

Extrusão termoplástica de alimentos para cães e gatos

Prof. Dr. Aulus Cavalieri Carciofi

Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias

UNESP, campus de Jaboticabal



Moagem e extrusão de rações para cães ou gatos

- 1) Formatar – apreensão, mastigação, deglutição
palatabilidade/saúde oral
- 2) Modificar – desnaturar proteínas, inibir fatores antinutricionais, cozinhar os amidos
digestibilidade/palatabilidade respostas metabólicas
- 3) Texturizar – alterar a estrutura, sensação de mastigação
palatabilidade
- 4) Conservar – manter os alimentos (ingredientes) adequados por mais tempo
custo
- 5) Ampliar o uso de ingredientes
custo

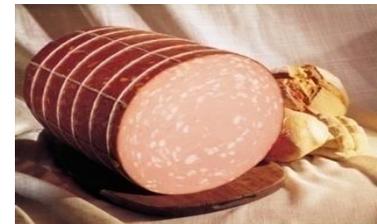
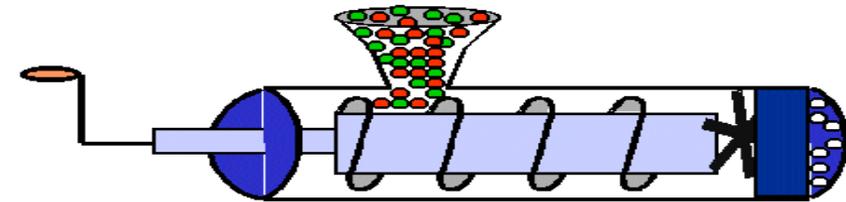
Extrusão

Consiste em empurrar um material a ser moldado através de uma matriz com geometria pre-determinada.



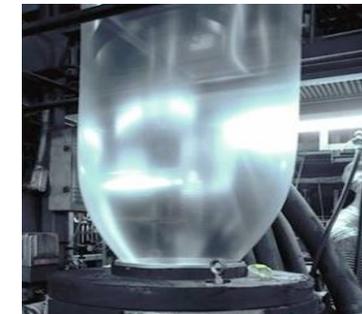
Extrusão convencional

Ex. Massas alimentícias, embutidos cárneos



Extrusão termoplástica

Ex. extrusados expandidos, *pellets*, ração animal, plásticos e biofilmes



Extrusão

É o processo pelo qual amidos e/ou proteínas umedecidos, expansíveis, tomam forma plástica e são cozidos em um tubo sob uma combinação de umidade, pressão, temperatura e fricção mecânica.



Extrusão

Extrusão termoplástica → altas temperaturas, alta pressão

→ combina vários processos: mistura, cisalhamento, cozimento e modelamento

Mistura (ração): amido,
proteína, fibra,
Gordura, minerais,
água.



Produtos : snacks , rações,
plásticos, etc.

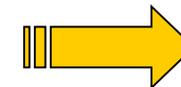


Extrusão a frio (convencional) → obtenção de massas alimentícias

Mistura de farinhas e
Água



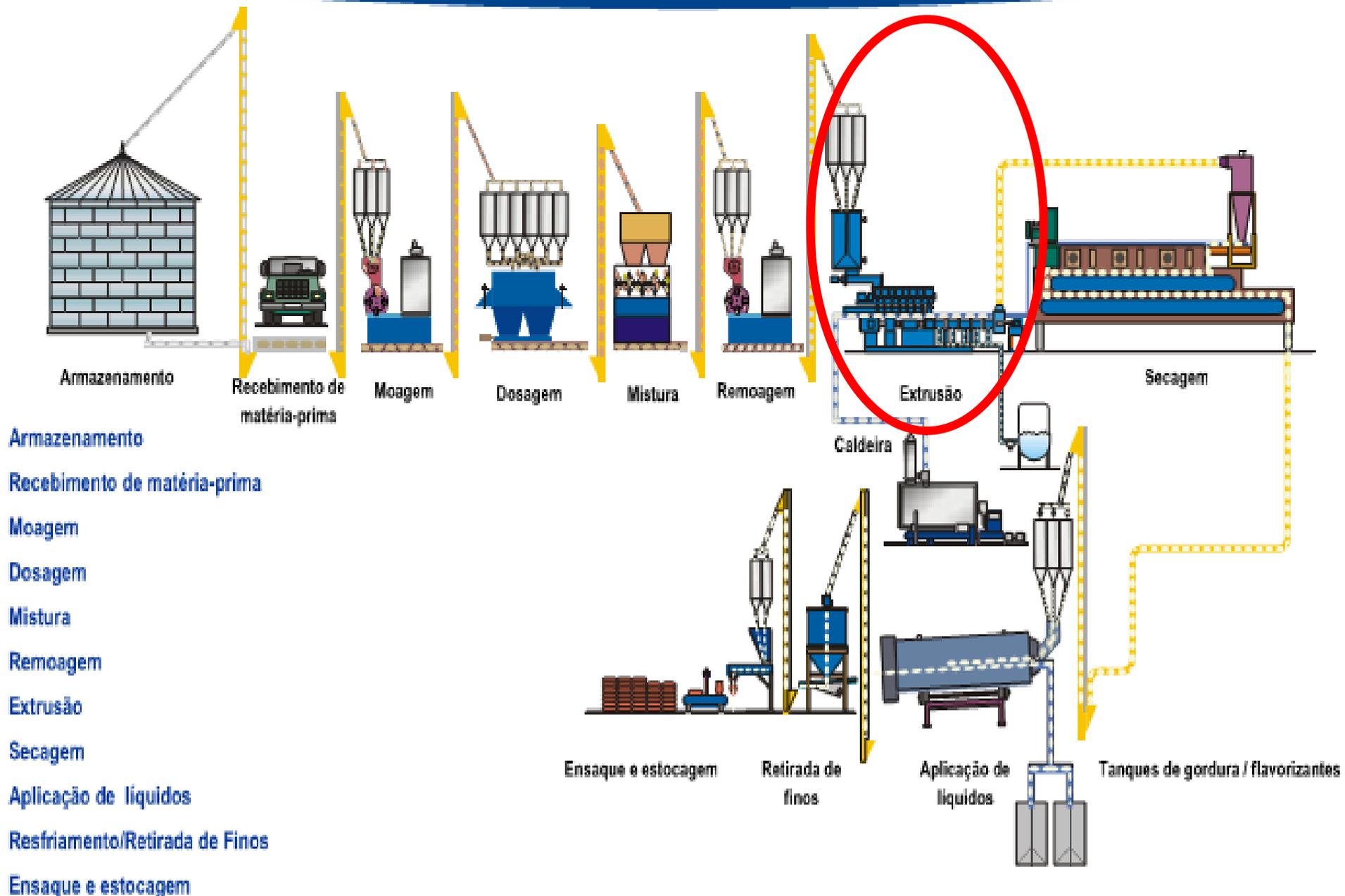
Baixa Temperatura,
Trabalho Mecânico (baixo
cisalhamento)



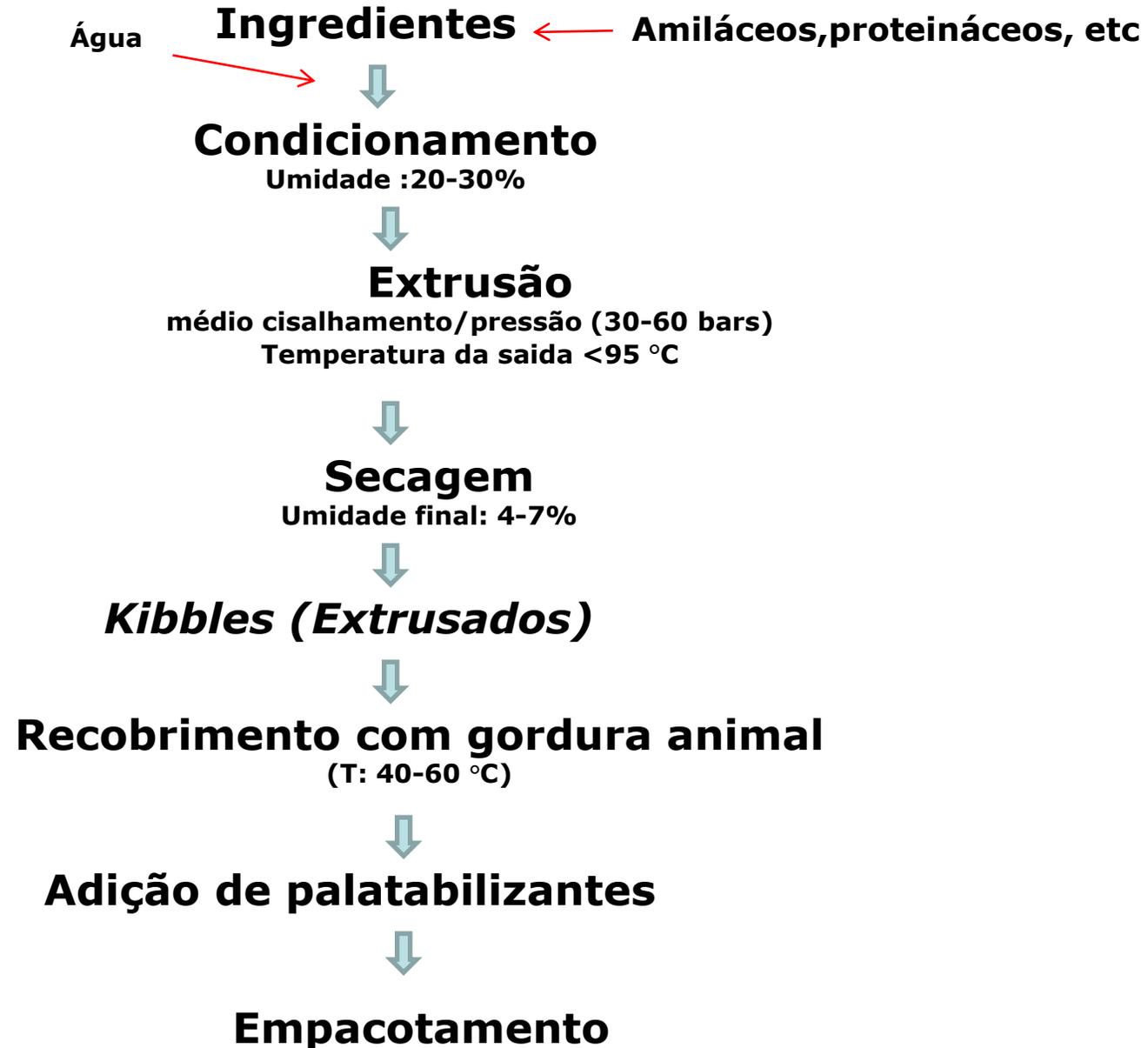
Pastas c/ formatos
Diferentes



Fluxograma de Produção de Ração Extrusada

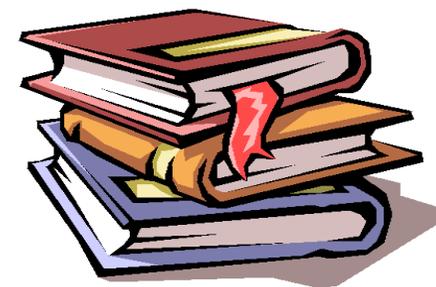


Fluxograma de produção na extrusão





Histórico



— **1870** Processamento de salsicha e embutidos

— **1900** Prensa hidráulica p/ macarrão

— **1935** Pastas Alimentícias

— **1940** Ração para Animais

— **1960** Produtos texturizados de soja, análogo de carne,
Inativação de fatores antinutricionais

— **1970** 2ª geração de extrusores com roscas e canhão segmentado

— **1990** 3ª Geração de extrusores com duplas roscas e
configurações de elementos da mesmas

