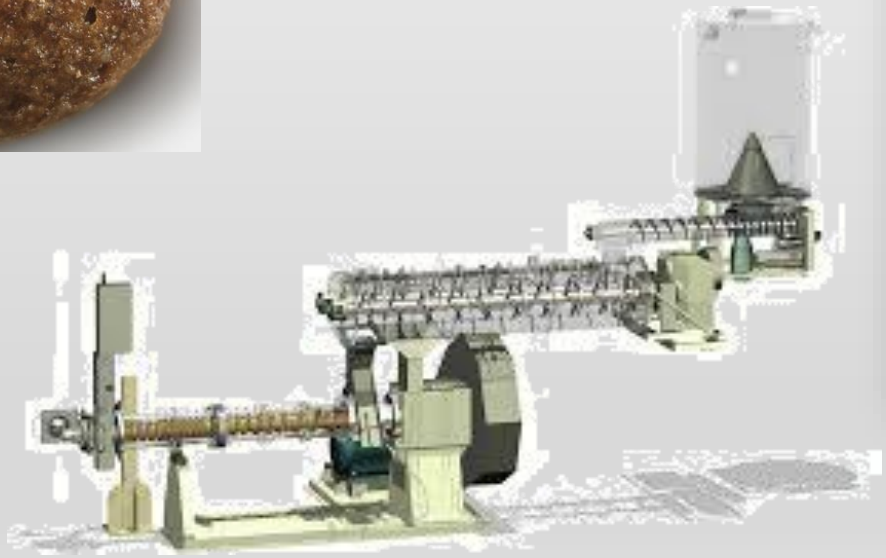
Ingredientes e suas implicações na eficiência de extrusão, digestibilidade e aparência do produto.











Fabiano Cesar Sá, MV, PhD.
Companion Animal Nutritionist from Wenger Service Team.
fabiano@wenger.com

Campinas, 13/03/2016

Tendências do consumidor de Rações

1) Alta demanda por formulações e ingredientes de alta qualidade
2) Aumento da “Humanização” dos animais de estimação
3) Preocupação com a fonte de proteína
4) Demanda por alimentos seguros

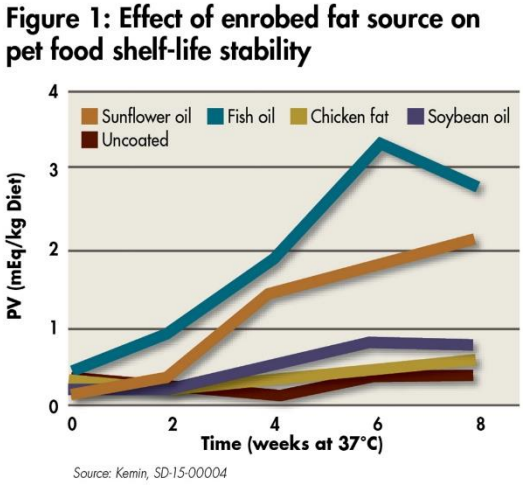


Desafios do Processamento



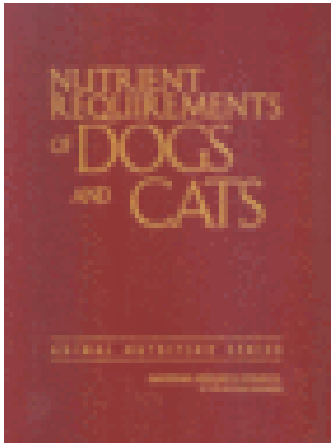
1. Variações nas matérias primas
2. Perda de nutrientes
3. Estabilidade do produto
4. Custos de fórmula e produção

