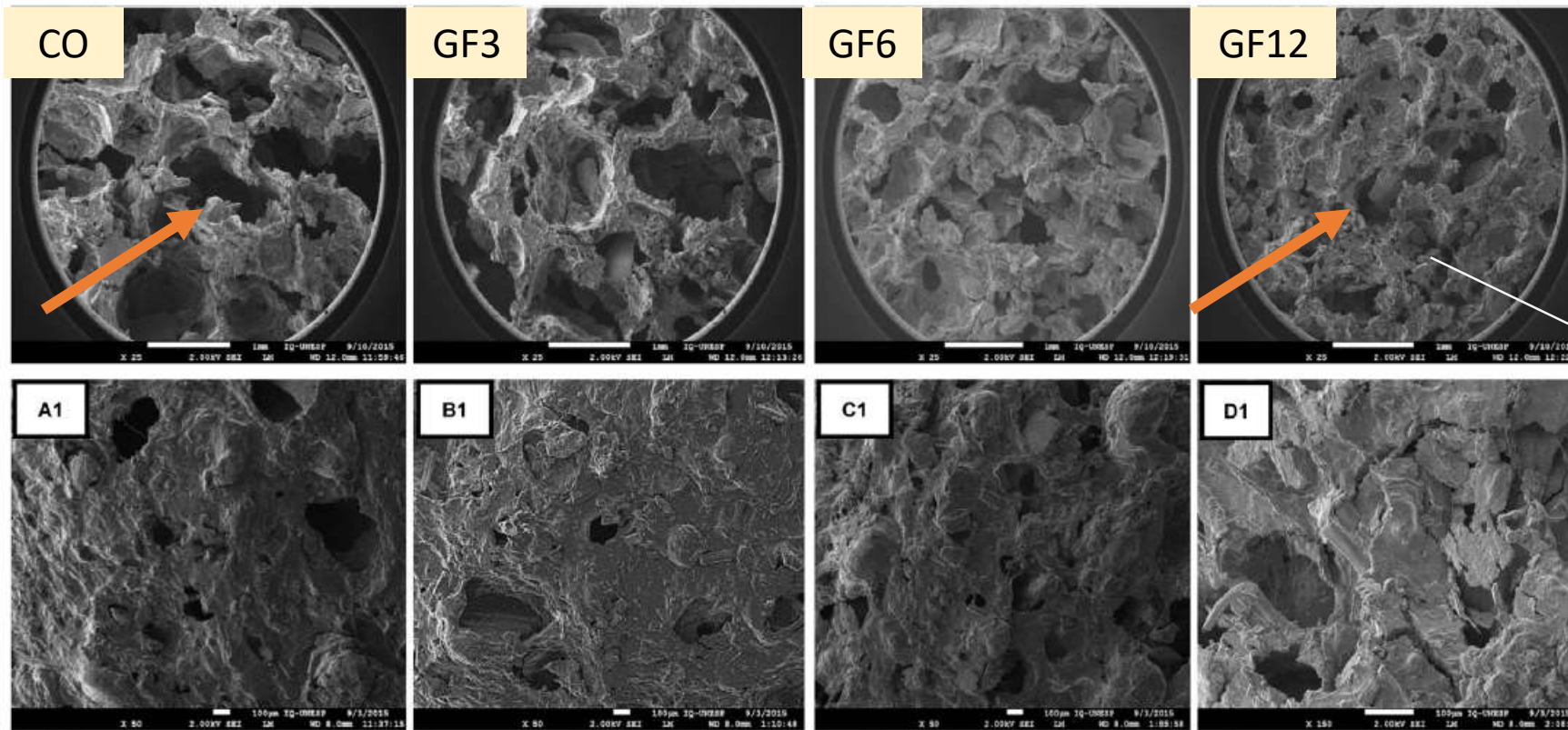
Table 3
Processing parameters and kibble macrostructure traits of extruded dog foods with different inclusions of guava fiber. Experiment 1.