Diferentes Tipos de Alimentos Extrusados



Pet food

**Expansão / Formatação / Esterilização / Textura Crocante/ Absorção de Gordura/Óleo/
Aromas**



**Alimentos para
Peixes**

Flotação / Afundamento / Absorção de Gordura / Óleo



**Alimento Inicial
Para Suínos**

Esterilização / Gelatinização



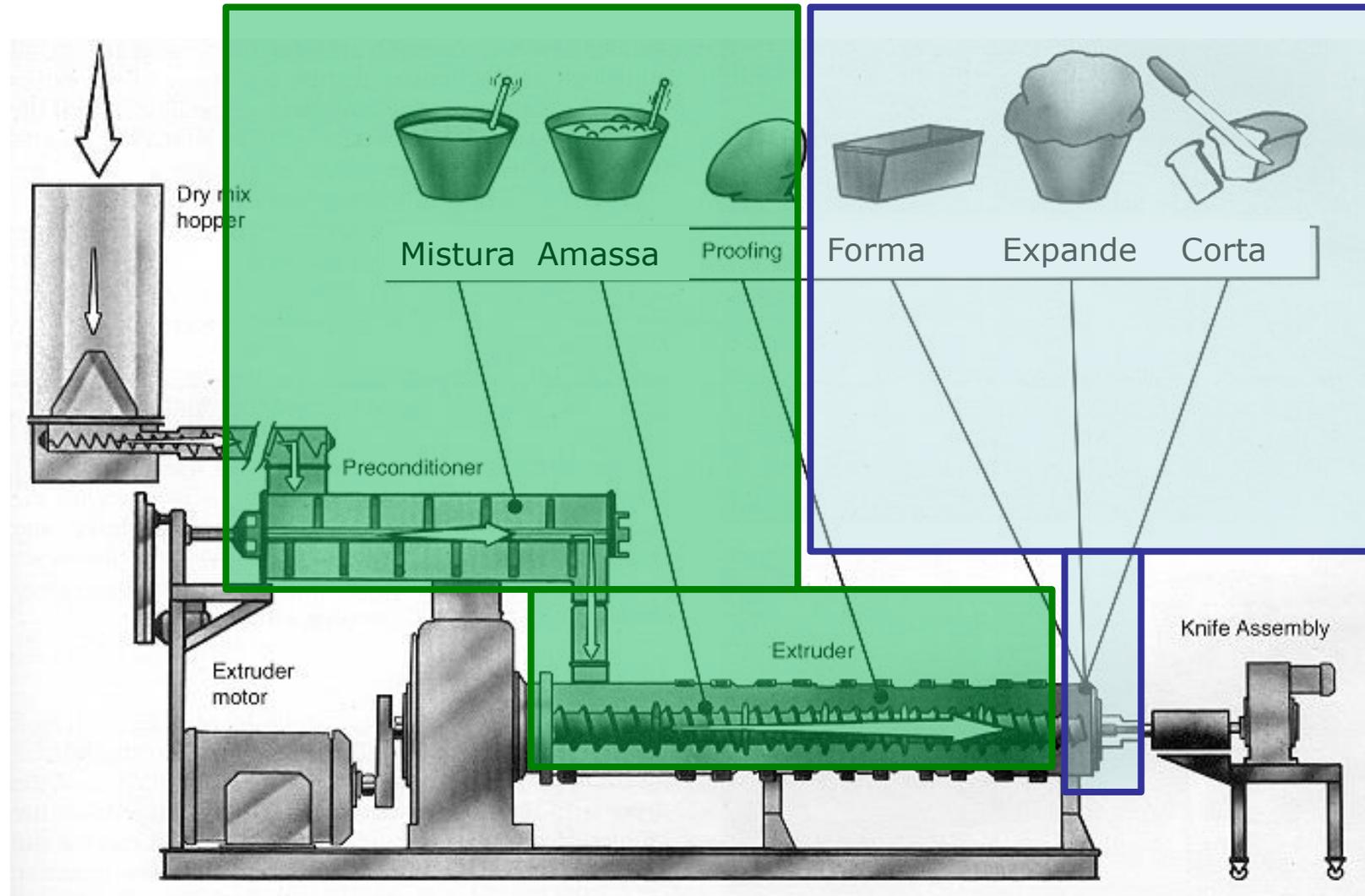
Soja

Proteína Texturizada e Redução de Inibidores de Crescimento

Extrusora

Digestibilidade
Inativar fatores antinutricionais
Controlar salmonela

Palatabilidade
Dureza/resistência
Aparência



Ingredientes

termo descritivo	exemplo	contribuição à dieta
Carne	músculo, língua, diafragma esôfago, coração	gordura animal, proteína, energia
Resíduos cárneos	pulmão, baço, rins, cérebro sangue, intestino	gordura animal. proteína, energia
Farinha de carne Far. de carne e ossos Far. de peixes Far. de sangue	produtos desidratados derivados de tecidos animais	gordura animal, proteína, energia
Cereais	milho, trigo, aveia, cevada glutenose de milho	amido, proteína vegetal, energia e fibra
Farelo de soja Farinha de soja	fonte vegetal de proteína proteína vegetal texturizada	proteína vegetal melhorador de textura

Ingredientes

termo descritivo	exemplo	contribuição à dieta
Gordura animal Gordura vegetal	sebo, gordura de aves óleos de soja e milho	Gordura, ácidos graxos essenciais, energia, palatabilidade
Ovo	ovo em pó	proteína de alto VB
Casca de grãos Resíduos agrícolas	farelos, fibras	fibra dietética
Umectantes	açúcares, sais, glicerol	reduzir a disponibi- lidade de água, energia
“Digest”	fígado, intestino e vísceras hidrolisadas de aves e coelhos	aroma, paladar e alguma proteína e gordura
Conservantes	benzoato de sódio sorbato de sódio e potássio	inibem o crescimento de fungos e bactérias
Flavorizantes / corantes / aromatizantes / vitaminas / minerais / antioxidantes		

Funcionalidade



Amido



Proteína

Fibra

**Gorduras,
Minerais
Vitaminas, etc.**

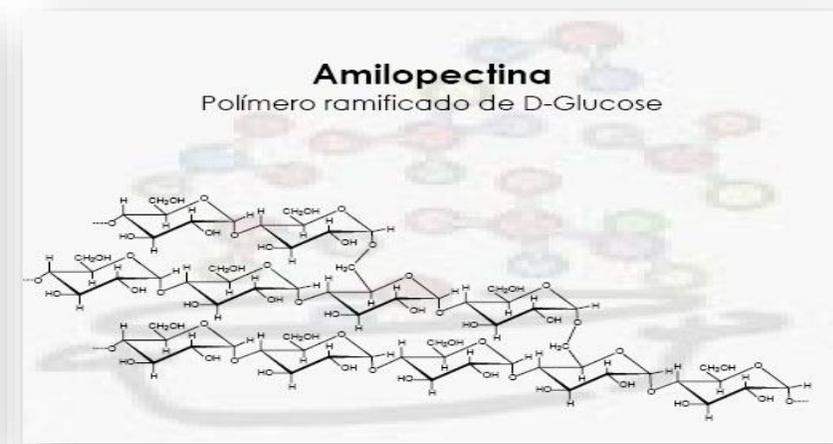
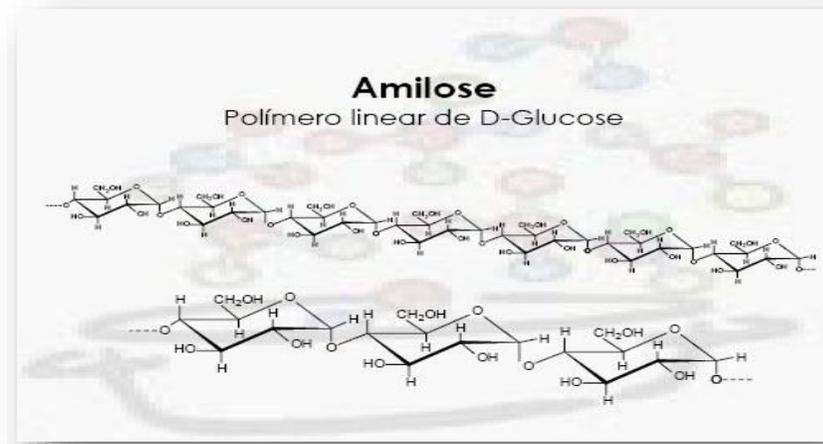
transformação

- 1) Moagem**
- 2) Mistura**
- 3) Extrusão**
- 4) Recobrimento**



Requer suficiente aplicação de energia

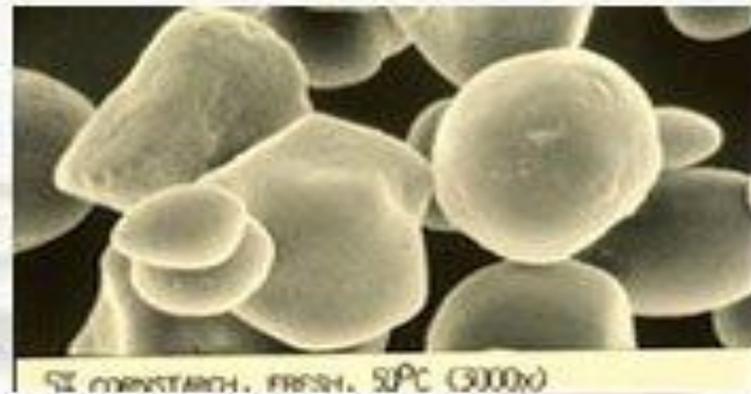
Amido



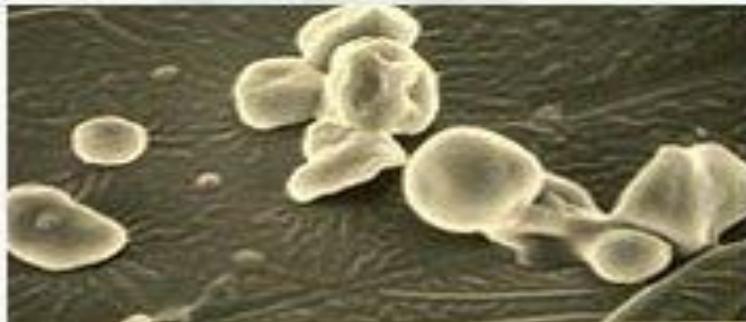
- Dois polímeros de glicose
 - » Amilose (ligação α 1-4, forma linear)
 - » Amilopectina (ligação α 1-4, ramificações α 1-6)
 - » Variações nas proporções entre estes componentes podem resultar em grânulos de amido com propriedades físico-químicas e funcionais muito diferentes.
- A extrusão gelatiniza/cozinha o amido
 - Grau de moagem (tamanho de partículas) mais as condições de extrusão (tempo de retenção, umidade, transferência de energia térmica e mecânica) determinam o índice de gelatinização



SEM CORNSTARCH, FRESH, 30°C (3000x)



SEM CORNSTARCH, FRESH, 50°C (3000x)



SEM CORNSTARCH, FRESH, 65°C (2000x)



SEM CORNSTARCH, FRESH, 70°C (2000x)



SEM CORNSTARCH, FRESH, 90°C (2000x)

Evolução dos grânulos de amido de milho durante o processo de aquecimento de uma suspensão a 5%.

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

Fatores que afetam a Gelatinização dos Amidos

- **Tipo de Amido**
No Brasil os mais usados são milho e quirera de arroz.
- **Tamanho das partículas da Moagem**
Uniformidade das partículas é fundamental para o processo
- **Condições do Processo**
- **No Pré-condicionador**
 - Utilizar o máximo possível da energia térmica
- **No Processo de Extrusão**
 - Utilizar o máximo possível da energia mecânica específica