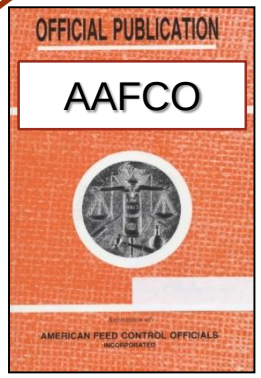


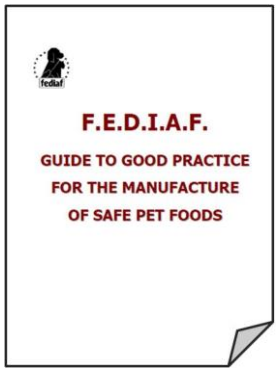




Ingredientes









ABINPET

2006 até dias atuais



Necessidades nutricionais

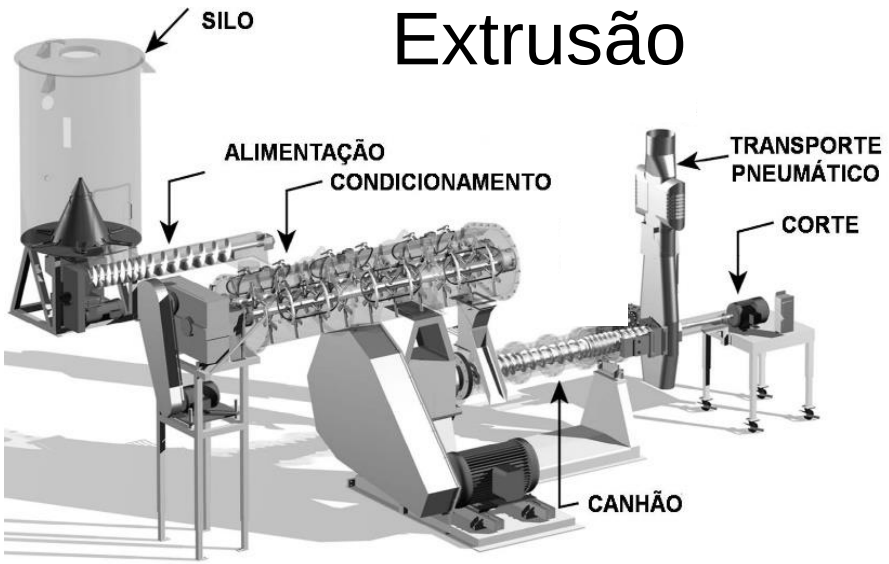
Informações necessárias

FORMULAÇÃO

INGREDIENTES x EXTRUSÃO

- Nutrição
- Palatabilidade
- Produtividade
- Controle Microbiologico
- Aparência

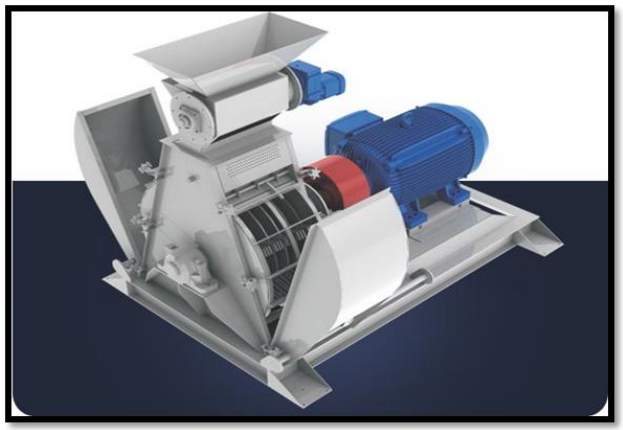
Ingredientes

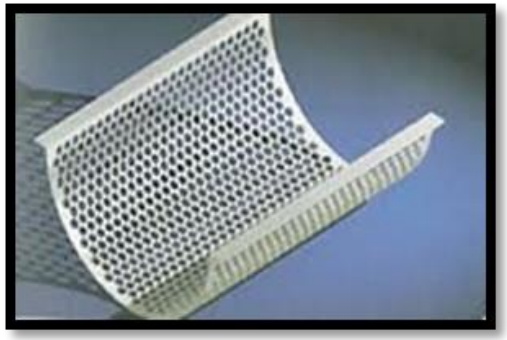


Processamento controlado preserva as perdas de nutrientes e exigências nutricionais.

Moagem da mistura

- Qual equipamento utilizado e tamanho de peneira?
  - Moinho de martelos e suas características acompanhadas
  - Peneiras de 0,6 a 0,8 mm...





Granulometria fina e homogênea

"Diretriz primária de processo de extrusão sem ocilações".



" + IMPORTANTE"

Avaliação do diâmetro geométrico médio (DGM)

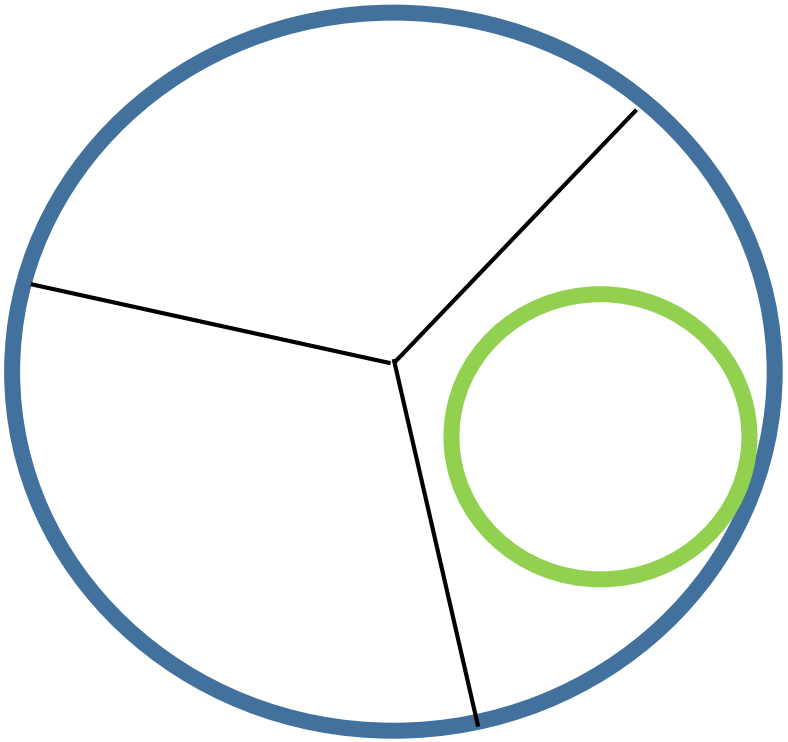
"Granulometria"



2) Diretrizes para a moagem da Receita

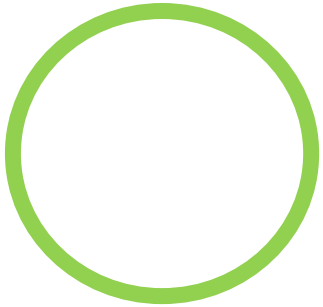
1. DGM fino e homogêneo, “processo de extrusão sem ocilações”.
2. Tamanho máximo de partícula= 1/3 da abertura do furo da matriz

Orificio de 1 mm



DGM da Moagem

Não deve ser maior que
333 micras ou 0,333 mm.



