Importância do Processo de Moagem para Extrusão

Cristiano Araujo – mai/2017



Quem é Cristiano Araujo?



CRISTIANO CHRISPIM ARAUJO

35 anos de idade

- **10 anos como profissional no segmento de Agronegócios no Brasil e América Latina.**

  – **Gerente de Vendas para o Brasil da Van Aarsen Internacional**

  – Gerente de Vendas Brasil/LA da FOSS Analytical
  Gerente de Contas ADM LA / Evonik Degussa / BRF
  Gerente de mercado de Rações e nutrição animal

Formação acadêmica:

– Especialização em Nutrição Animal e Produção de Rações na Wageningen Academy – Holanda
– Especialização em gerenciamento de processos – Fundação Getúlio Vargas SP
– Bacharelado em Administração – Fundação Getúlio Vargas SP
– Formação técnica em Eletrônica

Certificações:

– Grain, Oil & Milling Professional Specialist pela Foss Academy
– Feed & Forage Professional pela Foss Academy
– SPI Vallue Selling Training / Sales Performance International SPI
– Sales B2B / Mercury International
– Fundations of Business Strategy / University of Virginia

Agenda

- Conceito de Moagem
- DGM – Diâmetro Geométrico Médio
- Requerimentos para Moagem
- Processo: Pré-Moagem e Pós-Moagem
- Tecnologia Disponível para Moagem
  - Moinho de Rolos
    - Conceito
    - Custo de produção / ton / capacidade
  - Moinho de Martelos
    - Conceito
    - Características: diâmetro da câmara, telas, velocidade dos martelos, distância dos martelos, potência aplicada, exaustão
    - Relação tamanho da tela e tamaho de partícula
    - Custo de produção x Ton
      - Características de duração dos martelos e telas
    - Cálculo da capacidade de moagem
    - Velocidade dos martelos x tela x tamamo da partícula x potência
    - Custos com martelos e telas ineficiêntes
    - Sistema de Fluxo de Ar
    - Moagem fina x Custos
    - Exemplos de moagem em diferentes condições para Aqua e Pet
  - Pulverizadores
    - Conceito
- **A importância do processo de moagem para Extrusão**
- Balanço Final: Custo por tonelada x Produtividade x Nutrição
- Quanto “fino”devemos moer?

Moagem

- Porque processar as matérias-primas?
  - Eficiência;
  - Melhorar a eficiência nutricional das matérias-primas tornando nutrientes disponíveis para os processos subsequentes;
  - Melhoria da digestão através do aumento de contato das matérias-primas com o trato digestivo do animal;



Conceito de moagem

- Diminuição do tamanho das partículas, com propósito de aumentar a superfície específica dos materiais.
  - Melhorar a velocidade de reação de determinada matéria-prima
  - Melhorar características de misturas (tamanho x densidade)
  - Atingir tamanho da partícula de acordo com requisitos do processo

- Redução atingida através de impacto, compressão, abrasão, atrito;

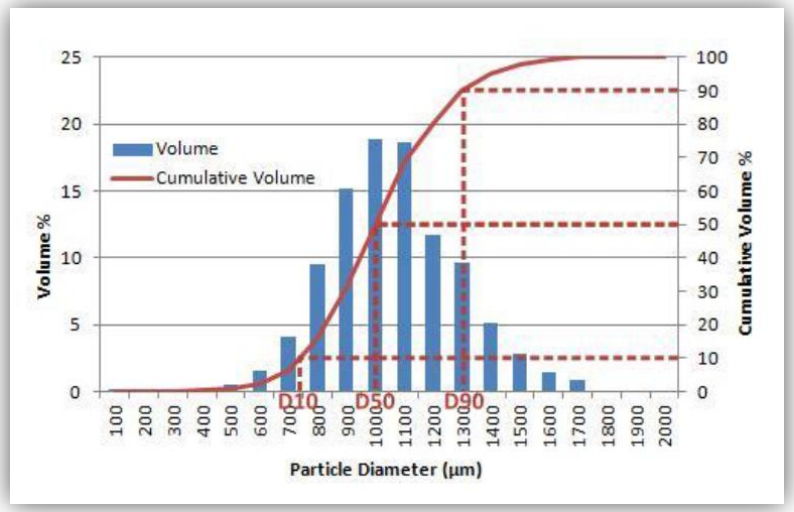
- Controle do tamanho da partícula, distribuição granulométrica, uniformidade;