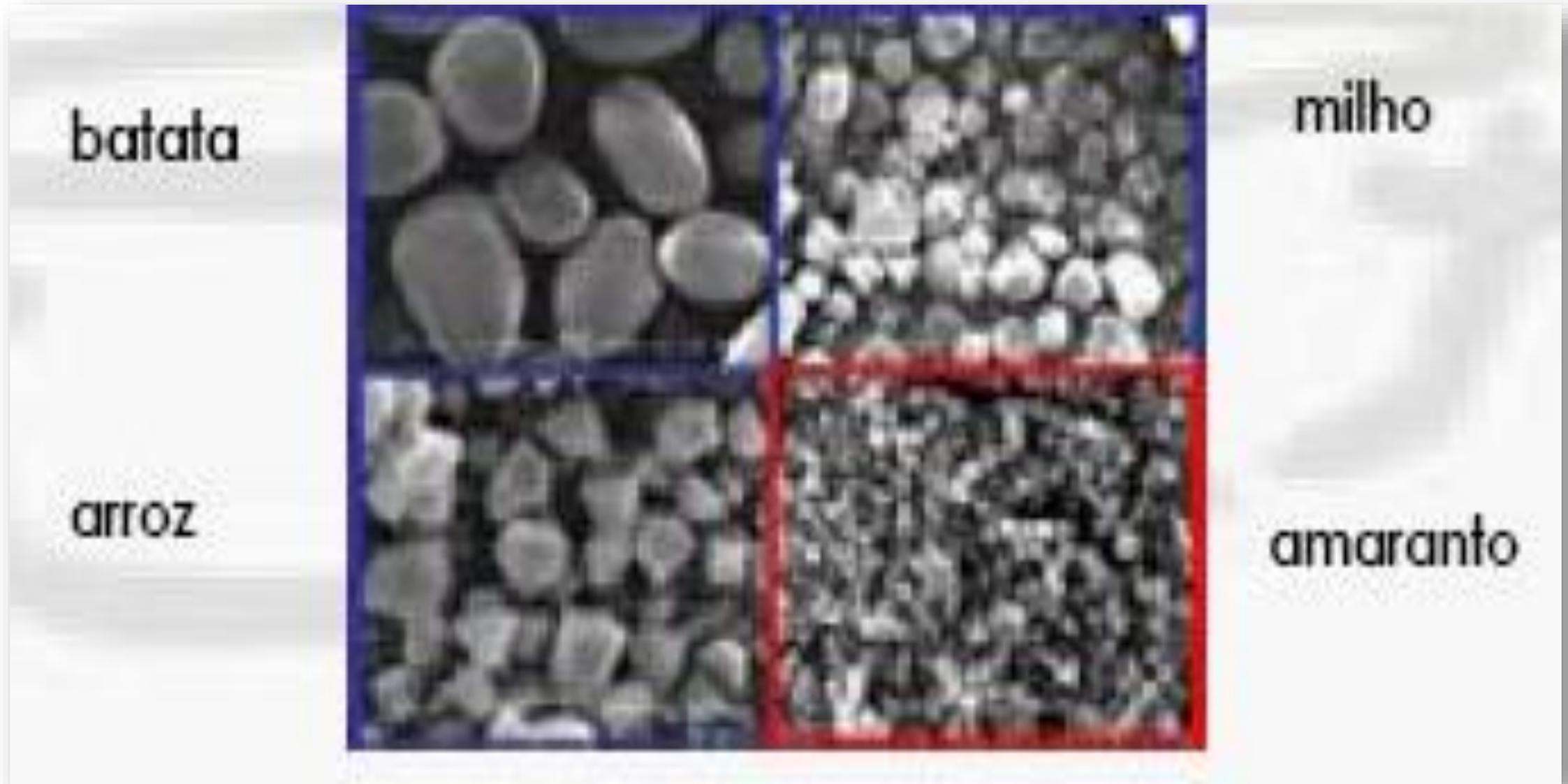
MATERIA-PRIMA

Conteúdo de amido

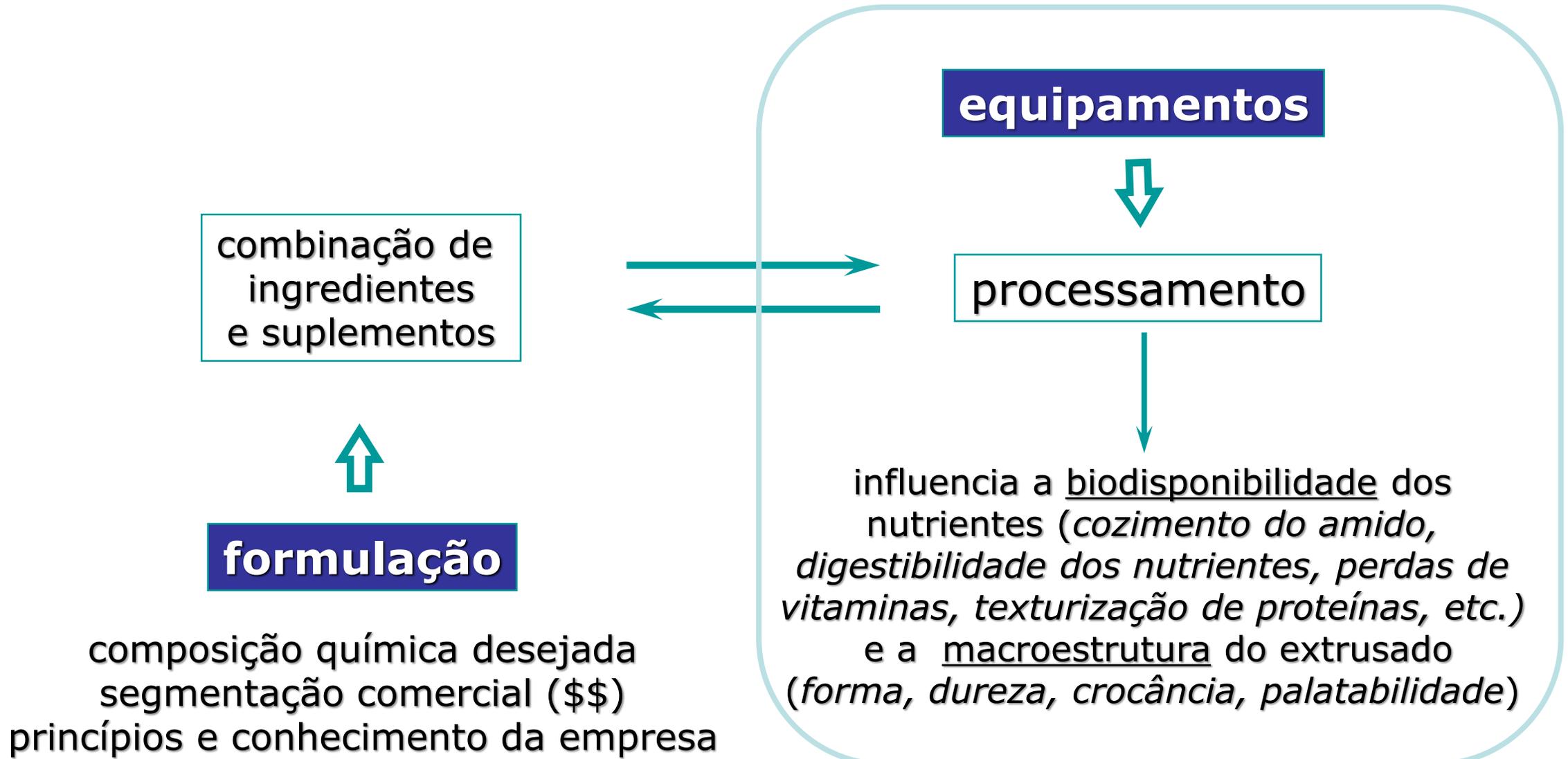
(não confundir com extrativos não nitrogenados)

Alimento	% Amido
Milho	71 – 81
Arroz	77 – 81
Batata	80 – 85
Trigo	74 – 80
Aveia	44 – 61

Grânulos de amido com propriedades físico-químicas e funcionais muito diferentes.



Atributos e qualidade dos produtos



Qualidade no processamento

Tecnologia do equipamento

No inglês é o "hardware", seu equipamento.

- ✓ Flexibilidade, precisão, regularidade e possibilitar controles e medições
- ✓ Ser capaz de transferir toda a energia térmica e mecânica necessárias à adequada transformação da matéria prima em produto acabado.

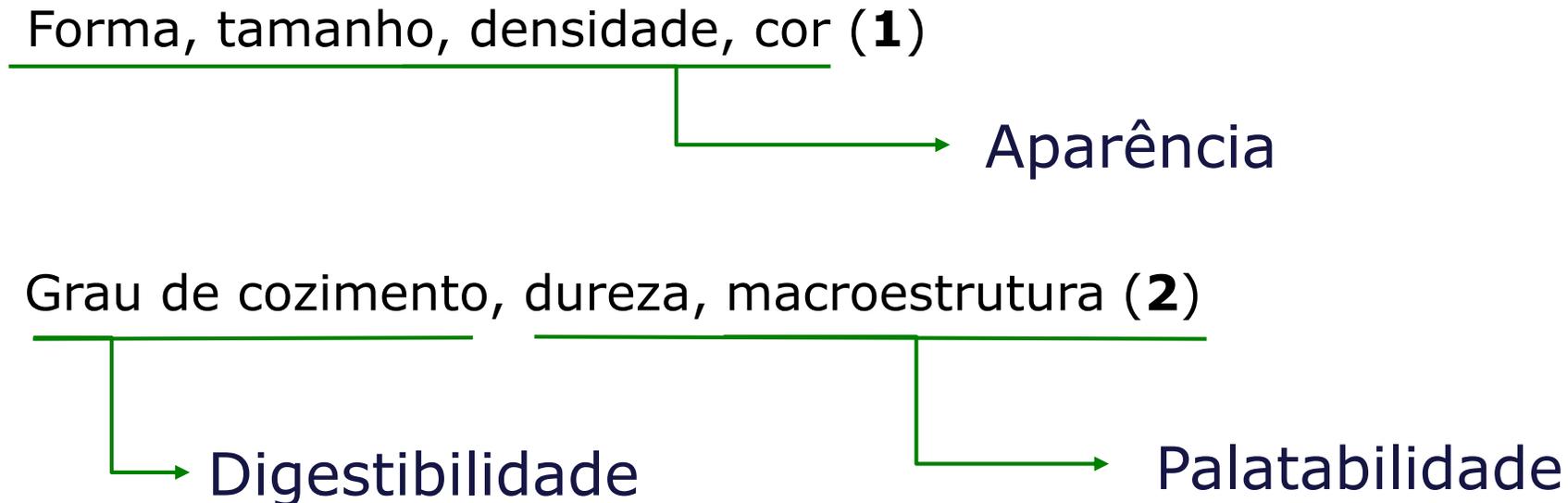
Tecnologia no processamento

No inglês é o "software", são os procedimentos de operação

- ✓ Parametrização da operação tendo objetivos claros das condições de processamento
 - ✓ Moínho, condicionador, extrusor, sistema de corte, secador e o recobrimento

Tecnologia no processamento

É necessário se planejar e parametrizar o processamento para que se atinja os objetivos propostos para o alimento – seus **atributos** ou **características**



Processamento e digestibilidade

Quanto moer e quanto cozinhar para que o alimento tenha boa digestibilidade?

Moer – quanto mais melhor?
– como medir a moagem?



Cozinhar – quanto mais melhor?
– como medir o cozimento?



Parametrização do processamento

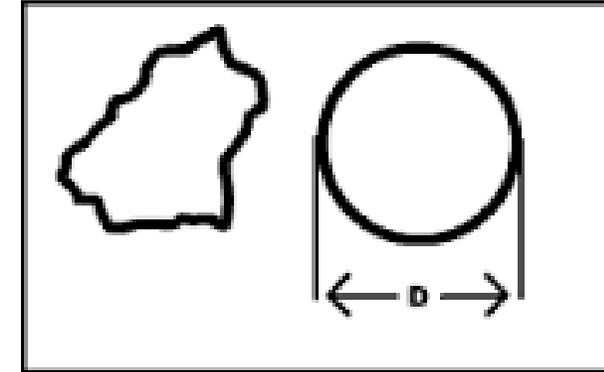
1) Qual a primeira decisão a ser tomada?

Definição do tamanho de partículas da matéria prima

Tamanho geométrico determinará

Dependem também da
quantidade de amido

- ← homogeneização da mistura
- hidratação no condicionador e extrusor
- ← formação de viscosidade
- ← transferência de energia mecânica
- cozimento do amido
- transição de fases do amido no extrusor (formação de massa visco elástica, fluída e expansível)
- ← expansão e formação celular do extrusado



BENEFÍCIOS DO TAMANHO DE PARTÍCULA ADEQUADO

Melhoria na aparência do produto

Redução na incidência de orifícios tapados na matriz

Maior facilidade de cozimento

- 1) Redução de produtos quebrados e formação de finos
- 2) Aumento na absorção de água e estabilidade
- 3) Diminuição da densidade
- 4) Níveis mais altos da gelatinização do amido
- 5) Aumento da capacidade da Extrusora
- 6) Menor desgaste dos componentes da extrusora
- 7) Diminuição da taxa de sobrevivência de microorganismos
- 8) Textura mais macia
- 9) Melhorias na digestibilidade e palatabilidade

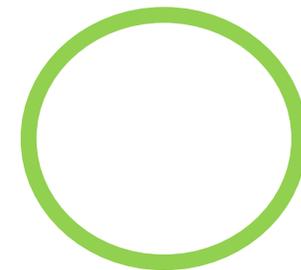
Aumento na retenção da cobertura líquida devido à estrutura celular menor.

Diretrizes para a moagem da Receita

1) Tamanho máximo de partícula = $1/3$ da abertura da matriz

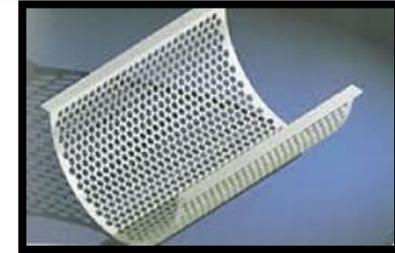
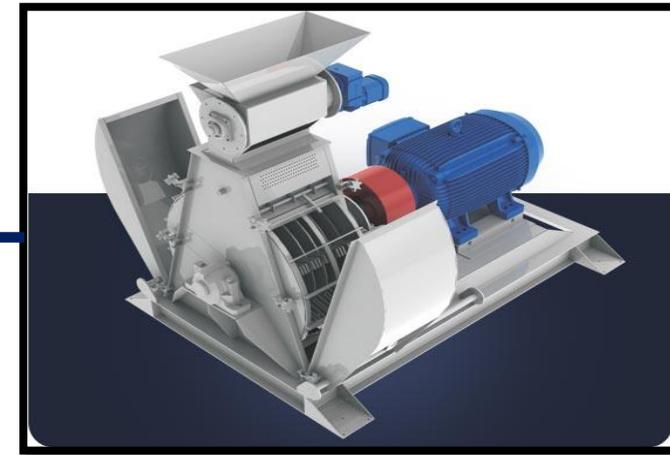


Moagem
DGM não pode ser maior que 333 micras ou 0,333 mm



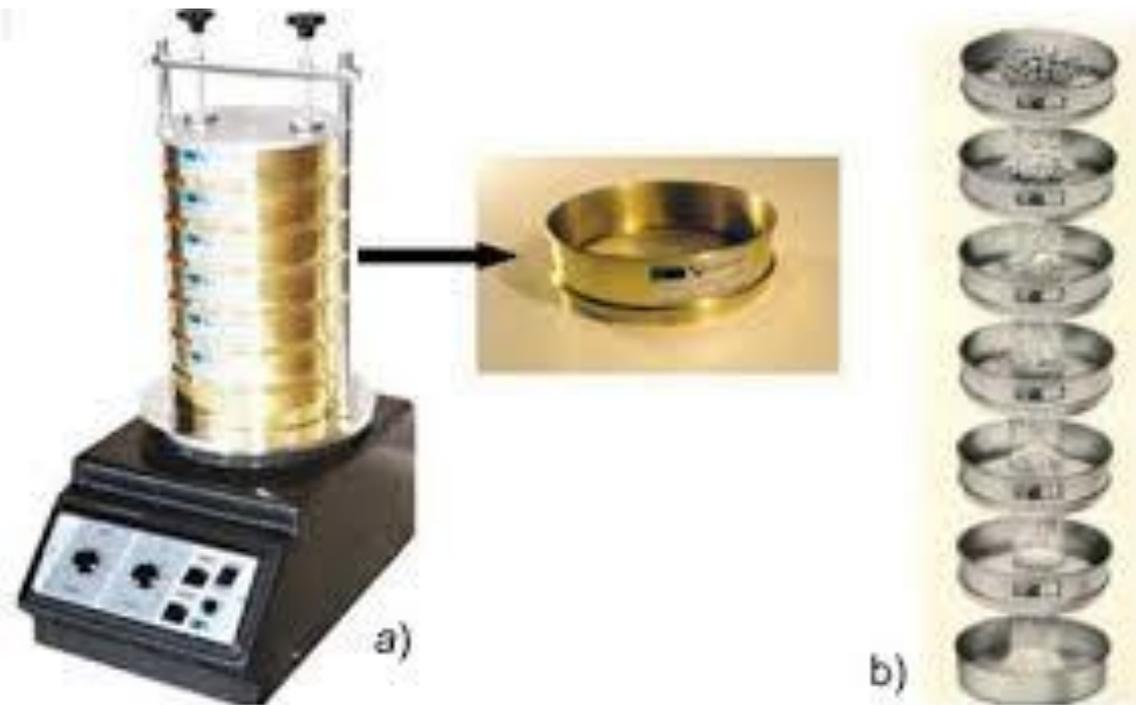
Tamanho de partículas

- Moinhos de martelos
 - Diferentes configurações: alta ou baixa rotação, variação na área circular de peneiras, presença e dimensão de áreas de impacto, etc.
- Primeira moagem
 - Reduzir grão e ingredientes peletizados em partículas menores.
 - Facilita a mistura e a segunda moagem.
 - Peneiras geralmente com furos de 2 a 3 mm
- Segunda moagem
 - Moinho de martelos com exaustão
 - Peneiras de 0,6 a 1,2 mm
 - Granulometria pequena e homogênea
- **É fundamental se determinar a granulometria, ou diâmetro geométrico médio da matéria prima (DGM)**