Matéria prima (Nutrientes)

- Nutrientes de maior quantidade no sistema
  - Carboidratos
  - Proteínas
  - Lipídios

} Influência direta no sistema de extrusão

- Nutrientes de menor quantidade no sistema
  - Minerais
  - Vitaminas
  - Pigmentos
  - Aromatizantes
  - Outros aditivos

Matéria prima (Nutrientes)

- Carboidratos amídicos







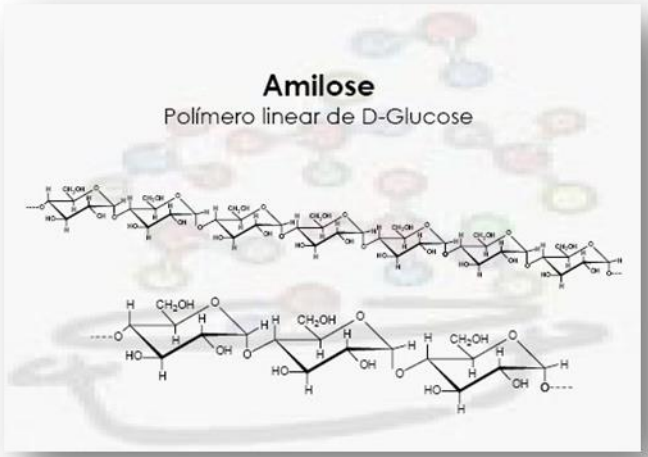


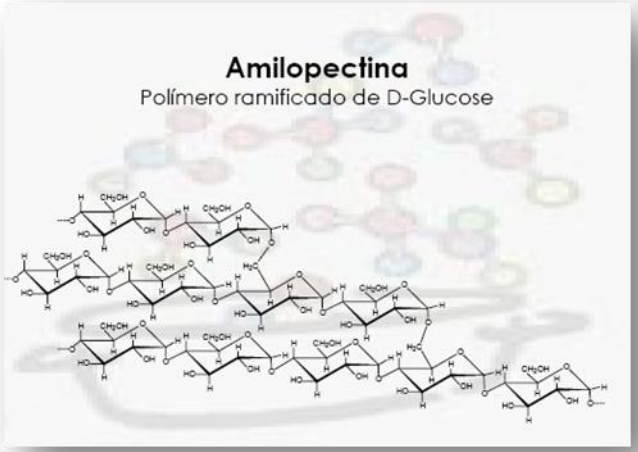


Matéria prima (Nutrientes)

- Carboidratos amídicos

Principal nutriente funcional para a extrusão termoplástica





Riaz, 2003

Funções do amido

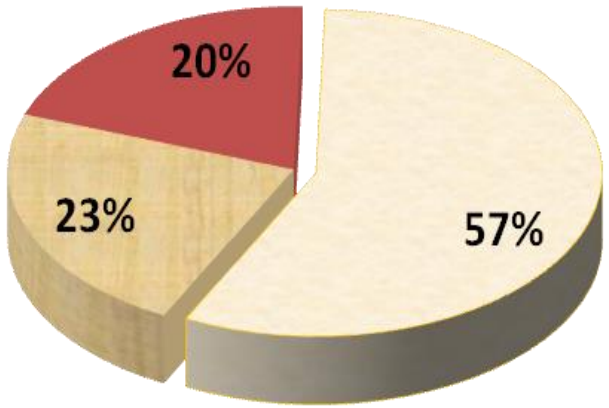
I . Função estrutural no extrusado:

1. Forma; 2. Textura; 3. Dureza; 4. Densidade

II . Maior parte da energia das rações:

1. Secas; 2. Semi-úmidas





Gordura (8,5 kcal/g)

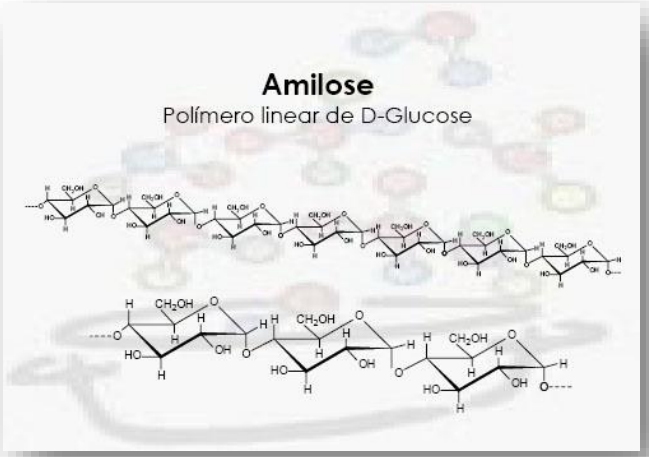
Protéina (3,5 kcal/g)