Distribuição Geométrica Média

- Tamanho de partícula - Uma característica geométrica que é atribuída aos materiais com tamanhos que variam de nanômetros a milímetros.
- Sistemas geralmente polidispersos de partículas, as partículas variam em tamanho, forma, densidade, características reológicas.

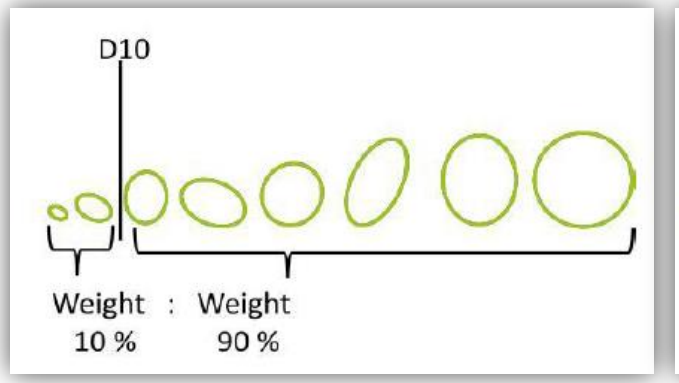
- DGM - Descrição da propriedade física característica (tamanho) e o tipo e mensuração da quantidade (%). Distribuição de Gauss.

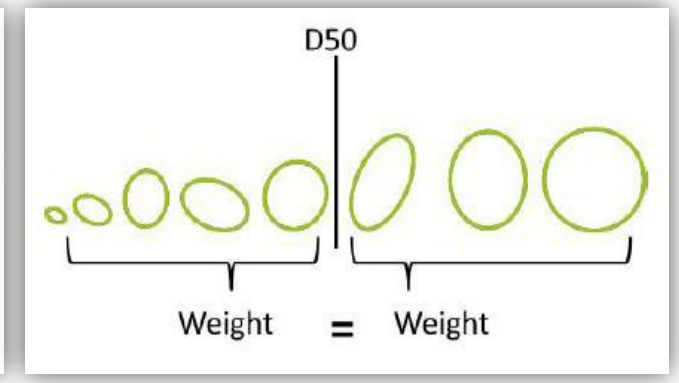


Distribuição Geométrica Média

- D50 e D90 – O método mais lógico de analizar a distribuição geométrica das partículas, é assumir que possuem formas relativamente esféricas, e utilizar o diâmetro médio e o desvio padrão.

  - Dificuldades: Assumir que a distribuição é normal, especialmente em misturas de diferentes materiais, e, distorção devido ao grande numero diferente de finos e pó.
  - Por sse motivo é utilizado um sistema de quantificação de partículas que atende mais precisamente as necessidades da indústria, os valores-D se aplicam neste caso.