Item	Foods ^a				SEM. ^b	Contrast ^c	
	CO	GF3	GF6	GF12		Linear	Quadratic
Preconditioner							
Temperature (°C)	85.6	84.4	85.7	82.2	0.59	<0.001	0.301
Output moisture (%)	27.7	26.1	25.7	25.2	0.01	0.005	0.577
Output mass (as-fed, kg/h)	181.9	170.2	162.8	190.8	2.31	0.004	0.005
Starch gelatinization (%)	35.6	30.3	33.6	33.5	1.28	0.987	0.756
Extruder							
Engine amperage (A)	42.1	42.80	46.6	49.18	0.70	<0.001	0.160
Die temperature (°C)	125.8	130.3	141.3	134.1			
Die pressure (bar)	61.7	61.7	70.3	70.6			
Output mass (as-fed, kg/h)	170.4	161.2	149.6	153.1			
Energy balance (kW-h/ton)							
SME ^d	14.1	14.0	28.3	35.4			
STE ^e	61.0	58.1	72.9	73.8			
TSE ^f	75.1	72.1	101.2	109.1			
STE:SME	4.32	4.15	2.58	2.08			
Kibble traits (After Dryer)							
Starch gelatinization (%)	92.8	91.1	90.5	88.3	0.93	<0.001	0.823
Piece density (kg/m ³)	0.37	0.40	0.42	0.43	0.01	<0.001	0.190
Radial expansion rate	4.1	3.9	3.5	3.2	0.05	<0.001	0.263
Specific length (mm/g)	47.4	40.8	41.6	46.3	0.37	0.097	<0.001
Cutting force (kg.f) ^g	2.4	2.9	3.1	3.4	0.06	<0.005	0.263

A macroestrutura foi prejudicada para dietas com inclusão crescente de fibra.

- **Diminuição cozimento do amido**
- **Aumento da densidade**
- **Diminuição expansão**
- **Aumento da Dureza do extrusado**

Eletro micrografias

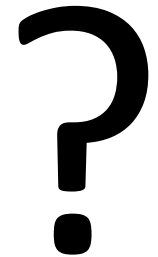
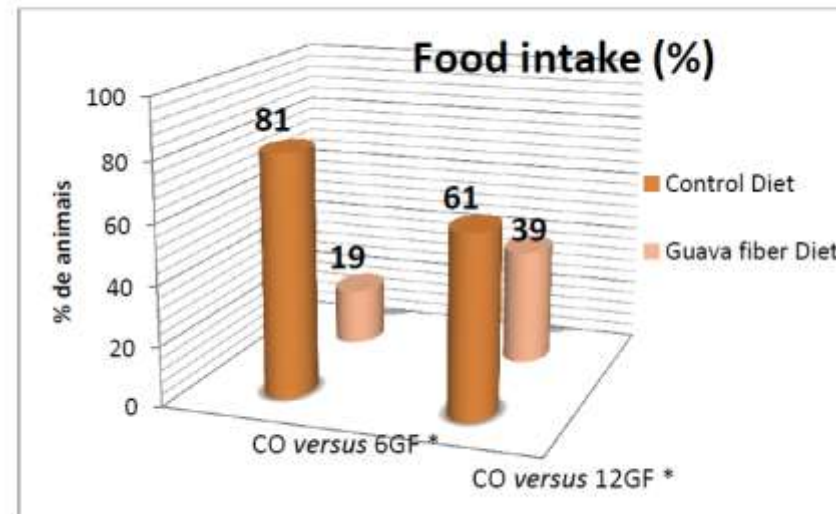
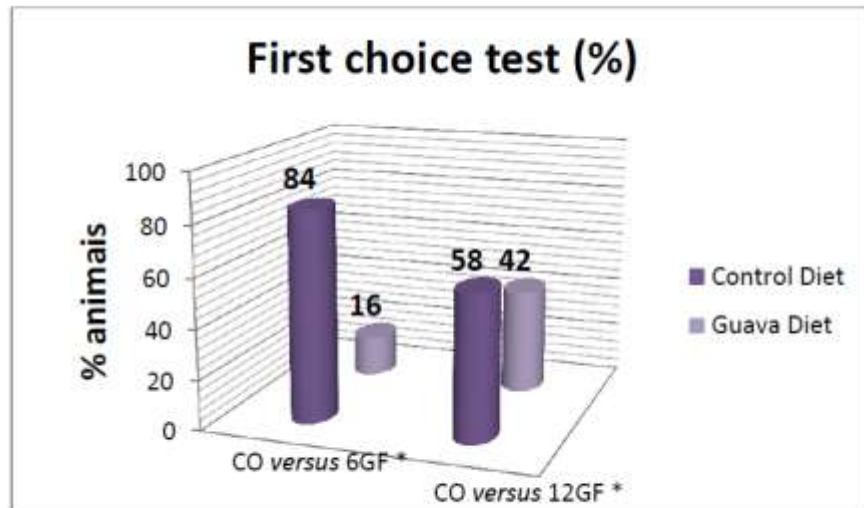


1 – Inclusão de fibra diminuiu os poros dos kibbles. Essas mudanças resultaram em aumento na força de corte e dureza dos kibbles.