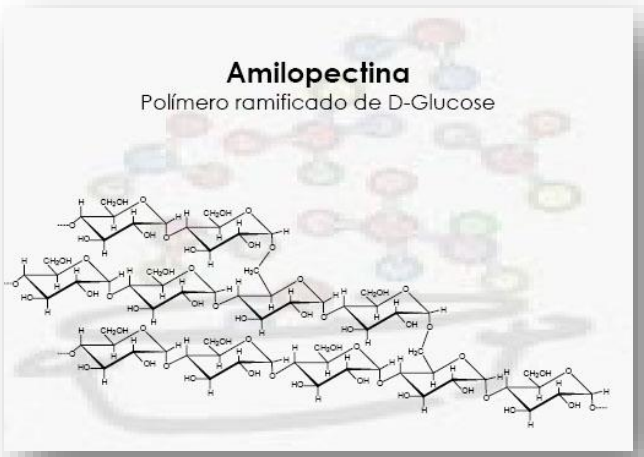
Carboidratos (3,5 kcal/g)

Conteúdo de amido

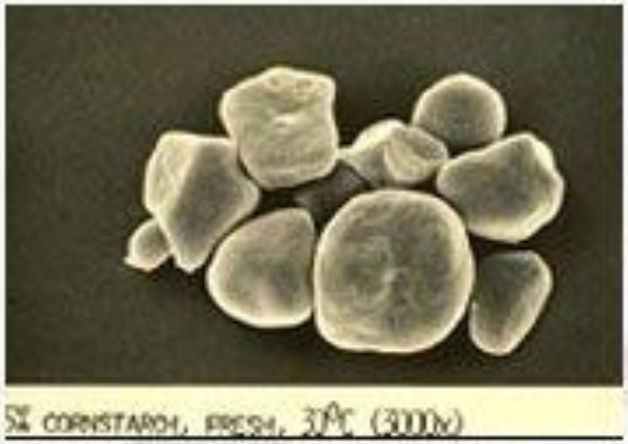
Ingredientes	% Amido MS
Milho	73
Arroz	75
Sorgum	71
Cevada	60
Aveia	45
Trigo	65

Amido





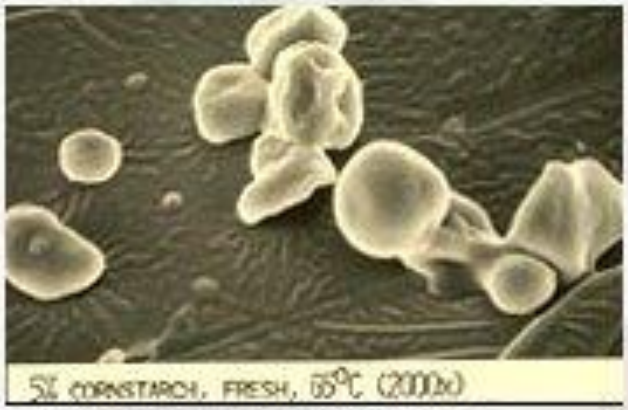
- Dois polímeros de glicose
  - Amilose (ligação α 1-4, forma linear)
  - Amilopectina (ligação α 1-4,ramificações α 1-6)
  - Variações nas proporções entre estes componentes podem resultar em grânulos de amido com propriedades físico-químicas e funcionais muito diferentes.
- Índice de gelatinização
  - Cozimento e moagem
    - Digestibilidade (Murray et al., 2001)



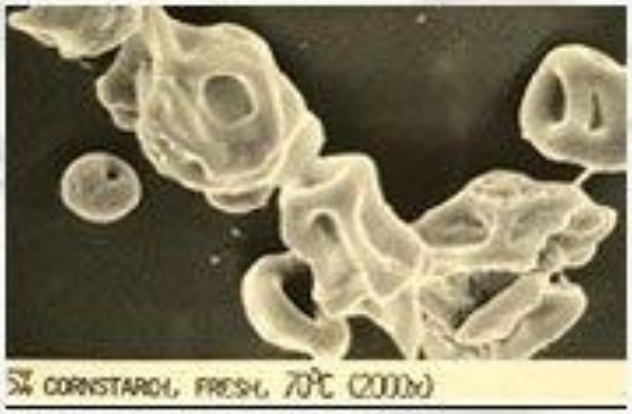
5% CORNSTARCH, FRESH, 30°C (300x)



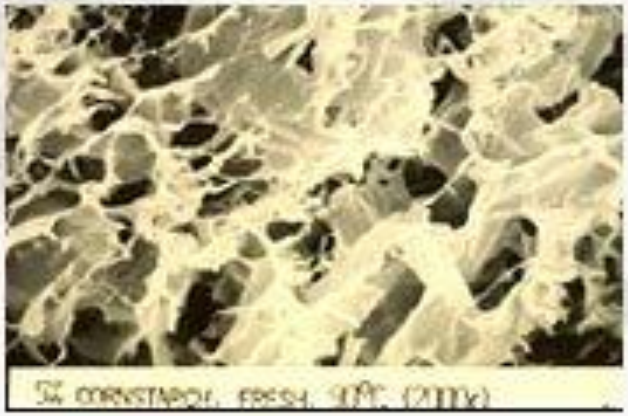
5% CORNSTARCH, FRESH, 50°C (300x)



5% CORNSTARCH, FRESH, 65°C (200x)



5% CORNSTARCH, FRESH, 70°C (200x)



5% CORNSTARCH, FRESH, 100°C (200x)

Insolúvel em água fria, perante aquecimento, água penetra nos grânulos e estes se incham, ocorrendo a gelatinização com o seu rompimento.