Tamanho de partículas

O diâmetro dos furos da peneira do moinho é apenas uma referência. A seleção de partículas pela peneira é diferente de acordo com a matéria prima, configuração, modelo e condições de operação do moinho



Tamanho de partículas

Published June 25, 2015

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

J. Anim. Sci. 2015.93:2956–2966
doi:10.2527/jas2014-8409

Tabela 2. Resultados dos testes de granulometria das fontes de carboidratos utilizados na fabricação das dietas experimentais.

Peneira		Porcentagem retida em cada peneira								
		ARROZ			MILHO			SORGO		
ABNT	mm	Fina ¹	Média ²	Grossa ³	Fina ¹	Média ²	Grossa ³	Fina ¹	Média ²	Grossa ³
14	1,400	0,0	0,4	2,4	0,3	0,9	2,4	0,0	0,8	1,2
16	1,200	0,1	0,6	2,7	0,2	0,7	2,7	0,2	0,8	2,3
18	1,000	0,2	1,9	10,0	0,2	1,4	12,1	0,3	3,0	11,9
25	0,710	0,3	4,2	18,2	0,3	4,0	16,3	0,4	7,6	19,8
35	0,500	34,7	34,7	34,8	37,5	48,2	41,8	36,4	46,3	41,3
60	0,350	4,7	6,2	5,5	14,9	15,6	7,3	8,2	7,0	5,4
120	0,125	38,3	31,7	18,4	43,3	27,4	16,0	42,5	26,6	12,4
fundo	0	21,7	20,3	8,0	3,2	1,9	1,6	12,0	7,9	5,6
DGM		277	311	521	360	451	619	314	439	594
DPG		2,6	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,1	2,2

DGM = diâmetro geométrico médio

DPG = desvio padrão geométrico

¹ peneira de 0,8 mm de abertura

² peneira de 1,5 mm de abertura

³ peneira de 3,0 mm de abertura

Moagem, cozimento e digestibilidade

	Coeficiente de digestibilidade					Gelatin Amido
	MS	ENN	PB	EE		
Arroz						
Fina	79,6 A	89,7 A	84,1 A	94,9 A	(277 µm)	90%
Média	79,0 A	89,6 A	84,0 A	94,9 A	(311 µm)	80%
Grossa	79,8 A	89,8 A	81,9 A	95,3 A	(521 µm)	77%
Milho						
Fina	80,5 A	88,5 A	81,0 A	93,7 A	(360 µm)	80%
Média	82,1 A	89,2 A	82,8 A	94,1 A	(451 µm)	74%
Grossa	75,9 B	83,4 B	76,2 B	91,0 B	(619 µm)	63%
Sorgo						
Fina	83,2 A	90,6 A	83,6 A	94,3 A	(314 µm)	87%
Média	79,9 B	88,1 A	80,1 B	92,8 B	(439 µm)	72%
Grossa	75,9 C	83,7 B	74,9 C	91,4 C	(594 µm)	62%

Granulometria

- Moagens finas dos ingredientes (BAZOLLI, 2007)
 - melhor aproveitamento dos nutrientes
 - maior eficiência da utilização de energia
 - melhor qualidade das fezes nos cães
- Diâmetro geométrico médio
 - Menor de 300 microns
 - Menos de 5% partículas acima de 400 microns

Tamanho de partículas e aparência do produto



Moagem grosseira
(tela 1,2 mm)

Moagem fina
(tela de 0,6 mm)

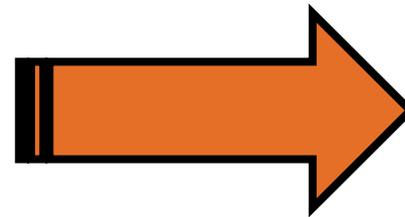
Aparência e processamento



Wenger



Outras energias necessárias à transformação da matéria prima



Sistema de extrusão

Tecnologia do equipamento



Componentes

- ✓ Mecanismo de alimentação
- ✓ Mecanismo de condicionamento
- ✓ Rosca ou parafuso sem fim
mais cilindro ou canhão
- ✓ Matriz ou molde
- ✓ Mecanismo de corte

Parametrização do processamento

2) Qual a segunda decisão a ser tomada?

Qual a melhor configuração da extrusora e parâmetros de processamento?

Configuração da extrusora e parâmetros de operação determinarão

- tempo de residência da massa

- umidade e hidratação no condicionador e extrusor

- temperatura no condicionador e extrusor

- pressão da massa no extrusor

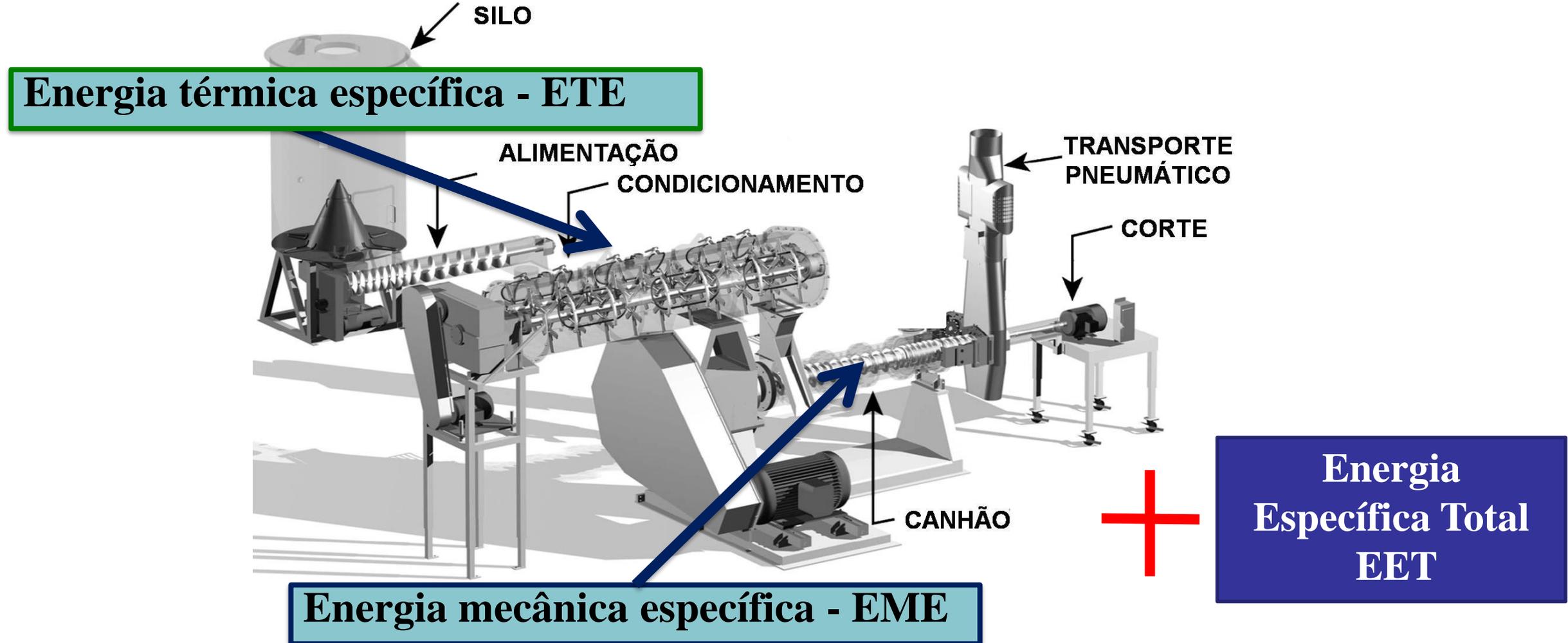
- transferência de energia mecânica

- transferência de energia térmica

- transição de fases do amido no extrusor (formação de massa visco elástica, fluída e expansível) e cozimento do amido

- expansão e formação celular do extrusado

De onde vem a energia necessária à transformação da matéria prima



Parametrização do processamento

Parâmetros de "software", procedimentos de operação

Tecnologia no processamento

São as variáveis independentes, estabelecidas e controladas pelo operador

- Formulação (tipo de ingrediente e sua composição química)
- Granulometria dos ingredientes (tamanho e uniformidade partículas)
- ⇒ • Umidade de processo / adição de água
- ⇒ • Temperatura da massa na saída do condicionador (adição de vapor + tempo de residência)
- Taxa de alimentação
- Rotação da rosca
- Configuração de roscas (resistência ao fluxo na extrusora)
- Temperaturas do canhão (zonas de aquecimento/resfriamento)
- ⇒ • Configuração da matriz (área de vazão – resistência ao fluxo na extrusora)

Parametrização do processamento

Parâmetros de "software", procedimentos de operação

São as variáveis independentes, estabelecidas e controladas pelo operador

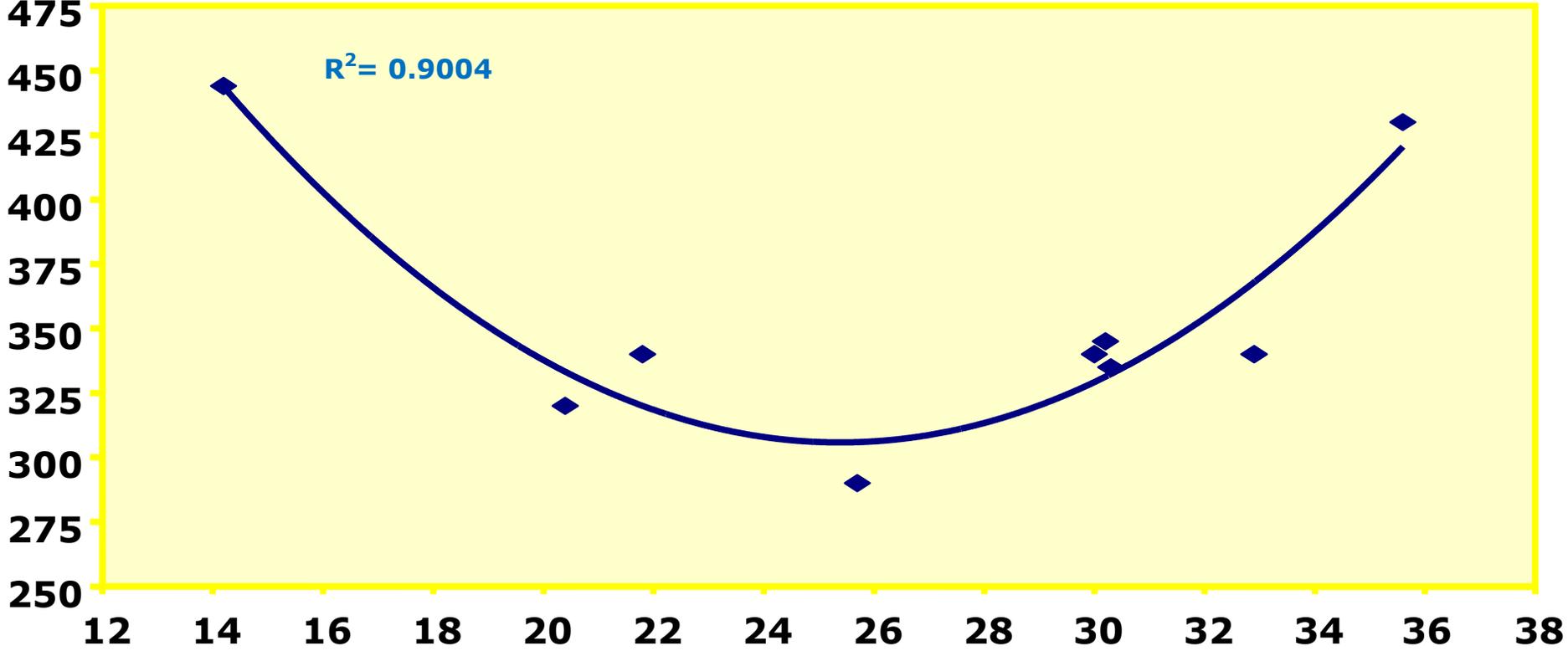


Rotação da rosca
(450 RPM)

Rotação da rosca
(570 RPM)

EFEITO DA UMIDADE DE EXTRUSÃO NA DENSIDADE

Densidade Aparente (kg / m³)



Conteúdo de Umidade no Canhão da extrusora (%b.u.)