2- Absorção menos eficiente de óleo, maior tempo permanência sistemas a vácuo.

Fig. 1. Scanning electron micrograph of kibbles produced with different inclusions of guava fiber on experiment 1. A, B, C and D correspond to the internal area of the CO, GF3, GF6 and GF12 foods, respectively. Increase of 25 \times . A1, B1, C1 and D1 correspond to the external surface of the CO, GF3, GF6 and GF12 foods, respectively. Increase of 50 \times . CO= control foods, without added fiber source; GF3 = addition of 3% guava fiber; GF6 = addition of 6% guava fiber; GF12 = addition of 12% guava fiber.

Palatabilidade



- ✓ Os animais preferiram a CO em relação a GF6 para o Teste de Primeira escolha e consumo ($P < 0.05$)
- ✓ Não houve diferença significativa entre a dieta CO e GF12 ($P > 0.05$)

Farelo de Trigo



Journal of
Animal Physiology and Animal Nutrition

DOI: 10.1111/jpn.12047

SUPPLEMENT ARTICLE

Enzyme use in kibble diets formulated with wheat bran for dogs: effects on processing and digestibility*

F. C. Sá^{1,†}, R. S. Vasconcellos², M. A. Brunetto³, F. O. R. Filho¹, M. O. S. Gomes¹ and A. C. Carciofi¹

1 Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, Brazil

2 Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Brazil, and

3 Departamento de Nutrição e Produção Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, Brazil

- ✓ Dieta Controle (NC, sem farelo de trigo)
- ✓ Dieta Controle Positivo (PC, com 25% de Farelo Trigo)

Item	Diets *	
	NC	PC
Ingredients, % (as-fed basis)		
Maize	37.6	20.4
Poultry by-product meal	28.4	23.7
Broken rice	20.0	20.0
Wheat bran	–	25.0
Poultry fat	3.9	–
Sugarcane fibre	5.4	5.8
Maize starch	1.0	1.0
Enzyme mixture	–	–
Calcium carbonate	0.07	0.54
Lysine	0.04	0.09
Palatant	2.0	2.0
Potassium chloride	0.4	0.4
Common salt	0.4	0.4
Vitamin–mineral pre-mix†	0.5	0.5
Choline chloride	0.1	0.1
Mould inhibitor ‡	0.1	0.1
Antioxidant§	0.04	0.04
Analysed chemical composition % (as-fed basis)		
Dry matter	93.2	93.2
Ash	8.0	8.6
Crude protein	26.5	26.1
Acid-hydrolysed fat	11.6	11.3
Total dietary fibre	11.3	14.7
Starch	41.1	39.3
Gross energy (kJ/g)	19.9	19.8

Farelo de trigo



Table 3 Parameters of production and reducing sugar content of experimental diets with or without wheat bran, with different enzyme addition

Item	Diets *				
	NC	PC	ENZ1	ENZ2	ENZ2ex
Kibble density (g/l)	340	330	350	340	340
Starch gelatinization degree (%)	97	96	92	99	89
Moisture at pre-conditioner output (%)	36	35	37	35	28
Reducing sugar (g of glucose/100 g of sample)					
Raw material	0.07	0.26	0.20	0.44	na†
After pre-conditioner	0.07	0.12	0.13	0.09	na
After extruder	0.04	0.05	0.04	0.05	na
After drier	0.05	0.07	0.06	0.08	na
Energy expense (kW/h)	4.1	4.6	4.6	5.8	5.5
Productivity (kg of dry matter/h)	67	73	64	140	97
Cost of electricity (US\$/100 kg dry matter)†	0.7	0.7	0.8	0.5	0.7

Densidade final e gelatinização do amido foram adequadas e similares entre as dietas

Temperatura e umidade do pré condicionador foram mantidos constantes.