Métodos de Análise

- Métodos mais comum: Análise de Peneiras
- Análize por imagens: CamSizer

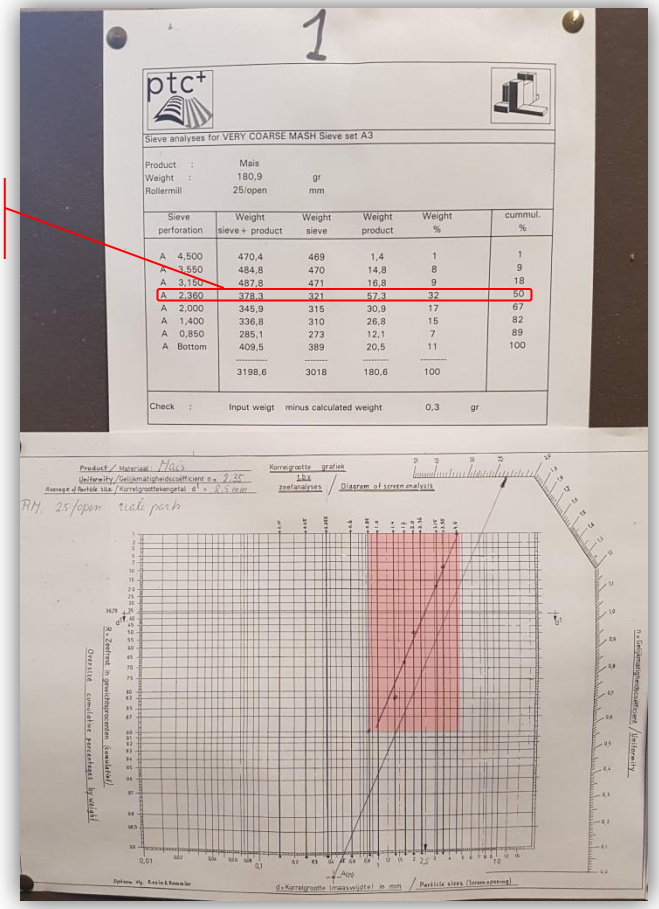




- Mesmo que tecnicamente (estatísticamente) o termo não seja correto, o tamanho médio das partículas (em microns) é comumente referido como tamanho médio.

Exemplos

50% < 2360um



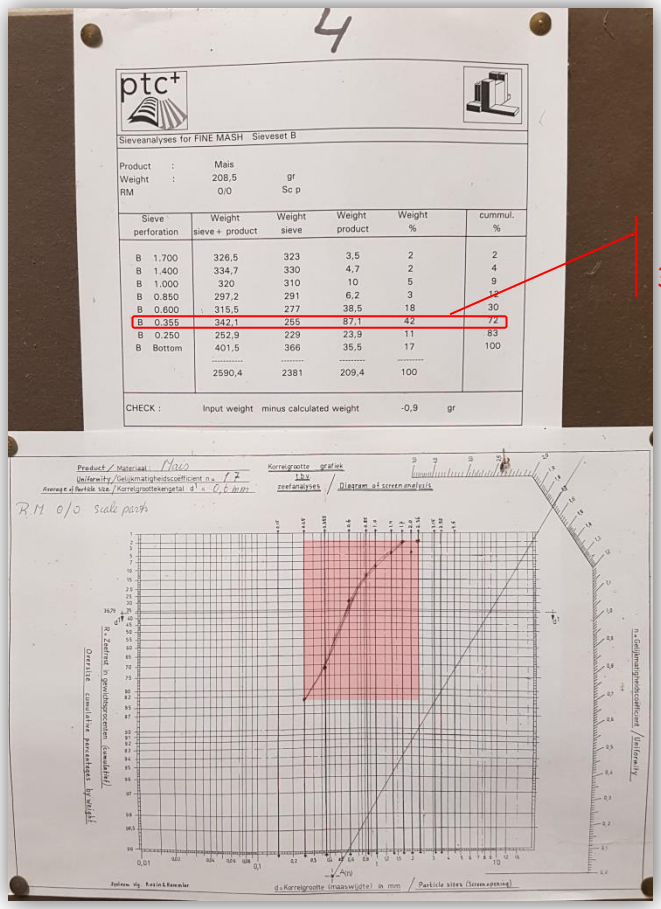
Sieve analyses for VERY COARSE MASH Sieve set A3