EFEITO DA UMIDADE DE EXTRUSÃO



11.1

18.4

20.7

22.2

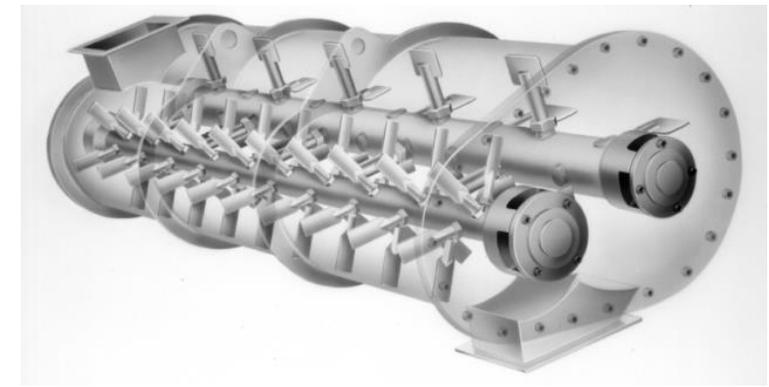
25.2

28.1

35.0

Conteúdo de umidade na extrusora (%)

Energia térmica específica - ETE



Entrada de energia térmica

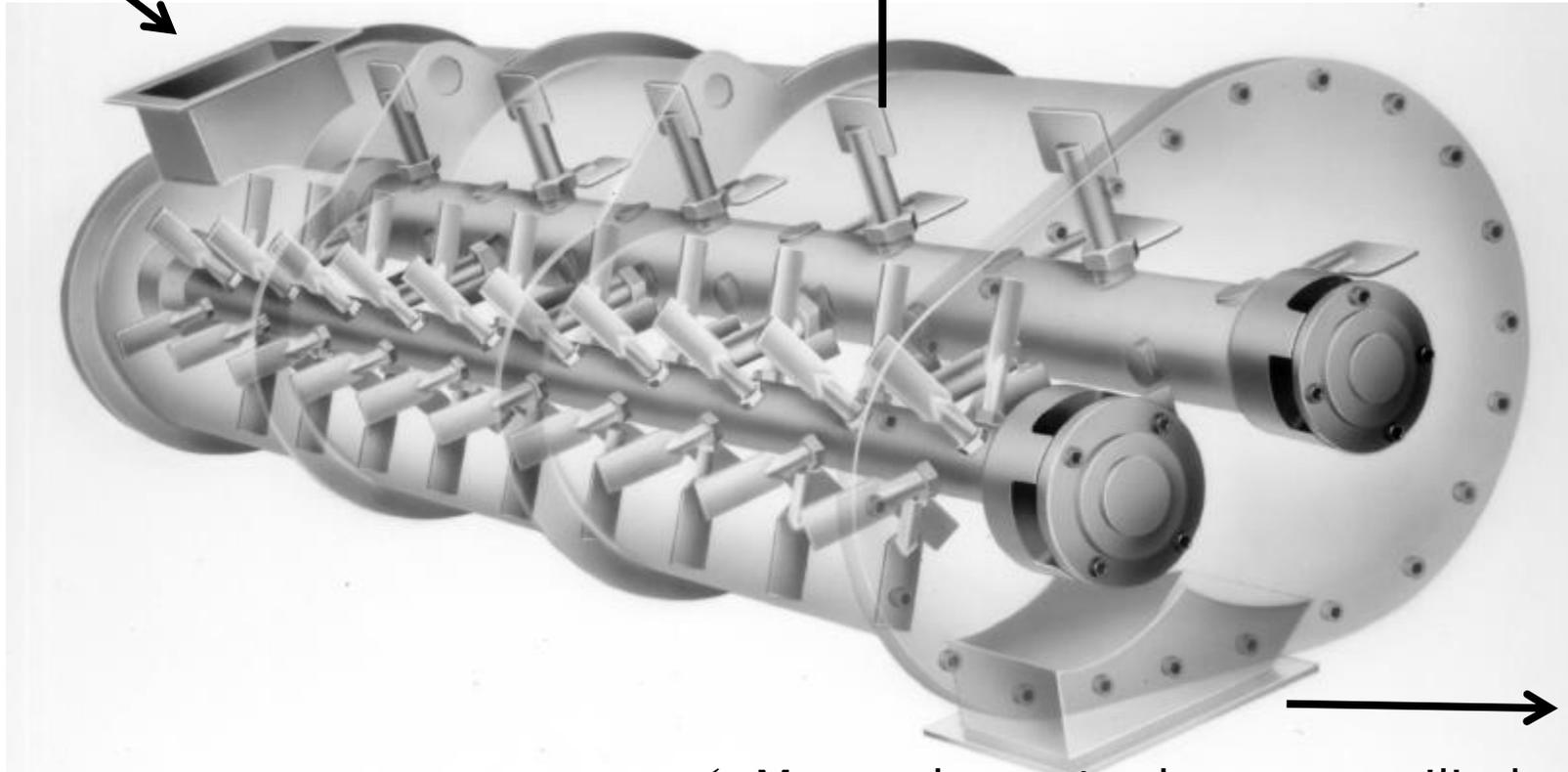
- Fluidos térmicos (água aquecida)
- Injeção direta de vapor (no condicionador ou canhão)



Relacionado com tempo de retenção e capacidade de absorção do vapor em função da: taxa de alimentação; velocidade das pás do condicionador e da rosca extrusora; configurações das pás do condicionador e da rosca extrusora.

Sistema de condicionamento (Condicionador)

entrada

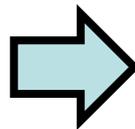


Hastes com pás que movimentam e homogenizam a massa, misturando-a com água e vapor

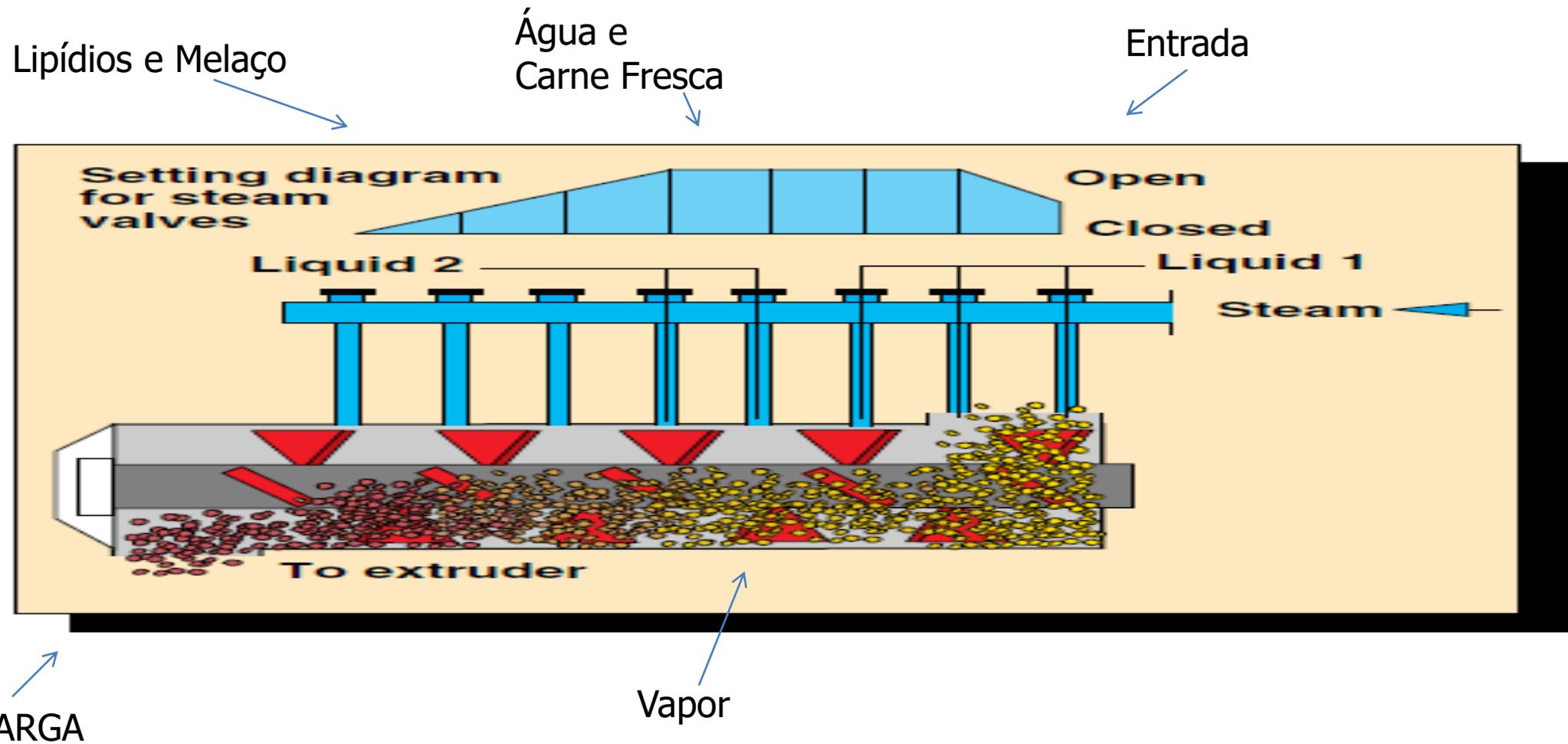
saída

Adição de vapor e água:

- ✓ Hidratação;
- ✓ Aquecimento da mistura;



- ✓ Menor desgaste da rosca e cilindro;
- ✓ Menor consumo de energia no processo de extrusão
- ✓ Maior produtividade
- ✓ Melhor textura do produto



Regra 80/20:

80% de vapor e água p/ pré-condicionador

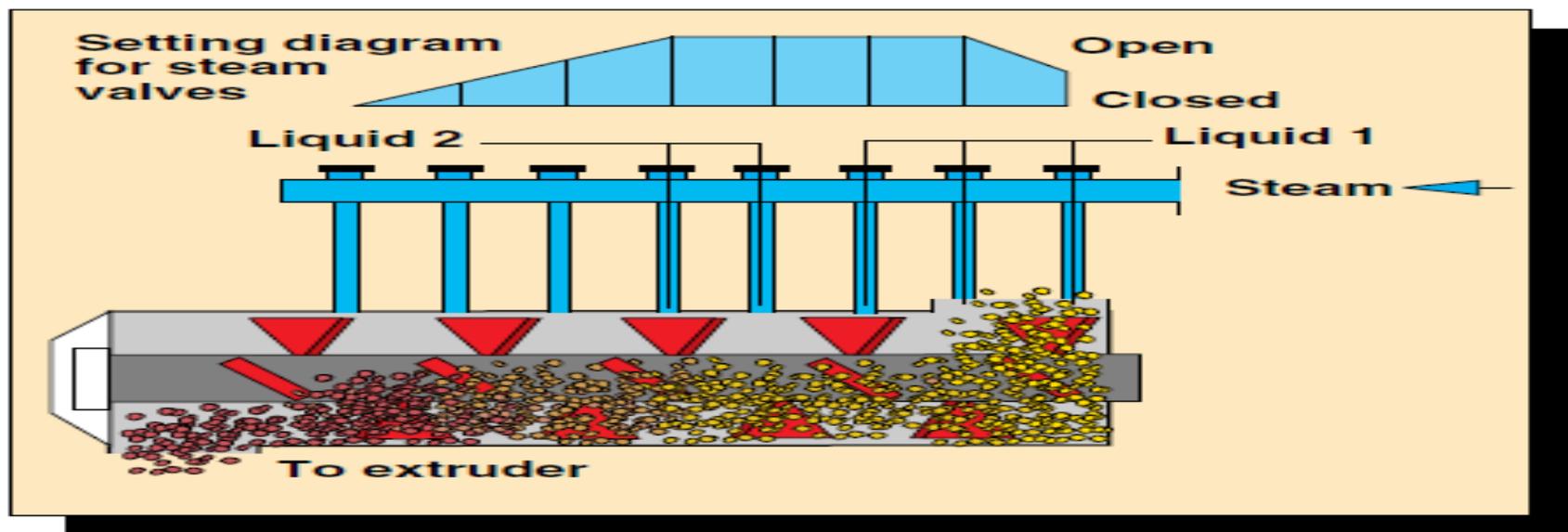
20% de vapor e água p/ extrusora

Variáveis Controladas Independentes

Alimentação
de m-p seca

Fluxo de
Água

Fluxo de
Aditivo

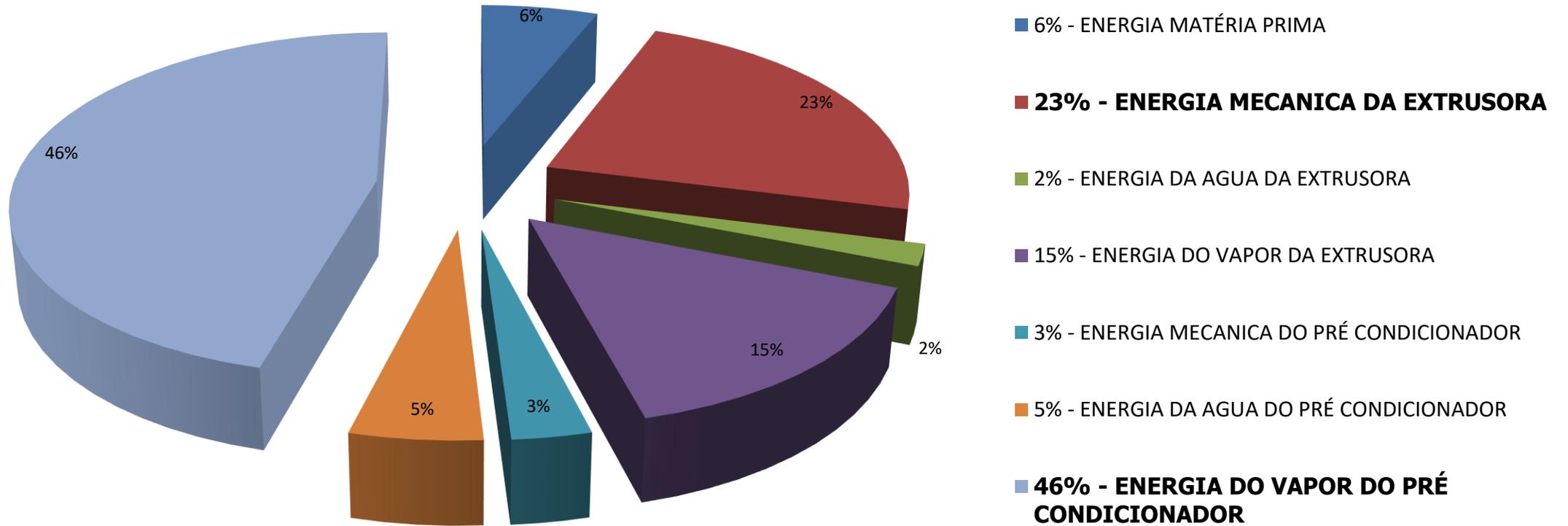


Configuração do
Pré-condicionador

Fluxo de
Vapor

Velocidade
do Eixo
(RPM)