Gasto energia em kW/h aumentou

“Os dados se referem apenas a uma extrusão por tratamento e precisam ser interpretados com cautela”

*NC: negative control; PC: positive control; ENZ1: enzyme blend one, mixed with raw ingredients before extrusion (4.5 U of β -glucanase, 16 U of xylanase, 1.5 U of cellulose, 198 U of glucoamylase, 1.9 U of phytase per kilogram of diet); ENZ2: enzyme blend two, mixed with raw ingredients before extrusion (4.5 U of β -glucanase, 16 U of xylanase, 1.5 U of cellulose, 198 U of glucoamylase, 1.9 U of phytase, 9000 U of α -amylase per kilogram of diet); ENZ2ex: the enzyme blend two added by coating, after the extrusion and drying of the kibbles.

†Calculated considering the cost of electric = US\$ 0.119 per kW/h.

‡Not analysed.

Fibra de laranja



Special Dog
COMPANY



Estudou o Efeito da polpa cítrica e da fibra de laranja como uma fibra dietética para cães:

- **Parâmetros extrusão**
- **Macroestrutura kibbles**
- Digestibilidade dos nutrientes
- Características fecais
- Fermentabilidade
- **Palatabilidade**

Table 1
Analyzed chemical composition (g/kg, DM basis) of the fiber sources used in the study.

Item	POLPA CÍTRICA	FIBRA LARANJA
Dry matter	910.2	893.6
Ash	74.7	28.9
Crude fat	63.7	32.3
Crude protein	67.9	110.3
Starch	60.5	25.5
Total dietary fiber	516.8	737.9
Insoluble dietary fiber (IF)	442.9	401.0
Soluble dietary fiber (SF)	73.9	313.6
IF:SF ratio	5.9:1	1.3:1
Cellulose	226.8	253.2
Lignin	28.2	47.9
Pectin (as calcium pectate)	73.9	276.0
Soluble carbohydrates ^b	216.4	65.1
Gross energy (kcal/g)	4.06	4.14

^a CPP, citrus pulp pellet; OF, orange fiber. Fiber sources were provided by Citrosuco Paulista S.A. (Matão, SP, Brazil).

^b Calculated as total mass minus ash, crude fat, crude protein, starch, and total dietary fiber contents.

Controle, 3, 6 e 12% Polpa Cítrica, 6% Fibra laranja

Table 3

Processing variables, kibble characteristics and macrostructure of dog foods with different sources of dietary fiber.

Item	Experimental		POLPA CÍTRICA		FIBRA DE LARANJA		P-value	Polynomial ^c		Orthogonal	
	CO	3CPP	6CPP	12CPP	6OF	Linear		Quad	COx6OF	6CPPx6OF	
<i>Extruder</i>											
Motor amperage (A)	39.9	38.8	37.7	39.4	38.7	0.18	< 0.001	0.024	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Mass pressure before die (MPa)	20.4	20.3	18.8	22.1	19.6	0.31	0.002	0.072	0.001	ns	ns
Mass temperature before die (°C)	123.8	129.8	130.3	142.5	130.0	1.53	< 0.001	< 0.001	0.040	ns	0.008
Product flow rate (kg/h)	191.3	190.0	183.5	190.3	183.8	1.33	0.127	ns	ns	0.002	ns
Bulk density (g/L)	377.7	383.5	381.5	401.0	380.0	2.17	< 0.001	< 0.001	0.011	ns	ns
In-barrel moisture (%)	22.8	22.2	22.3	22.5	22.5	0.07	0.002	0.073	0.001	ns	ns
<i>Energy Balance (kW-h/ton)</i>											
Specific mechanical energy (SME)	12.9	11.3	10.2	12.3	11.6	0.24	< 0.001				
Specific thermal energy					9.9	0.88	0.122				
Total specific energy					10.5	0.98	0.005				
STE/SME ratio					0.9	0.08	0.778				
<i>Kibble macrostructure</i>											
Hardness (N)					0.6	0.68	< 0.001				
Expansion rate					0.4	0.02	< 0.001				
Piece density (g/cm ³)					0.40	0.002	< 0.001				
Specific length (cm)					0.2	0.01	< 0.001				
Starch gelatinization					0.2	0.37	< 0.001				
<i>In vitro</i> digestibility (%)					0.5	0.38	< 0.001				

Comparado com a dieta controle, 12% de Polpa Cítrica aumentou a **densidade do extrusado**, enquanto 6% de Fibra de Laranja não.

A inclusão de polpa cítrica e fibra de laranja reduziram a **amperagem** da extrusora e a **pressão** na extrusora.