Níveis de Umidade Mínimos Necessários para Iniciar a Gelatinização do Amido

Fonte de Amido	% Umidade
Trigo	31
Milho	31
Milho com alta amilopectina	28
Milho com alta amilose	34

Umidades mais baixas durante a extrusão requerem maiores temperaturas de extrusão para atingirem o mesmo nível de cozimento.

Temperaturas para Gelatinização

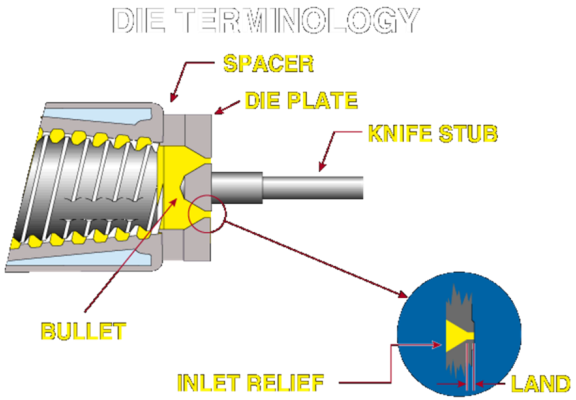
Ingredientes	Energia de Gelatinização (cal / gram)	Amilose (%)	Grânulo (micras)
Milho alta amilose	7.6	55	5-25
Milho	5.8	28	5-25
Batata	6.6	20	15-121
Mandioca	5.5	22	5-35
Trigo	4.7	28	1-35
Milho seroso	4.7	0	5-25

Arroz como Fonte de Amido

1. Boa fonte de amido que se hidrata lentamente, mas tem expansão boa.

2. Usar menor quantidade de vapor no pré-condicionador e mais água para evitar instabilidade no processo.

3. Pode ser pegajoso se forem usadas variedades de grão curto.





Arroz curto



Arroz médio



Arroz longo

4. Boa digestibilidade do amido em DGMs pequenos, médios e grandes
   - Dietas com arroz (317µm, 400 µm e 578 µm)

Bazolli, 2007 , Bazolli et. al, 2015

5. Aparência do extrusado melhor quanto menor o DGM da mistura.

Milho como Fonte de Amido

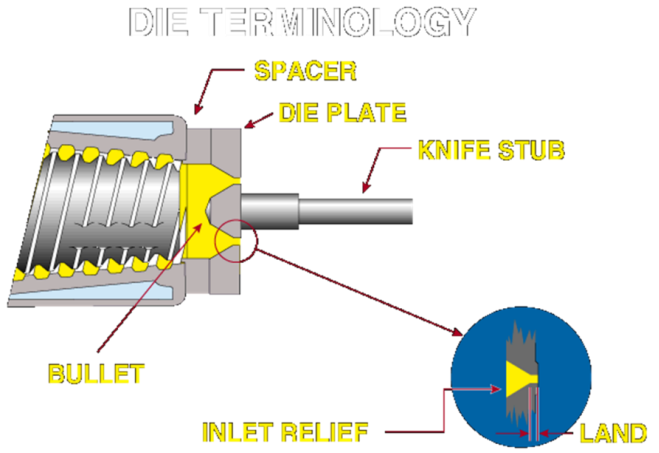


1. Boa expansão
2. Excelente Liga
3. Pegajoso quando em altos níveis (>40%)
4. Digestibilidade do amido decresce quanto maior o DGMs

Bazolli, 2007; Bazolli et al., 2015

5. Aparência do extrusado melhor quanto menor o DGM da mistura.

- Fórmula com altos níveis, usar uma distância menor na saída do furo da matriz para evitar pegajosidade e instabilidade do extrusor.



Tubérculos como Fontes de Amido
(Batata & Mandioca)

1) Excelente liga (a níveis de 5%)
2) Requerem menor quantidade total de amido na dieta
3) Boa expansão
4) Geralmente pré-cozidos
5) Formulações com alta inclusão de carne
6) Aparência do *pellet* suave/lisa
7) Alto custo





VARIAÇÃO DE INGREDIENTES AMILÁCEOS



1) Variedade
2) Localização e condições de plantio
3) Condições da colheita e secagem
4) Estocagem e etapas do processamento
    a) Tempo entre a moagem e a extrusão
    b) Tempo entre a moagem/mistura e a extrusão

Matéria prima (Nutrientes)

- Carboidratos não amídicos



Solubilidade da Fibra



Solubilidade	Fibra insolúvel	Fibra solúvel
Fermentabilidade	Parcial ou baixa	Rápida ou alta
Exemplos	Farelos de cereais, vegetais (farelo de trigo, casca de soja), cascas de frutas e de vegetais, amidos resistentes.	Beta-glucanos de aveia, cevada, pectina de frutas, sementes de *Psyillium*, inulina, raízes de vegetais, legumes, gomas naturais.

Matéria prima (Nutrientes)

- Proteínas



Proteína

- Fontes vegetais
  - Soja, Legumes, Glúten de Trigo e Milho, cereais
    - Boa propriedade funcional estrutural
    - Baixo custo
    - Bom perfil de aminoácidos

- Fontes Animais
  - Carne, Peixe, Frango, Sangue, Gelatina
    - Pobre propriedade funcional estrutural para farinhas
    - Melhor propriedade funcional estrutural quando fonte fresca ou spray dried.
    - Alto custo
    - Ótimo perfil de aminoácidos.