Product : Mais
Weight : 180,9 gr
Rollermill 25/open mm

Sieve perforation	Weight sieve + product	Weight sieve	Weight product	Weight %	cummul. %
A 4,500	470,4	469	1,4	1	1
A 3,550	484,8	470	14,8	8	9
A 3,150	487,8	471	16,8	9	18
A 2,360	378,3	321	57,3	32	50
A 2,000	345,9	315	30,9	17	67
A 1,400	336,8	310	26,8	15	82
A 0,850	285,1	273	12,1	7	89
A Bottom	409,5	389	20,5	11	100
	3198,6	3018	180,6	100	

Check : Input weigt minus calculated weight 0,3 gr

42% < 355um



Sieveanalyses for FINE MASH Sieveset B

Product : Mais
Weight : 208,5 gr
RM 0/0 Sc p

Sieve perforation	Weight sieve + product	Weight sieve	Weight product	Weight %	cummul. %
B 1,700	326,5	323	3,5	2	2
B 1,400	334,7	330	4,7	2	4
B 1,000	320	310	10	5	9
B 0,850	297,2	291	6,2	3	12
B 0,600	315,5	277	38,5	18	30
B 0,355	342,1	255	87,1	42	72
B 0,250	252,9	229	23,9	11	83
B Bottom	401,5	366	35,5	17	100
	2590,4	2381	209,4	100	

CHECK : Input weight minus calculated weight -0,9 gr

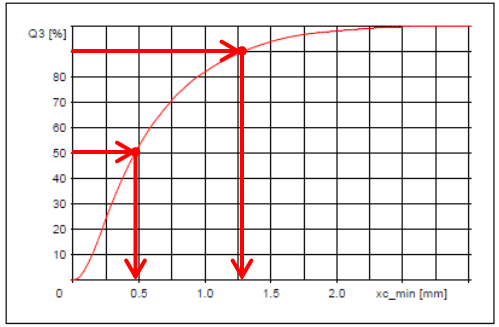
Exemplos

VanAarsen SINCE 1949 Innovative process technologies — CAMSIZER® — Retsch® TECHNOLOGY

Matli-yem

Company:	Retsch Technology
User:	
Result file:	G:\6 - Camsizer Files\Matli-yem\Matli-yem xc min 002.rdf
Task file:	G:\6 - Camsizer Files\## Basic Files ##\CAMSYS\mess0.afg
Time:	14.3.2017 , 13:26 , duration 1 min 28 s at 1.0 % covered area, image rate 1:1 and 42 mm feeder
Particle model:	xc min
No. of particles:	CCD-B = 1354471 , CCD-Z = 159496
Fitting:	no
Material:	Kinali Enerji
Comment:	5mm screen

Size class	[mm]	p3 [%]	Q3 [%]	Size class	[mm]	p3 [%]	Q3 [%]
0.000 -	0.036	0.4	0.4	0.548 -	0.664	8.5	65.4
0.036 -	0.044	0.3	0.7	0.664 -	0.807	8.5	73.9
0.044 -	0.053	0.5	1.2	0.807 -	0.979	7.4	81.3
0.053 -	0.065	0.8	2.0	0.979 -	1.188	6.4	87.7
0.065 -	0.079	1.1	3.1	1.188 -	1.442	5.3	93.0
0.079 -	0.096	1.5	4.6	1.442 -	1.750	3.8	96.8
0.096 -	0.117	2.0	6.6	1.750 -	2.124	1.9	98.7
0.117 -	0.141	2.7	9.3	2.124 -	2.579	1.2	99.9
0.141 -	0.172	3.7	13.0	2.579 -	3.129	0.1	100.0
0.172 -	0.208	5.1	18.1	3.129 -	3.797	0.0	100.0
0.208 -	0.253	6.3	24.4	3.797 -	4.609	0.0	100.0
0.253 -	0.306	7.2	31.6	4.609 -	5.594	0.0	100.0
0.306 -	0.372	8.0	39.6	5.594 -	6.789	0.0	100.0
0.372 -	0.452	8.5	48.1	6.789 -	8.239	0.0	100.0
0.452 -	0.548	8.8	56.9	8.239 -	10.000	0.0	100.0