ORIGEM DA ENERGIA NO SISTEMA DE EXTRUSÃO



Restrição ao fluxo da massa na extrusora

- 1) Configuração de roscas
- 2) Configuração da matriz

Criam maior ou menor obstáculo ao fluxo de matérias primas no interior do tubo extrusor. A massa é propelida pela circunvolução da rosca: a configuração dos elementos da rosca, anéis de retenção e a área aberta na matrix determinarão restrição ao movimento da massa, controlando a transferência de energia mecânica e a tensão de cisalhamento.

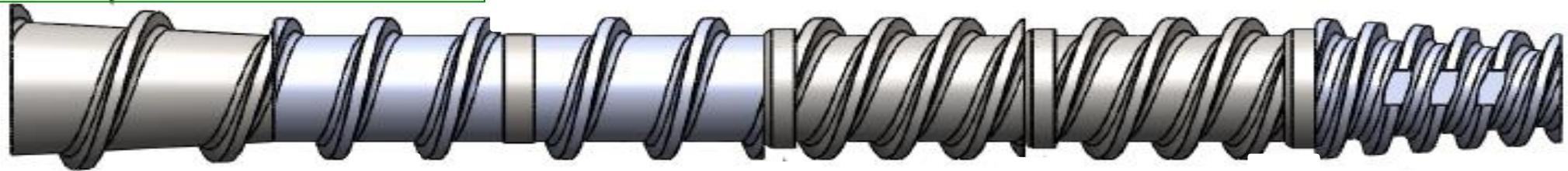
Seções funcionais da rosca (Zonas de processamento)

Zona de alimentação

- hélice profunda (canais)
- mistura/homogeneização
- Transporte constante
- expulsão de ar
- compactação

Zona de alta pressão

- hélice muito rasa
- compressão e pressão elevadas
- ↑ tensão de cisalhamento
- energia de dissipação mecânica, temperatura e pressão máximas.
- fluido visco-elástico.



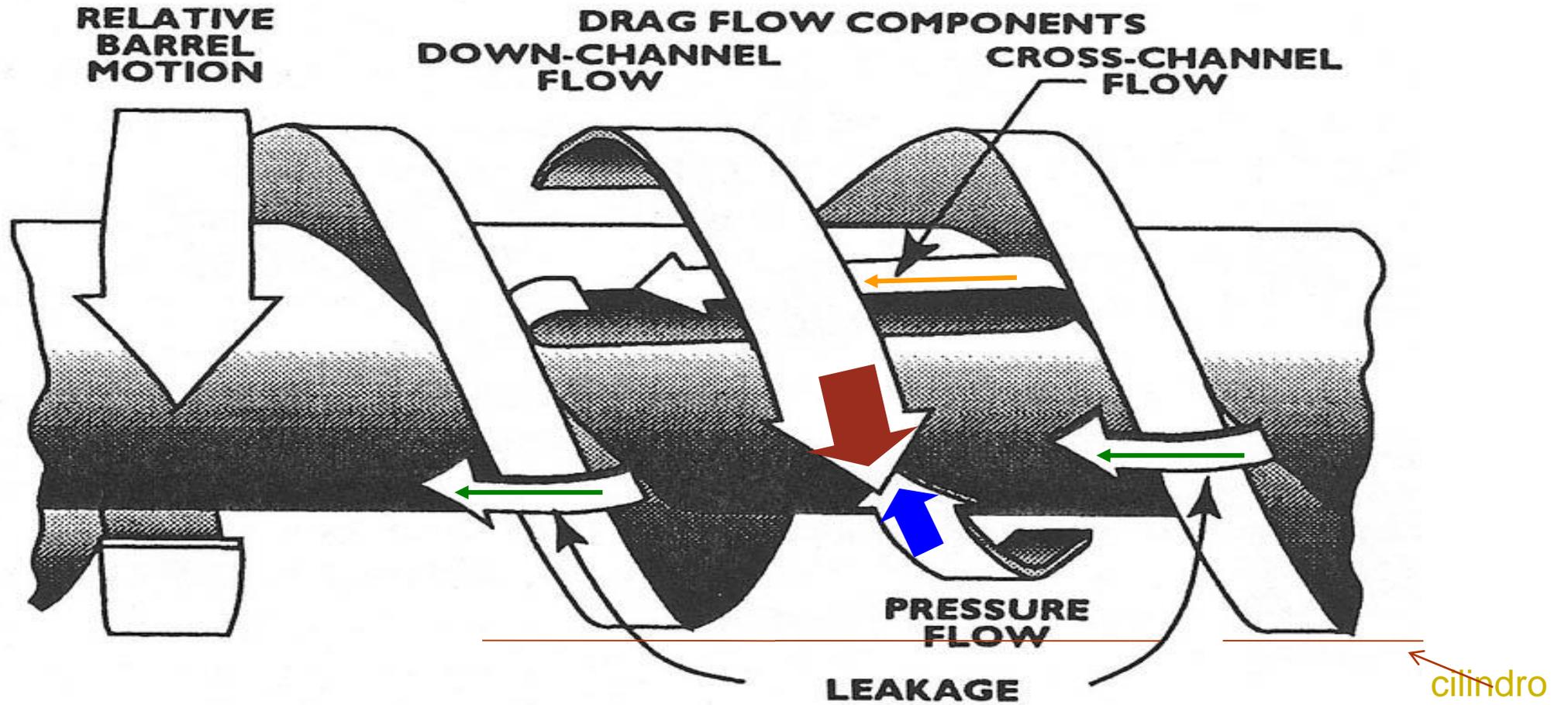
Zona de transição (cozimento)

- diminui altura da hélice
- ↑ da tensão de cisalhamento
- ↑ da temperatura e da pressão
- transformação de forma granular para massa visco-amorfa

Matriz

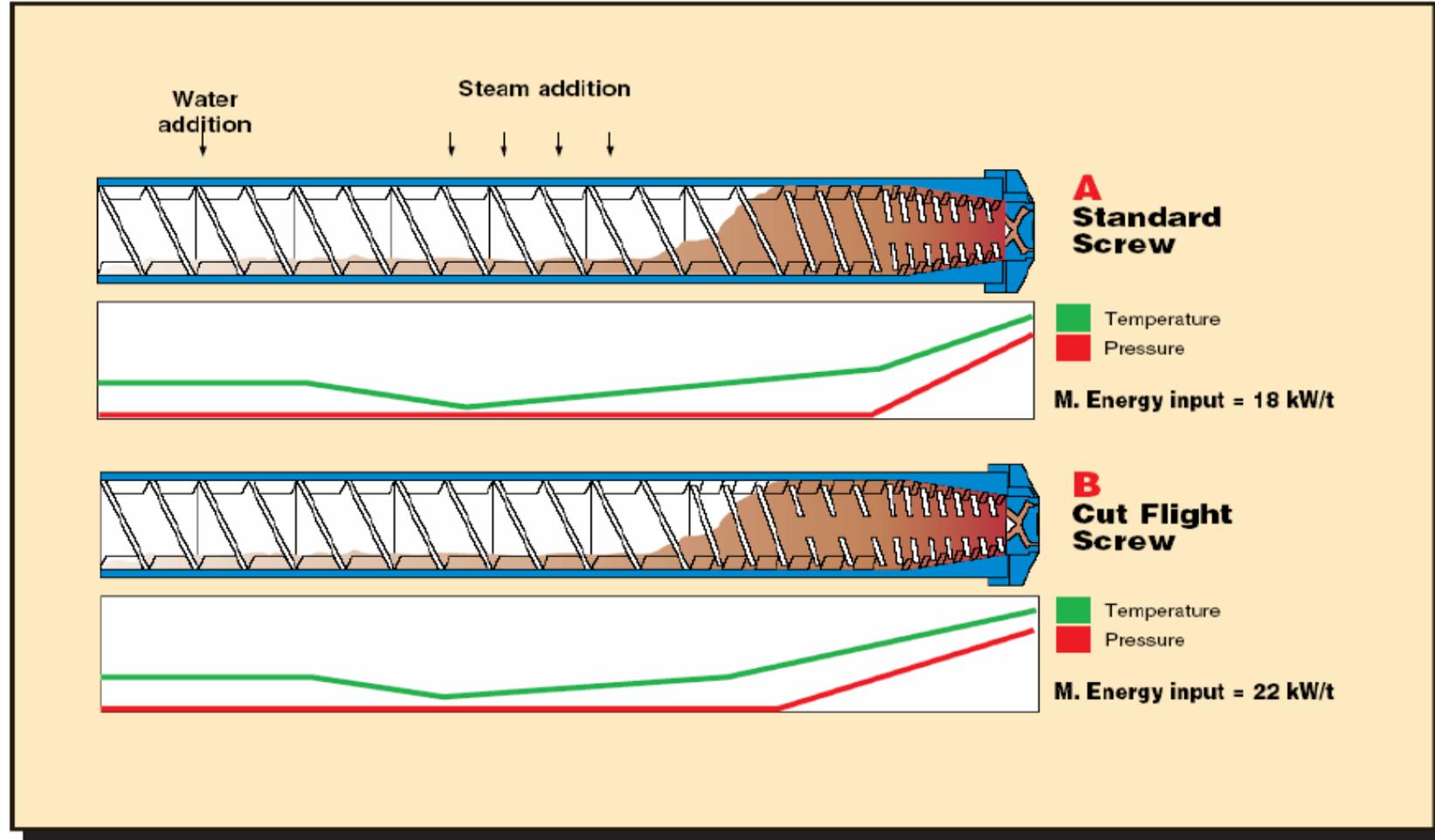
- dar forma, tamanho, textura e propriedades funcionais
- relação área aberta: produtividade ($\text{mm}^2/\text{ton}/\text{h}$) determina a transferência de energia mecânica à massa