^a CO, control diet with no fiber source added; 3CPP, addition of 30 g/kg citrus pulp pellet; 6CPP, addition of 60 g/kg citrus pulp pellet; 12CPP, addition of 120 g/kg citrus pulp pellet; 6OF, addition of 60 g/kg orange fiber.

^b SEM = standard error of the mean (n = 20).

^c Linear or quadratic effect of CPP inclusion.

Table 3

Processing variables, kibble characteristics and macrostructure of dog foods with different sources of dietary fiber.

Item	Experimental diets ^a					SEM ^b	P-value	Polynomial ^c		Orthogonal	
	CO	3CPP	6CPP	12CPP	6OF			Linear	Quad	COx6OF	6CPPx6OF
<i>Extruder</i>											
Motor amperage (A)	39.9	38.8	37.7	39.4	38.7	0.18	< 0.001	0.024	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Mass pressure before die (MPa)	20.4	20.3	18.8	22.1	19.6	0.31	0.002	0.072	0.001	ns	ns
Mass temperature before die (°C)	123.8	129.8	130.3	142.5	130.0	1.53	< 0.001	< 0.001	0.040	ns	0.008
Product flow rate (kg/h)	191.3	190.0	183.5	190.3	183.8	1.33	0.127	ns	ns	0.002	ns
Bulk density (g/L)	377.7	383.5	381.5	401.0	380.0	2.17	< 0.001	< 0.001	0.011	ns	ns
In-barrel moisture (%)	22.8	22.2	22.3	22.5	22.5	0.07	0.002	0.073	0.001	ns	ns
<i>Energy Balance (kW-h/ton)</i>											
Specific mechanical energy (SME)	12.9	11.3	10.2	12.3	11.6	0.24	< 0.001	0.048	< 0.001	< 0.001	0.005
Specific thermal energy (STE)	35.8	32.5	30.5	33.3	33.9	0.88	0.122	ns	ns	ns	ns
Total specific energy (TSE)	48.7	43.8	40.7	45.3	45.5	0.98	0.005	0.089	0.012	ns	ns
STE/SME ratio	2.8	2.9	2.9	2.8	2.9	0.08	0.778	ns	ns	ns	ns
<i>Kibble macrostructure</i>											
Hardness (N)	29.0	31.5	35.3	41.4							
Expansion rate	2.6	2.5	2.4	2.1							
Piece density (g/cm ³)	0.40	0.39	0.40	0.42							
Specific length (cm/g)	1.9	2.2	2.2	2.3							
Starch gelatinization (%)	94.5	93.7	91.5	90.7							
<i>In vitro</i> digestibility of the OM (%)	85.3	84.4	83.3	80.9							

^a CO, control diet with no fiber source added; 3CPP, addition of 30 g/kg citrus pulp pellet; 6CPP, addition of 60 g/kg citrus pulp pellet; 12CPP, addition of 120 g/kg citrus pulp pellet; 6OF, addition of 60 g/kg orange fiber.

^b SEM = standard error of the mean ($n = 20$).

^c Linear or quadratic effect of CPP inclusion.

A SEM foi reduzida para ambas fontes de fibra.

A STE foi similar para ambos tratamentos

Ambas as fontes de fibra aumentaram a Dureza dos kibbles e reduziram sua expansão.

Table 3

Processing variables, kibble characteristics and macrostructure of dog foods with different sources of

Item	Experimental diets ^a					SEM ^b	P-value	Polynomial ^c		Orthogonal	
	CO	3CPP	6CPP	12CPP	6OF			Linear	Quad	COx6OF	6CPPx6OF
<i>Kibble macrostructure</i>											
Hardness (N)	29.0	31.5	35.3	41.4	33.6	0.68	< 0.001	< 0.001	0.169	< 0.001	ns
Expansion rate	2.6	2.5	2.4	2.1	2.4	0.02	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	ns
Piece density (g/cm ³)	0.40	0.39	0.40	0.42	0.40	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	ns	ns
Specific length (cm/g)	1.9	2.2	2.2	2.3	2.2	0.01	< 0.001	< 0.001	0.021	< 0.001	ns
Starch gelatinization (%)	94.5	93.7	91.5	90.7	94.2	0.37	< 0.001	< 0.001	0.931	ns	< 0.001
<i>In vitro</i> digestibility of the OM (%)	85.3	84.4	83.3	80.9	82.5	0.38	< 0.001	< 0.001	0.005	< 0.001	0.029

^a CO, control diet with no fiber source added; 3CPP, addition of 30 g/kg citrus pulp pellet; 6CPP, addition of 60 g/kg citrus pulp pellet; 12CPP, addition of 120 g/kg citrus pulp pellet; 6OF, addition of 60 g/kg orange fiber.