Fontes proteicas de origem vegetal e animal - propriedades

Farelo de soja	- Fonte de proteína funcional para extrusão, com alta quantidade de proteína. - Aparência no extrusado pouco perceptível - Boa digestibilidade (80,3 a 86,31%) Zuo et al., 1996; Clapper et. al, 2001; Carciofi et al., 2006.
Farelo de glúten de milho (protenose)	- Fonte de proteína funcional para extrusão, com alta quantidade de proteina. - Aparência no extrusado pouco perceptível - Boa digestibilidade (74,2 a 88,13%) Case & Czarnecki-Maulden, 1990; Carciofi et al., 2006.
Farinha de Carne e Osso	- Fonte de proteína não funcional para extrusão, com alta quantidade de gordura e minerais. - Aparência no extrusado comprometido pelo excesso de cinzas. - Boa digestibilidade (79 a 85,8%) Murray et al., 1997; Jonson et al., 1998; Carciofi et al., 2006; De Oliveira et. al, 2011.
Farinha de Vísceras de Aves	- Fonte de proteínas pouco funcionais para extrusão. - Cor marrom escuro, a farinha com baizas cinzas apresenta em cor bege. - Apresenta alta concentração de óleos. - Aparência do extrusado comprometido pelo excesso de cinzas. - Boa digestibilidade (77 a 84,4%) Murray et al., 1997; Carciofi et al., 2006; De Oliveira et. al, 2011.
Farinha de Peixe	- Propriedades semelhantes às da farinha de vísceras de aves.

Efeito da Qualidade da Proteína da Matéria prima

7 PDI 12 PDI 30 PDI 54 PDI



Muito Escura

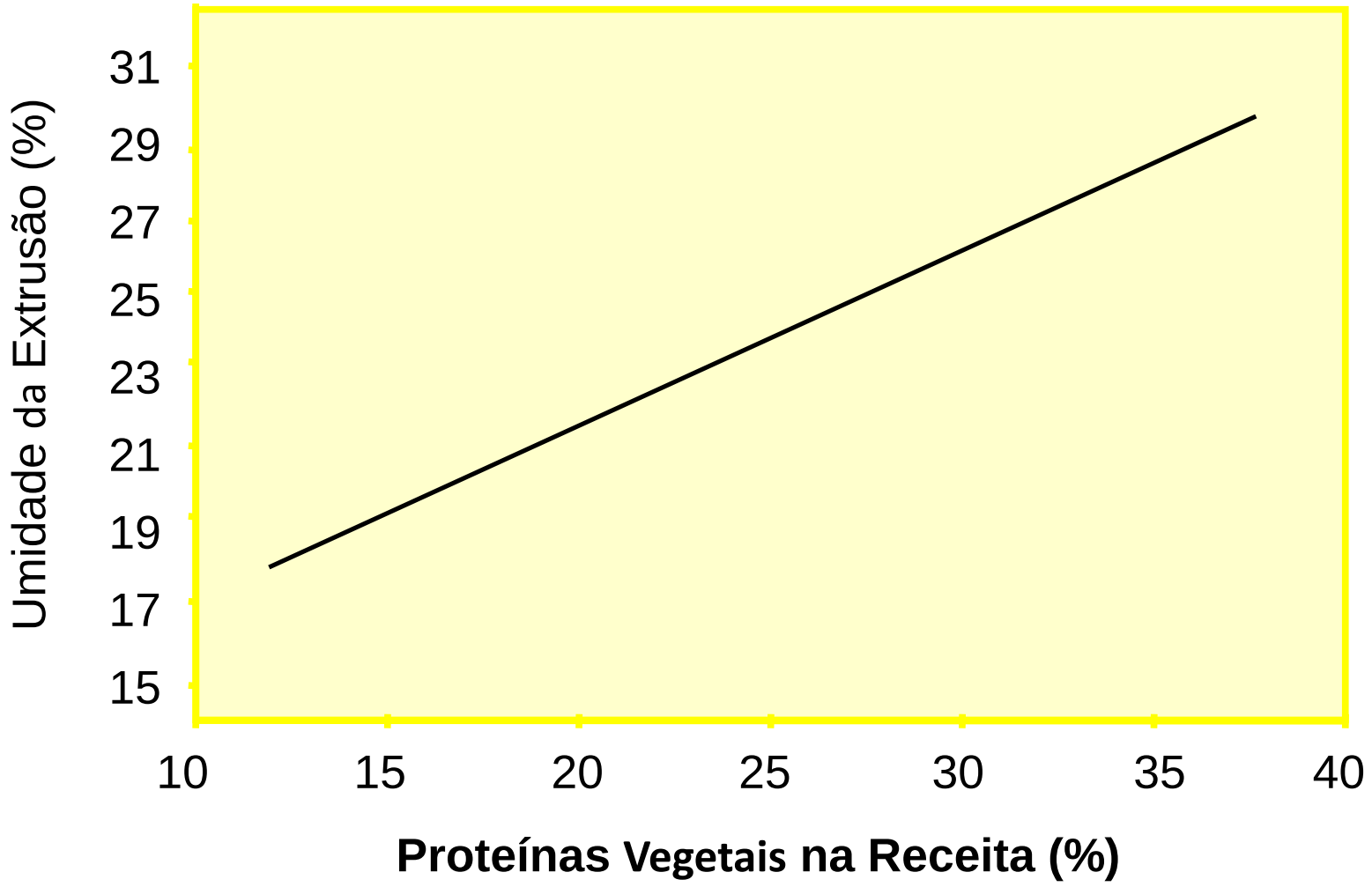
COR DO PRODUTO

Muito Clara

Proteínas da Soja usadas na Ração
(Farelo de Soja)