Fluxo de material na rosca

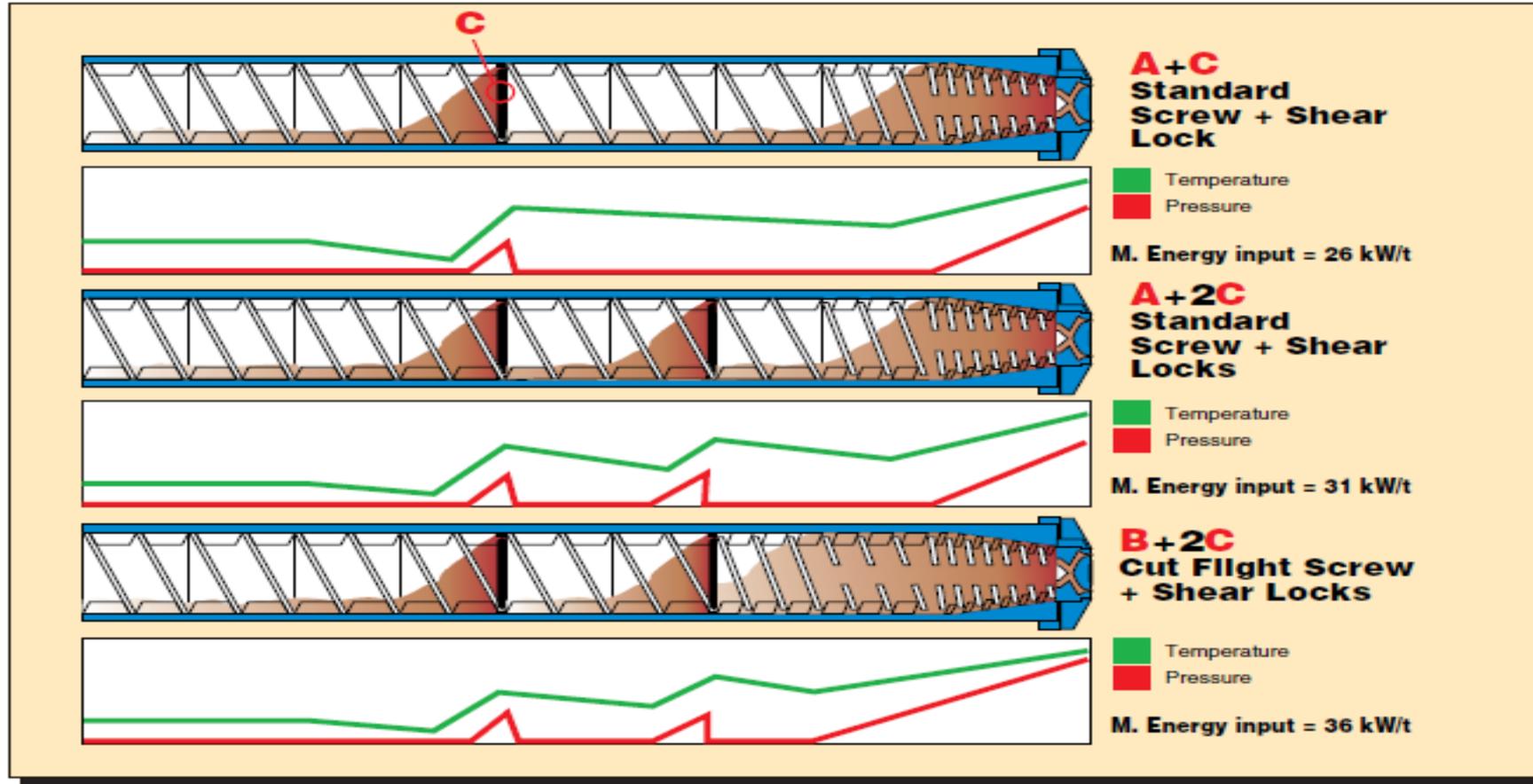


$$Q_{net} = Q_{esc.} - (Q_p + Q_l), \text{ onde } Q_l = 0$$

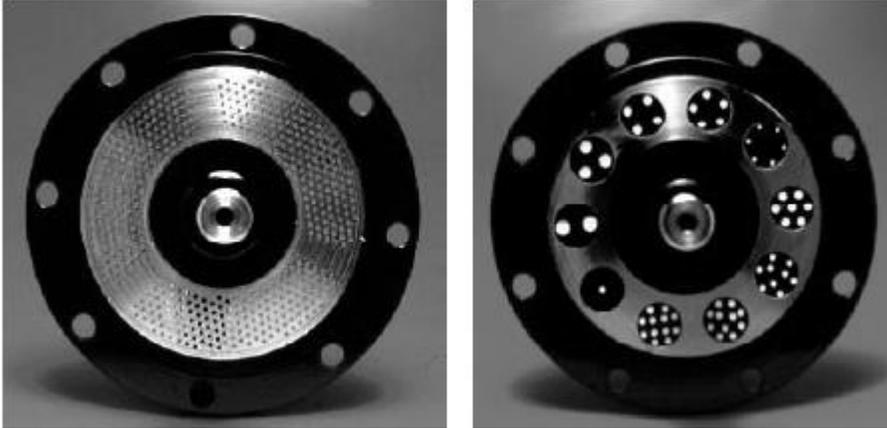
CONFIGURAÇÃO DE ROSCAS



CONFIGURAÇÃO DE ROSCAS



Definição da área de vazão

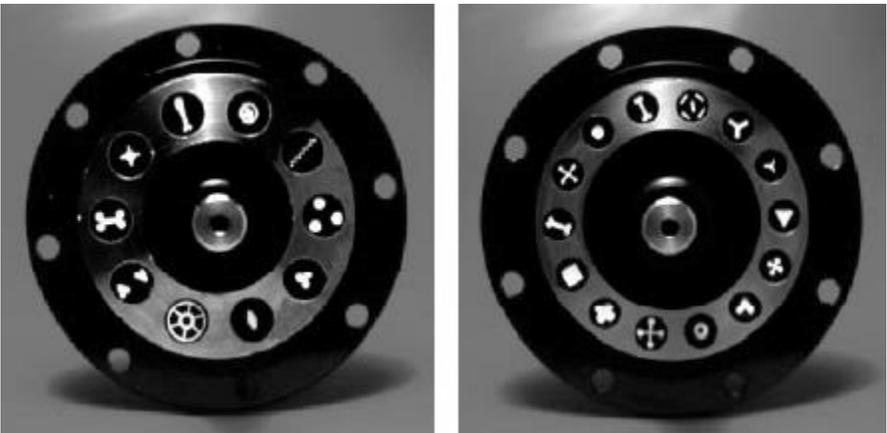


Parametrização de sua área aberta

Como calcula-la?

Furos circulares ($=\pi \times \text{raio}^2$)

Outras geometrias ver com fabricante

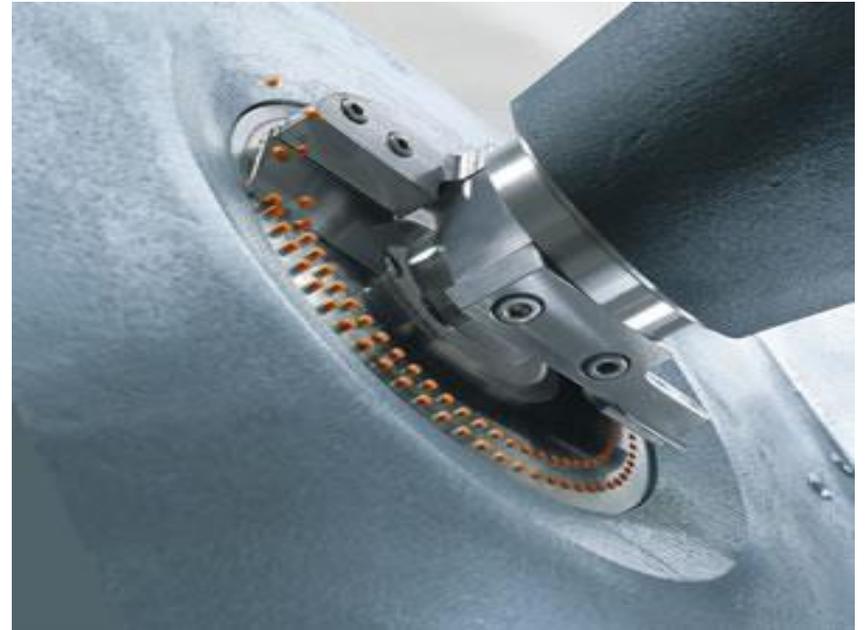


A definição da área aberta considera a quantidade de ração a ser produzida por unidade de tempo e a quantidade de energia mecânica que se deseja transferir à massa

Varia em extrusão de médio cisalhamento de 100 a 500 mm²/ton/hora

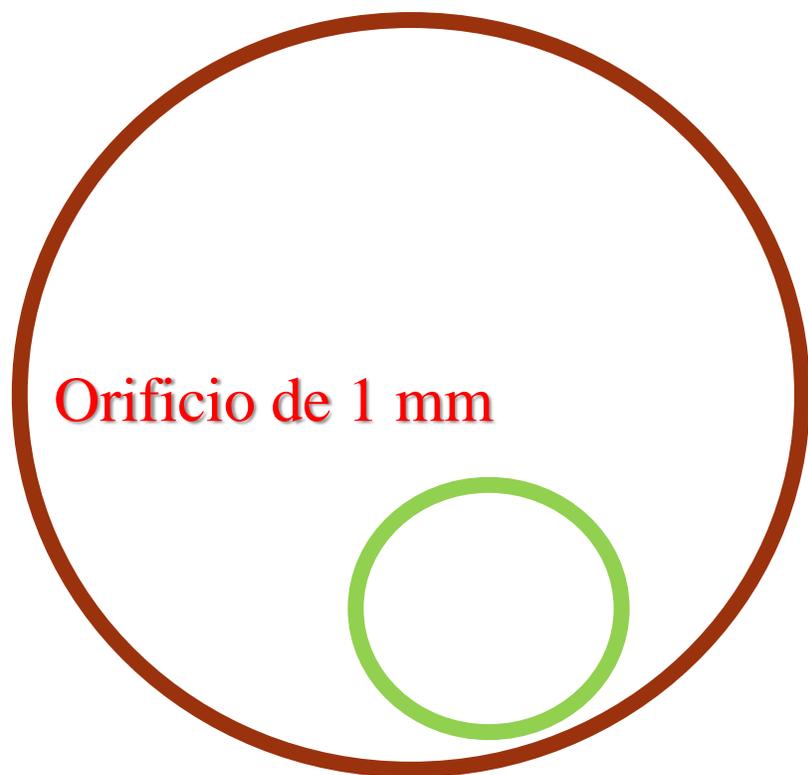
Matrizes

Sistema de corte



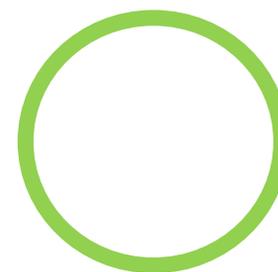
Diretrizes para a moagem da Receita

1) Tamanho máximo de partícula = $1/3$ da abertura da matriz



Moagem

DGM não pode ser maior que 333 micras ou 0,333 mm



Sistema de corte



FORMATAÇÃO DOS PRODUTOS



Energia Mecânica Específica – EME

Transferida pela circunvolução da rosca extrusora. Complementa a energia térmica, para que haja suficiente transferência de energia específica total

Eleva a temperatura acima de 100°C no final do canhão

Implementa tensão de cisalhamento

Promove aumento de pressão da massa (20 a 60 bars)

EFEITOS DOS NÍVEIS DE GORDURA NA QUALIDADE DO PRODUTO (SISTEMAS DE ROSCA SIMPLES)

**Nível de Gordura em
produtos Extrusados**

Efeito na Qualidade do Produto

<7%

Pouco ou nenhum efeito

7-12%

**Para cada 1% de gordura acima de 7%, a
densidade final do produto aumentará 16 g/l**

12-17%

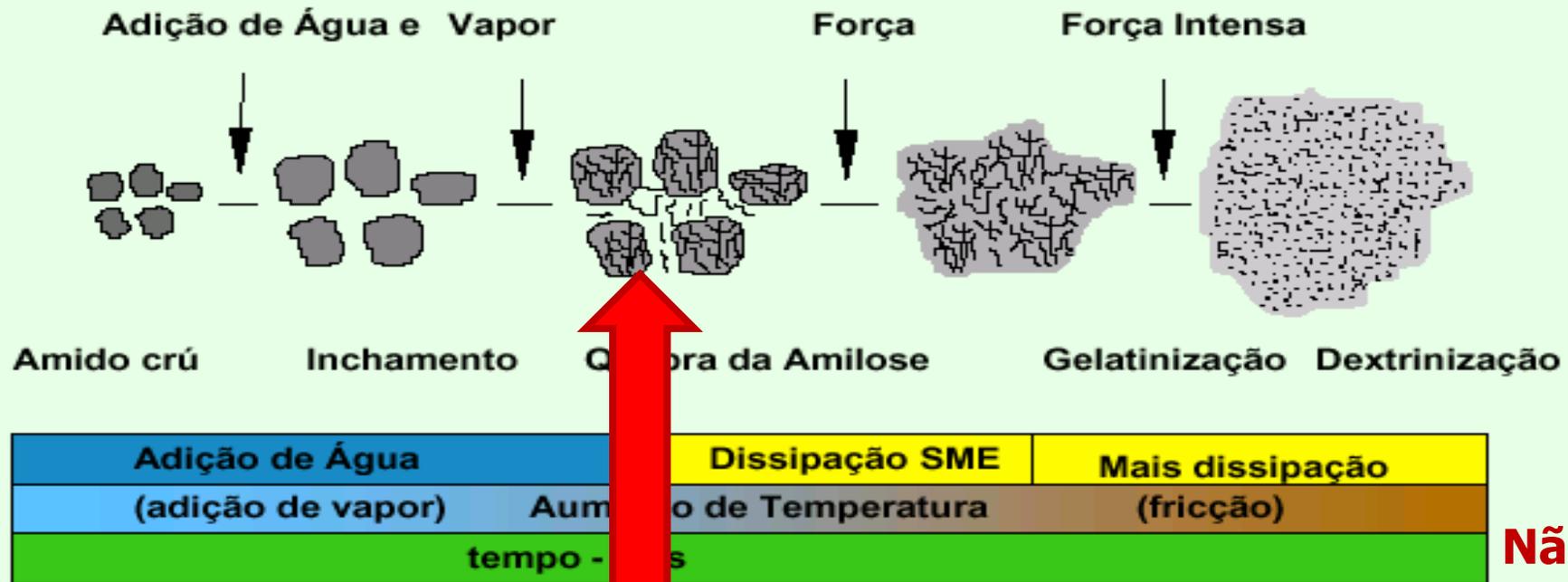
**Produto terá pouca ou nenhuma expansão, mas
poderá manter a integridade**