^b SEM = standard error of the mean ($n = 20$).

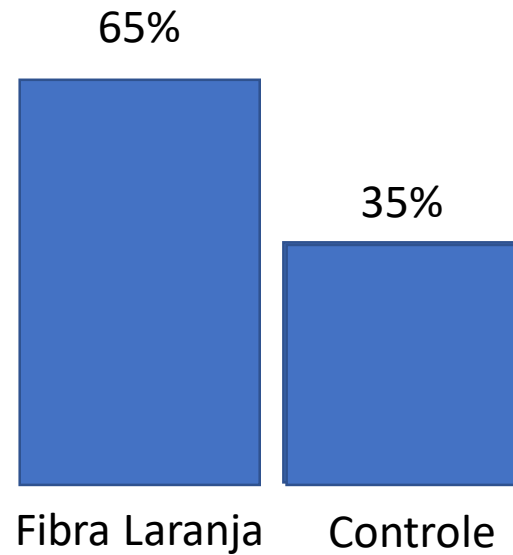
^c Linear or quadratic effect of CPP inclusion.

A Gelatinização do amido foi reduzida com a inclusão de polpa cítrica e não foi alterada com a inclusão de 6% Fibra de Laranja

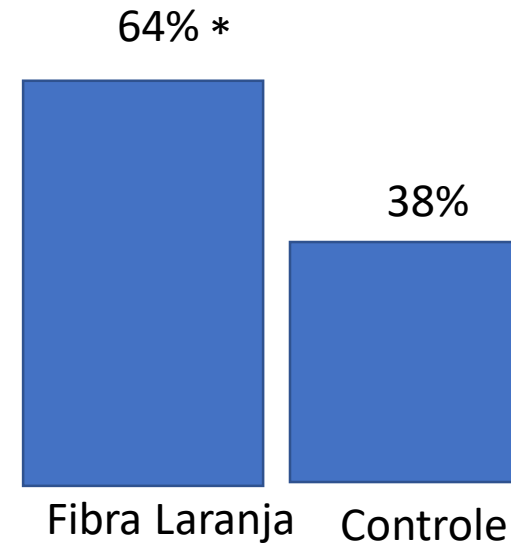
Palatabilidade – Fibra de laranja



Primeira escolha



Taxa consumo



Não houve diferença de palatabilidade entre a dieta Controle e Polpa Cítrica.

Fibra de mandioca



XVIII CONGRESSO CBNA PET 2019
15 e 16 de maio de 2019 - Expo D. Pedro - Campinas, SP - Brasil

PARÂMETROS DE EXTRUSÃO E CARACTERÍSTICAS DE EXTRUSADOS DE DIETAS CONTENDO FIBRA DA MANDIOCA

TAÍS S. BASTOS¹, CAMILLA M. M. SOUZA¹, GISLAINE C. B. KAELE¹, EDUARDA L. FERNANDES¹,
MARCELINO BORTOLO³, RICARDO S. VASCONCELLOS², ANANDA P. FELIX⁴

Sete Dietas:

1. Dieta controle (sem fontes de fibra)
2. 3. 4. com fibra de mandioca (FM) (5,5; 6,5 e 7,5% de FDT)
5. com celulose (CE),
6. com polpa de beterraba (PO)
7. com lignocelulose (LC).

Avaliou

Extrusora:

- ✓ Velocidade da rosca,
- ✓ Amperagem
- ✓ Produtividade.

Nos extrusados

- ✓ Densidade, Tamanho, dureza, friabilidade e índice de expansão (IE).

Fibra de mandioca



XVIII CONGRESSO CBNA PET 2019
15 e 16 de maio de 2019 - Expo D. Pedro - Campinas, SP - Brasil

PARÂMETROS DE EXTRUSÃO E CARACTERÍSTICAS DE EXTRUSADOS DE DIETAS CONTENDO FIBRA DA MANDIOCA

TAÍS S. BASTOS¹, CAMILLA M. M. SOUZA¹, GISLAINE C. B. KAELE¹, EDUARDA L. FERNANDES¹,
MARCELINO BORTOLO², RICARDO S. VASCONCELLOS², ANANDA P. FÉLIX¹

Tabela 1 - Variáveis de extrusão e características do extrusado de dietas controle (CO) e contendo níveis de fibra da mandioca (FM); celulose (CE); polpa de beterraba (PO) e lignocelulose (LC).