Proteínas da Soja usadas para Alimento
(Farinha, Concentrada, Isolada)

Efeitos dos níveis de Proteína Vegetal na Umidade da Extrusão



Matéria prima (Ingredientes)

- Gorduras (lipídeos)















Fonte de lipídios

- Gordura animal
- Gordura de aves
- Óleos Marinhos
- Óleos de cereais

Funções dos lipídeos nos alimentos

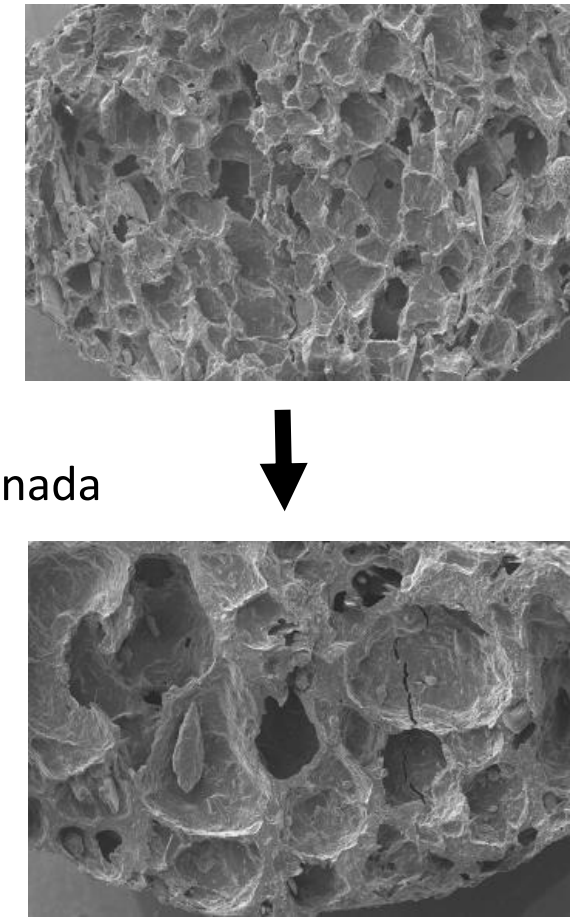


- Fonte de energia
- Aumento da palatabilidade
- Fornece ác. graxos essênciais
- Veículo para vitaminas lipossolúveis
- Modificador de textura e densidade
- Controle de finos

É necessário usar o método EEHA para determinar os níveis de gordura em alimentos extrusados

Impacto da Injeção de Gordura no Pré-condicionador

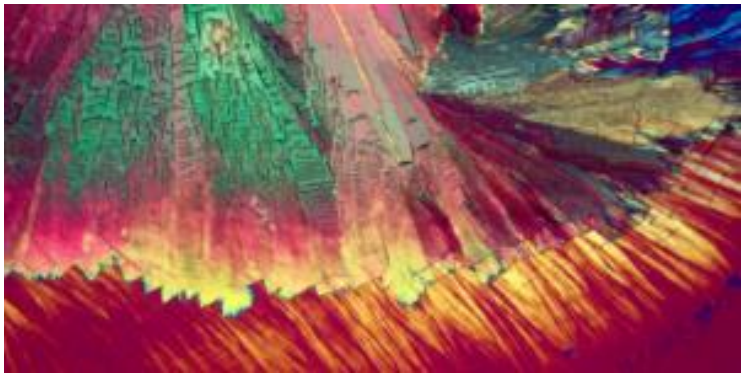
1. Maior estrutura celular
2. EME (energia mecânica específica) reduzida
3. Hidratação do produto em água mais lenta
4. Qualidade do produto melhorada se gordura for adicionada no recobrimento
5. Aumento da densidade do produto
6. Durabilidade do produto reduzida – mais finos
7. Maior dificuldade de secar o produto após a extrusão.



Perda de Vitaminas e corantes durante a Extrusão

Retenção de Vitaminas e corantes depende de:

- Formulação com ingredientes (beterraba, milho, arroz)
- Temperatura
- Umidades
- Tempos de retenção



- Uma média de 10-15% de vitaminas e pigmentos são perdidos durante a extrusão. Compensação é feita por sobredosagens.
- Formas estáveis ao calor de vitamina C estão disponíveis.

Digestibilidade e escolha de ingredientes

Composição química analisada

ITEM	[1]Alimento A	[2]Alimento B
MS (%)	93,2	93,2
MM(%)	8,65	8,05
PB(%)	26,0	26,5
EEHA(%)	11,3	11,6
FDT(%)	14,7	11,3
FB (%)	3,93	3,59
Amido (%)	32,5	37,01
EM (kcal/g)	3,77	4,11
Densidade (g/L)	330	340
Gelatinização amido (%)	86,1	97,6
DGM	354	317