Acima 17%

Integridade final do produto pode ser pobre

Extrusão e cozimento do amido

Processo de Cozimento – Modificação do Amido

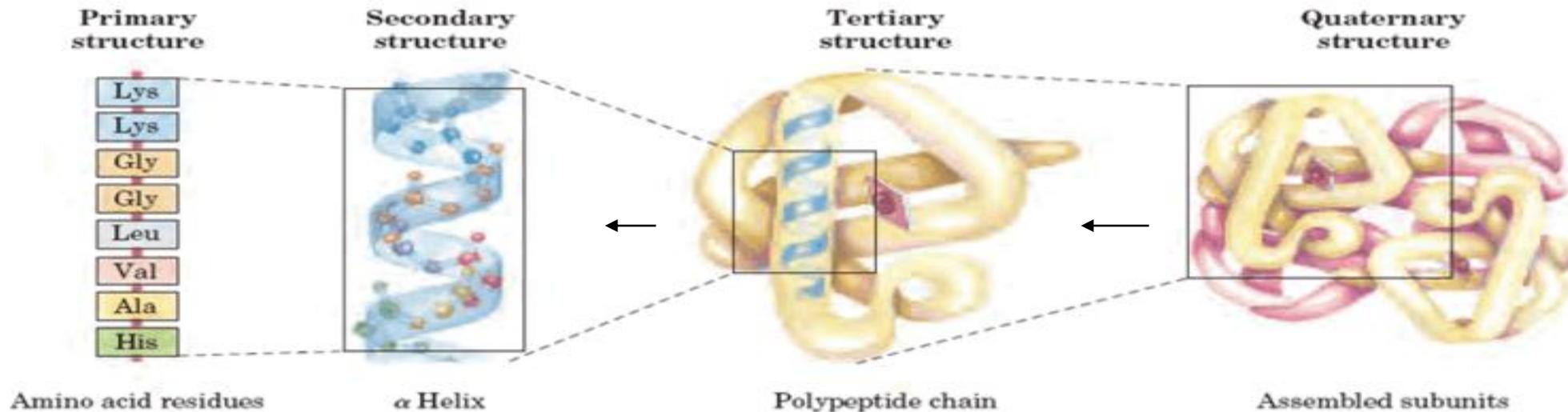


Não se sabe o quanto é necessário para cães e gatos

Mecanismo de alteração de proteínas na extrusão

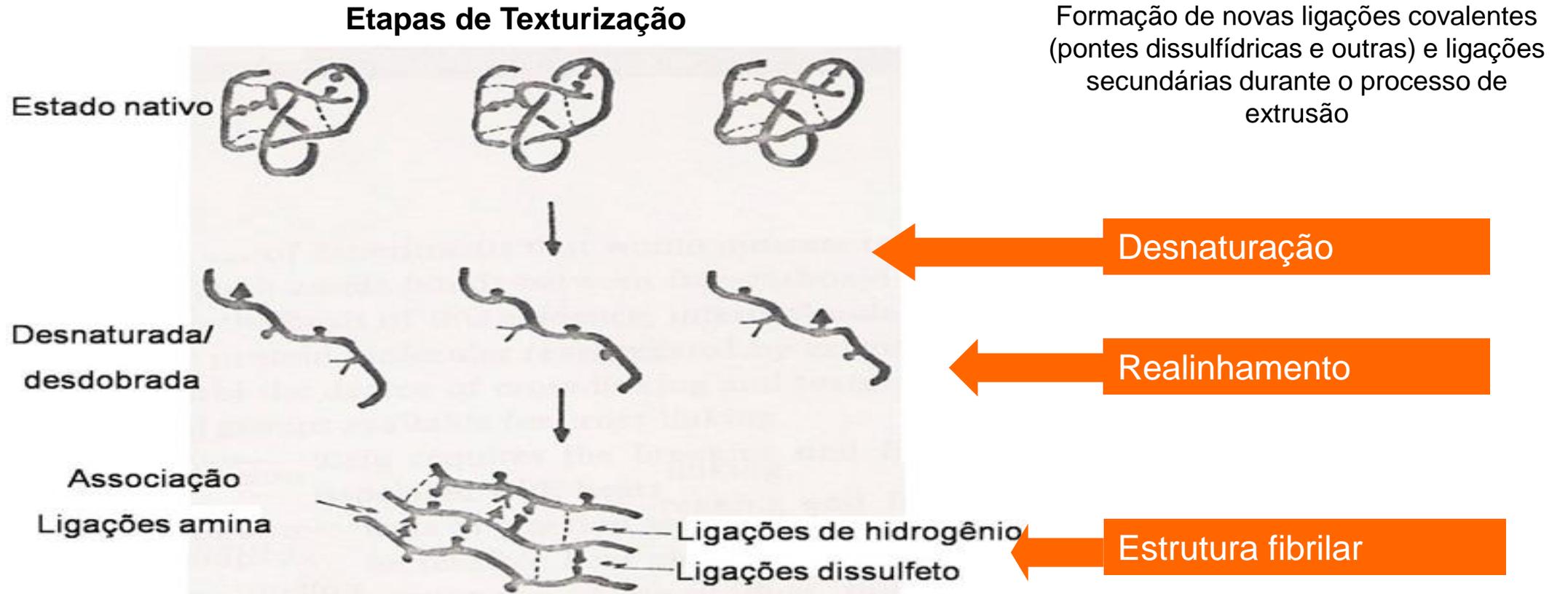
✓ Desnaturação

Processo no qual os arranjos espaciais da cadeia polipeptídica dentro das moléculas das proteínas são transformadas, alterando ou destruindo as propriedades bioquímicas, devido a ação por aquecimento, agitação, irradiação e/ou agentes químicos, podendo ser reversível ou não.



Alterações nas proteínas

Mecanismo de desnaturação e texturização da proteína



Reação de *Maillard*

- ❖ Reação entre açúcar redutor e aminoácido
- ❖ Diminui a biodisponibilidade de aminoácidos
- ❖ Vantagem – formação de aroma e sabor
- ❖ Processo: controle de temperatura e umidade

Açúcar redutor + Aminoácido + Calor

Cor
Aroma
Sabor



Fatores antinutricionais

❖ Inibidores de tripsina – retardam digestibilidade da proteína

❖ Hemaglutininas

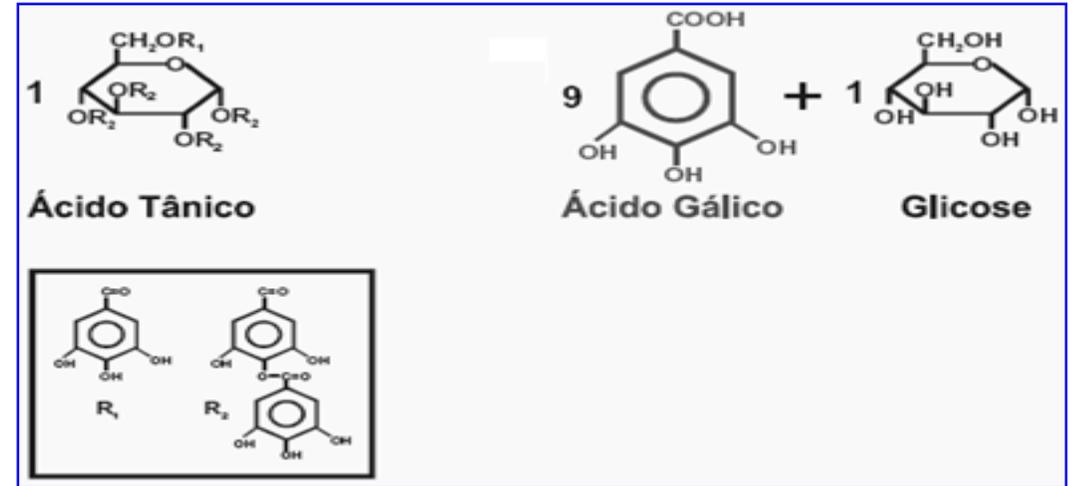
❖ Taninos

Inibem absorção de minerais

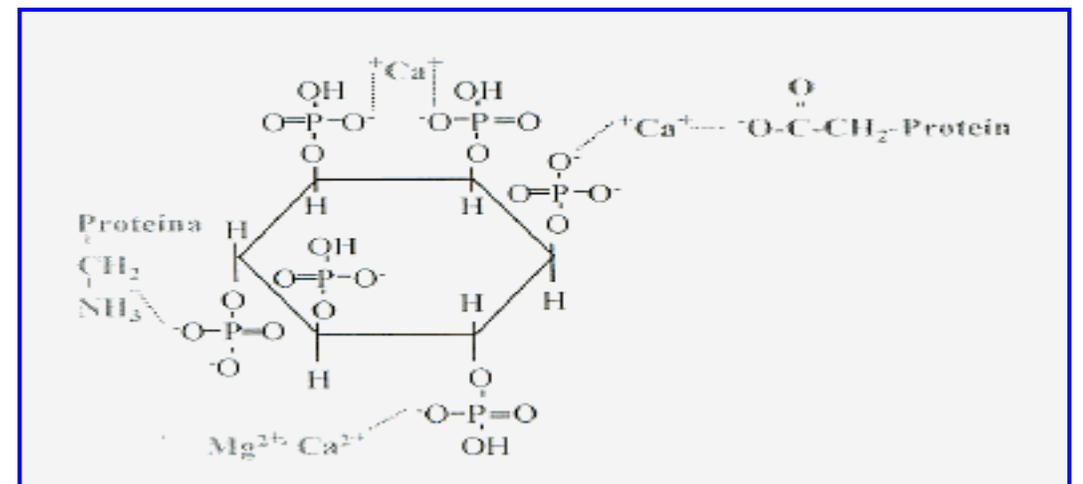
Complexam proteínas

❖ Fitatos

Ácido fítico



Ácido tânico



Efeito da temperatura de extrusão sobre a estabilidade das vitaminas

(% de recuperação na ração final)

Forma da Vitamina	Temperatura de Extrusão (oC)										
	91-95	96-100	101-105	106-110	111-115	116-120	121-125	126-130	131-135	136-140	141-145
A beadlet, cross-linked	90	88	86	84	81	77	75	72	69	65	62
A beadlet	85	84	82	75	70	66	61	55	51	46	40
D ₃ beadlet (A/D ₃) cross-linked	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86
D ₃ Spray dried (SD)	92	90	89	85	82	78	74	70	66	62	57
E acetato 50% Adsorbato	95	94	93	92	91	90	88	86	84	83	81
E álcool, Natural	65	60	55	50	45	39	33	22	15	10	5
K MSB	60	55	50	44	39	34	28	23	18	12	7
K MNB	75	71	70	64	61	56	53	49	48	42	38
B1 Tiamina HCL	89	87	83	80	76	72	66	62	55	50	45
B1 Tiamina Mono	93	91	88	86	84	82	81	77	74	71	66
B2 Riboflavina	98	96	95	94	94	93	93	85	92	91	91
B6 Piridoxina	93	92	90	88	86	85	84	81	79	78	73
B12 Cobalamina	97	96	95	94	93	92	91	90	89	87	86
Pantotenato de Cálcio	94	93	91	89	87	86	85	83	81	79	75
Acido Fólico	93	92	90	88	86	77	76	71	70	67	64
Biotina	93	92	90	88	86	77	76	72	69	66	63
Niacina	92	91	89	87	85	77	76	72	70	68	64
Acido Ascórbico	57	53	47	42	37	31	25	20	15	10	5
Acido Ascórbico Etil Celulose Coated	59	55	49	45	40	34	29	25	21	15	10
Acido Ascórbico Fosfatado	96	95	94	93	92	91	89	87	85	84	83
Colina	99	98	98	97	97	97	96	96	95	95	94

Adaptado de Coelho, 2002



Processamento, aparência e estrutura



← Alimento mal moído e pouco expandido

→ Alimento finamente moído e bem expandido

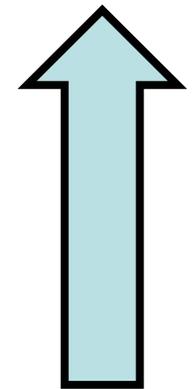


← Alimento mal moído, com melhor expansão

→ Alimento com moagem e expansão intermediárias



320g/L



500g/L

Densidade

Controle de densidade (g/L)

- ▶ Rações cruas: 500 a 600 g/L
- ▶ Rações de Cães: 320 a 380 g/L
- ▶ Rações de Gatos: 410 a 450 g/L



Controle de flutuabilidade X medida indireta da densidade



Secagem



- ▶ Ração crua umidade em torno de 10 a 12%,
 - ▶ Sai da extrusora com uma umidade de 20 a 30%,
 - ▶ dependendo da fórmula, tipo de produto, adição de água, etc.
 - ▶ Secador
 - ▶ Câmaras aquecidas em um sistema de contra corrente com temperaturas que variam de 90 a 140°C.
 - ▶ Ajustado para obtenção da umidade final necessária
 - ▶ aumentar ou diminuir a velocidade das esteiras, da temperatura interna e do fluxo de ar.
-



Aplicação de líquidos



- ▶ O sistema é composto de um reservatório acoplado com uma bomba de rotor que transportará os líquidos (óleos, gorduras e/ou hidrolisados)
- ▶ Nessa etapa precauções como a limpeza freqüente dos bicos pulverizadores e da linha confere segurança e qualidade de recobrimento.



Embalagem

Funções:

- **MANIPULAÇÃO**
- **DISTRIBUIÇÃO**
- **COMERCIALIZAÇÃO (VENDAS)**
- **ATRAENTE**

Funções proteção: (**BARREIRA**)



- ✿ **Temperatura**
- ✿ **Oxigênio**
- ✿ **Umidade (vapor de água)**
- ✿ **Luz**
- ✿ **Contaminação**
- ✿ **Vibração**
- ✿ **Choque**





Obrigado pela atenção !