Characteristics

Q3 [%]	x [mm]
10.0	0.147
50.0	0.471
90.0	1.288

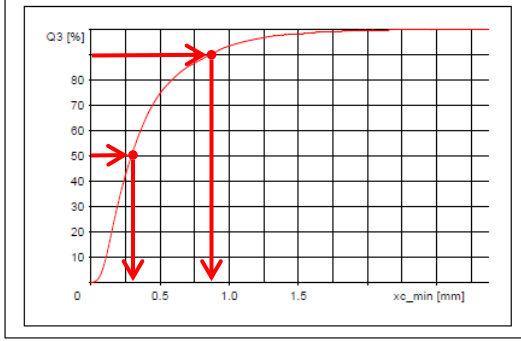
x [mm]	Q3 [%]
1.000	81.9
2.000	98.2
4.000	100.0

VanAarsen SINCE 1949 Innovative process technologies — CAMSIZER® — Retsch® TECHNOLOGY

Matli-yem

Company:	Retsch Technology
User:	
Result file:	G:\6 - Camsizer Files\Matli-yem\Matli-yem xc min 005.rdf
Task file:	G:\6 - Camsizer Files\## Basic Files ##\CAMSYS\mess0.afg
Time:	14.3.2017 , 13:37 , duration 1 min 29 s at 1.0 % covered area, image rate 1:1 and 42 mm feeder
Particle model:	xc min
No. of particles:	CCD-B = 1531503 , CCD-Z = 143057
Fitting:	no
Material:	Kinali Enerji
Comment:	5mm? screen

Size class	[mm]	p3 [%]	Q3 [%]	Size class	[mm]	p3 [%]	Q3 [%]
0.000 -	0.036	0.5	0.5	0.548 -	0.664	6.0	83.9
0.036 -	0.044	0.3	0.8	0.664 -	0.807	4.5	88.4
0.044 -	0.053	0.6	1.4	0.807 -	0.979	4.7	93.1
0.053 -	0.065	1.1	2.5	0.979 -	1.188	3.0	96.1
0.065 -	0.079	1.8	4.3	1.188 -	1.442	2.0	98.1
0.079 -	0.096	2.9	7.2	1.442 -	1.750	1.1	99.2
0.096 -	0.117	4.4	11.6	1.750 -	2.124	0.6	99.8
0.117 -	0.141	6.0	17.6	2.124 -	2.579	0.2	100.0
0.141 -	0.172	7.8	25.4	2.579 -	3.129	0.0	100.0
0.172 -	0.208	8.5	33.9	3.129 -	3.797	0.0	100.0
0.208 -	0.253	9.1	43.0	3.797 -	4.609	0.0	100.0
0.253 -	0.306	9.4	52.4	4.609 -	5.594	0.0	100.0
0.306 -	0.372	9.4	61.8	5.594 -	6.789	0.0	100.0
0.372 -	0.452	8.9	70.7	6.789 -	8.239	0.0	100.0
0.452 -	0.548	7.2	77.9	8.239 -	10.000	0.0	100.0