Item	CO	FM (%)			CE	PO	LC	EPM
		4,3	8,1	11,9				
Condicionador								
Temperatura (°C)	91,4	91,7	90,1	95,9	92,8	88,6	89,5	-
Adição de água (L/h)	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	13,200	-
Extrusora								
Amperagem (A)	20	25	20	28	22	30	20	-
Velocidade da rosca (Hz)	34	45	45	45	45	45	40,2	-
Produtividade (kg/h)	95,67	93,00	88,68	93,36	92,76	99,24	82,20	-
Característica do extrusado								
Densidade (g/l) ^{a,c}	383,5	341,3	349,1	364,5	323,8	369,5	371,6	4,586
Índice de expansão ^{a,f}	1,51	1,58	1,59	1,59	1,62	1,51	1,62	0,025
Dureza (kgf/cm ²)	6,39	7,02	6,25	7,16	7,15	6,36	7,41	0,300
Friabilidade (g) ^{a,b,c,d,e,f}	0,060	0,030	0,109	0,104	0,069	0,050	0,099	9,165 E ⁰⁴

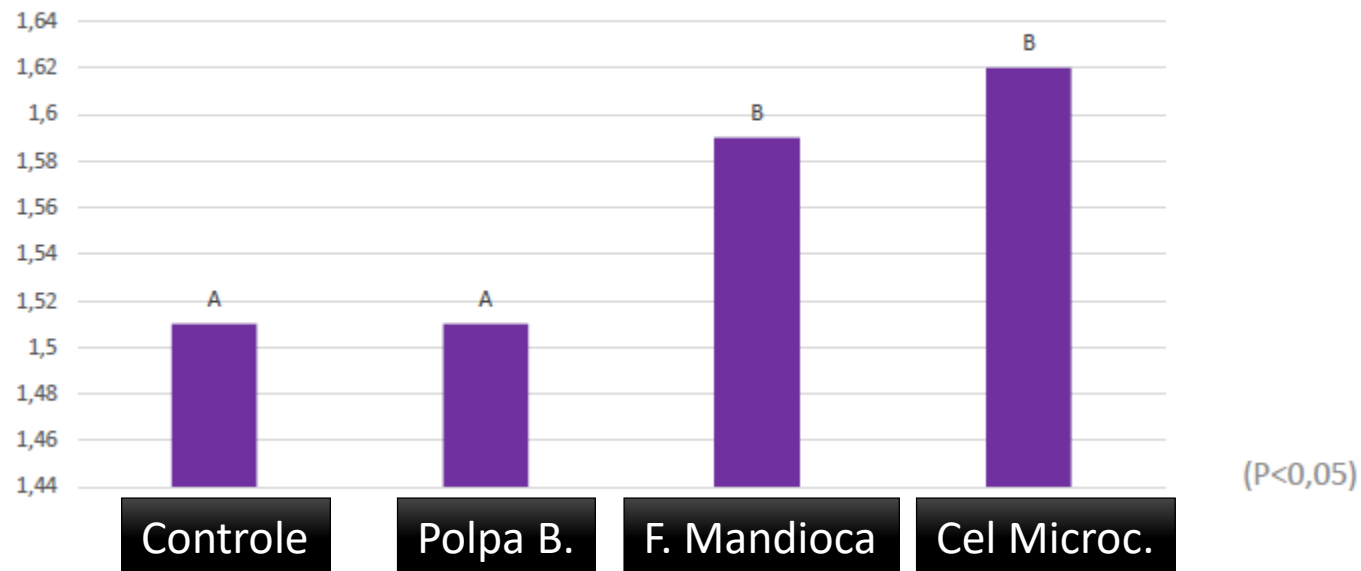
✓ Aumento na velocidade da rosca da extrusora e da amperagem na produção -> **maior gasto da energia na fábrica.**

✓ Produção de extrusados menos densos e mais expandidos

Fibra de mandioca - cães



Índice de Expansão



Fibra de mandioca em níveis crescentes até 11,9% resultou em extrusados mais expandidos