[1,2]Formulado de acordo com a **FEDIAF, 2013**

Digestibilidade e escolha de ingredientes

INGREDIENTES (%)	[1]Alimento A	[2]Alimento B
Milho grão	40,90	60,90
F. Vísceras frango	28,79	33,18
Farelo de trigo	25,00	-
Fibra de cana de açúcar	-	1,29
Gordura de aves	n/d	n/d
Palatabilizante líquido	n/d	n/d
Cloreto potássio	n/d	n/d
Sal comum	n/d	n/d
Premix min/vit [1]	n/d	n/d
Cloreto colina 60%	n/d	n/d
Antifúngico	n/d	n/d
Antioxidante	n/d	n/d
Lisina	n/d	n/d
Calcário	n/d	n/d
TOTAL %	100,00	100,00
***Custo R$ (kg) – S/imposto e frete**	**1,06**	**1,19**

[1,2]Formulado de acordo com a **FEDIAF, 2013**

***Custo de fórmula abril 2016**

Efeito da digestibilidade e valor biológico sobre a proteína utilizável

Coeficientes de digestibilidade aparente (%)		
	Alimento A	**Alimento B**
Matéria seca	76,19[b]	81,46[a]
Matéria orgânica	81,37[b]	86,30[a]
Matéria Mineral	21,42	26,17
Proteína bruta	83,44[b]	87,30[a]
Extrato etéreo ácido	86,90[b]	91,72[a]
Fibra dietética total	32,9	35,36
Amido	99,19	99,07
Energia bruta	81,88[b]	86,57[a]

Alimento A

26% proteína, com **83,44%** de digestibilidade

83,44% de 26 = 21,69% de proteína disponível

proteína com **79%** de digestibilidade dos ingredientes 79% de 21,69% disponível = **17,13% utilizável**

Alimento B

26% proteína, com **87,30%** de digestibilidade

87,30% de 26 = 22,69% de proteína disponível

proteína com **86%** de digestibilidade dos ingredientes 86% de 22,69% disponível = **19,51% utilizável**

Efeito do amido no produto durante a extrusão

Ausência de “liga”(Alimento A)

- Energia mecânica específica excessiva
- Baixa produtividade 6500 kg/h em um Extrusor de 10000 kg/h
- Produto Fragilizado
- Excesso de finos
- Sem retenção de gordura



Efeito do amido no produto durante a extrusão

Boa “liga” (Alimento B)

- Produtividade de 8000 kg/h em um Extrusor de 10000 kg/h
- Produto mais resistente
- Redução de finos
- Maior retenção de gordura
- Aumento de 20 % a mais de milho
    - Sem farelo de trigo

INGREDIENTES (%)	Alimento A	Alimento B
Milho grão	40,90	60,90
F. Vísceras frango	28,79	33,18
Farelo de trigo	25,00	-
Fibra de cana de açúcar	-	1,29



Efeito do amido no produto durante a extrusão



Alimento A



Alimento B

Wenger do Brasil Ltda. Rua A, n 467 - Lot. Portal do Anhanguera - Bairro Macuco 13.279-390 - Valinhos Fone: + 55 19 38831 5060 Fax: + 55 19 3881 5064
CNPJ: 05.469.371/0001-30 **WWW.WENGER.COM**

AUMENTO DE EFICIÊNCIA DA FÁBRICA

Extrusor X185 (Capacidade hora de 10 ton)

Extrusor X185 (6.5ton)	Qual a Produção HORA ATUAL?	6,5	Toneladas/mês
	Qual a Produção MENSAL ATUAL?	3380	Toneladas/mês
	Qual a Produção ANUAL ATUAL?	40.560	Toneladas/ano
	Horas Trabalhadas DIÁRIO	20	Horas/dia
	Dias Trabalhados MENSAL	26	Dias/mês
	Horas Trabalhadas MENSAL	520	Horas/mês
	Horas Trabalhadas ANUAL	6.240	Horas/ano
	PRODUÇÃO MÉDIA HORÁRIA REAL	6,5	Toneladas/hora
	CAPACIDADE NOMINAL DA EXTRUSORA	10	Toneladas/hora
	EFICIÊNCIA ATUAL	65%	
Extrusor X185 (8ton)	Produção MENSAL Objetivada	5200	Toneladas/mensal
	Produção ANUAL Objetivada	62.400	Toneladas/ano
	PRODUÇÃO MÉDIA HORÁRIA REAL	8	Toneladas/hora
	CAPACIDADE NOMINAL DA EXTRUSORA	10	Toneladas/hora
	EFICIÊNCIA ATUAL	80%	

		ANTES	DEPOIS
	Toneladas Vendidas (Supondo Produzido = Vendido)	40.560	62.400
	Preço venda por tonelada Médio - ESTIMADO!!	R$ 1.300,00	R$ 1.300,00
	Vendas Totais no Ano	R$ 52.728.000	R$ 81.120.000
	Custo Variável por Tonelada (matéria-prima)	R$ 1.064	R$ 1.119
	Custo Produção Total Anual	R$ 43.155.840	R$ 69.825.600
	Margem Bruta	R$ 9.572.160	R$ 11.294.400
	DIFERENÇA/AUMENTO NO FATURAMENTO BRUTO ANUAL		R$ 1.722.240
melhorias na escolha de ingredientes e ajustes de processo - Aumento da Eficiência			53,85%

Obrigado!





Fabiano Cesar Sá, MV, PhD.
Companion Animal Nutritionist from Wenger Service Team.
fabiano@wenger.com

Perguntas?

Fabiano Cesar Sá, MV, PhD.
Companion Animal Nutritionist from Wenger Service Team.
fabiano@wenger.com