Conclusões

A Ilusão do Iceberg

Special Do
COMPANY

**VISÃO
SISTÊMICA**

→ Adicionar fibra em excesso e reduzir custos formulação

→ Queda de produtividade

→ Maior gasto com manutenção

→ Aumento reclamação clientes

→ Maior gasto de energia

→ Aumento do custo fixo

→ Aumento geração de finos

Decisões assertivas:

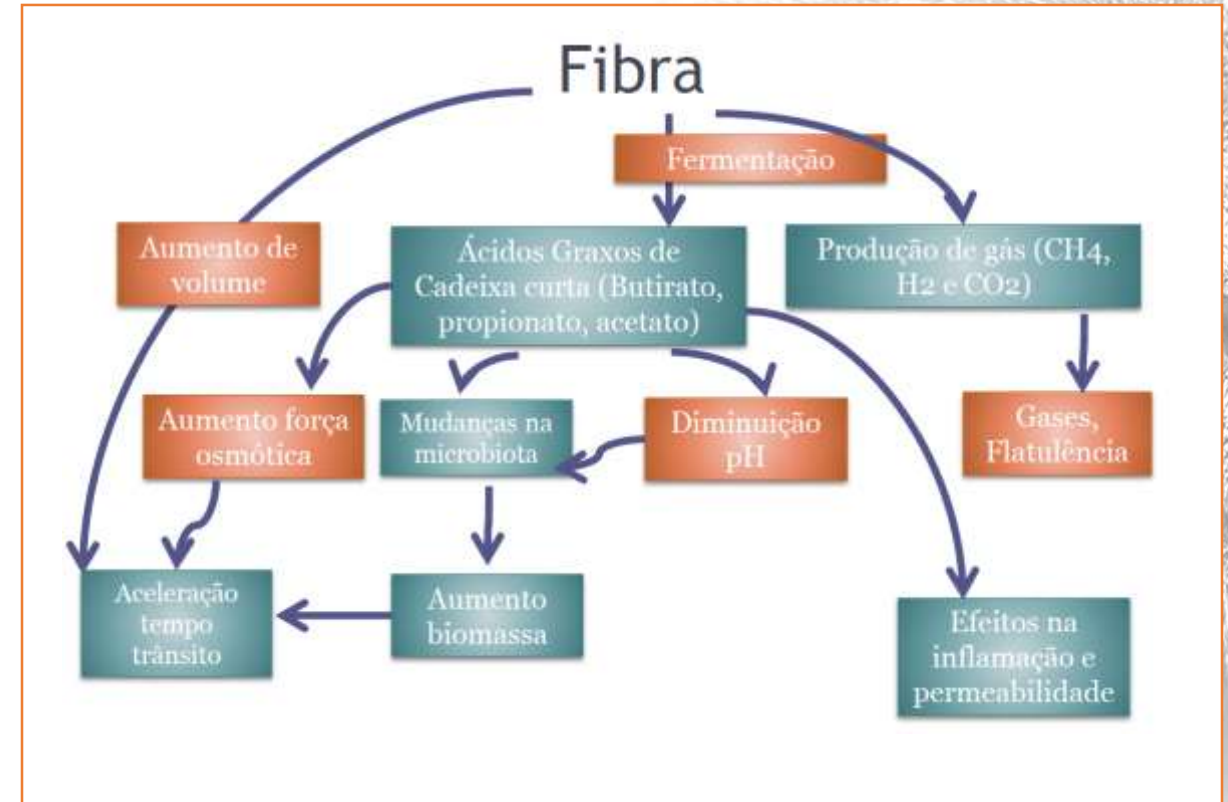


Consumir menos com os mesmos recursos:

- Investir na receita pode valer a pena
- Manter balanço nutricional ideal
- Equilíbrio uso ingredientes x rendimento ideal

Conclusões

- ✓ Fibras é um assunto relevante frente à seus potenciais impactos.
- ✓ Formulador -> Protagonista da cadeia.
- ✓ Níveis adequados de fibras possuem diversos efeitos positivos. Toda formulação adequada apresenta fontes de fibra.
- ✓ Estudos com extrusão envolvendo diferentes tipos de fibra e análises usualmente possuem conclusões contraditórias de acordo com a fonte e tamanho partícula.
- ✓ Foco da moagem é distribuição ideal das partículas;
- ✓ Fibras podem limitar o cozimento do amido no processo e aumentar o consume de energia, fato que precisa ser considerado durante decisões de processo.



- ✓ Fibras podem interferir na palatabilidade, mas existem exceções.



mariana.monti@manfrim.com.br

Obrigada!