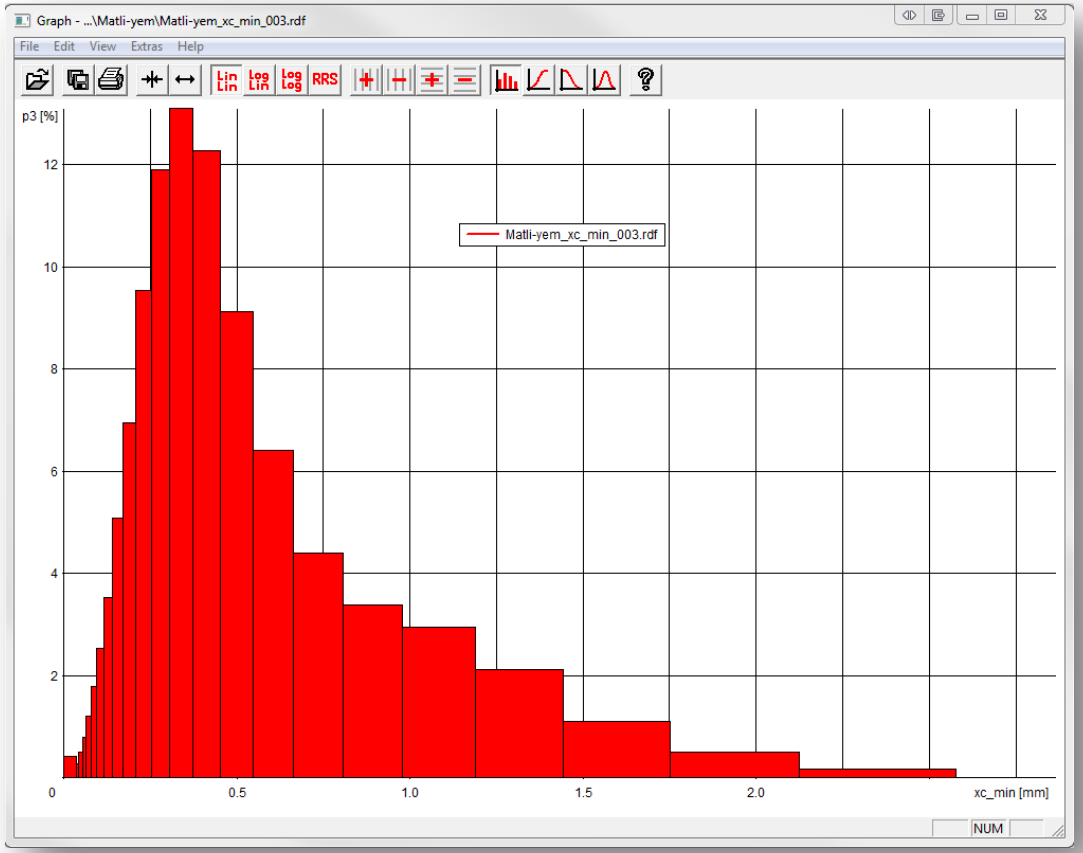


Characteristics

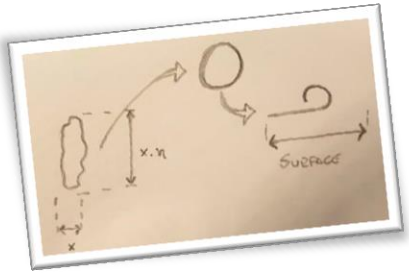
Q3 [%]	x [mm]
10.0	0.109
50.0	0.292
90.0	0.863

x [mm]	Q3 [%]
1.000	93.5
2.000	99.7
4.000	100.0

Exemplos



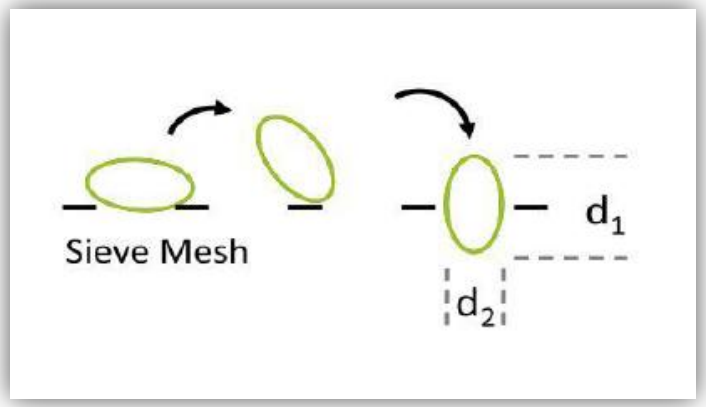
- Diferentes métodos de análises.
- Xc_min - Calcula o tamanho da área da partícula e considera este “comprimento” como esférico.

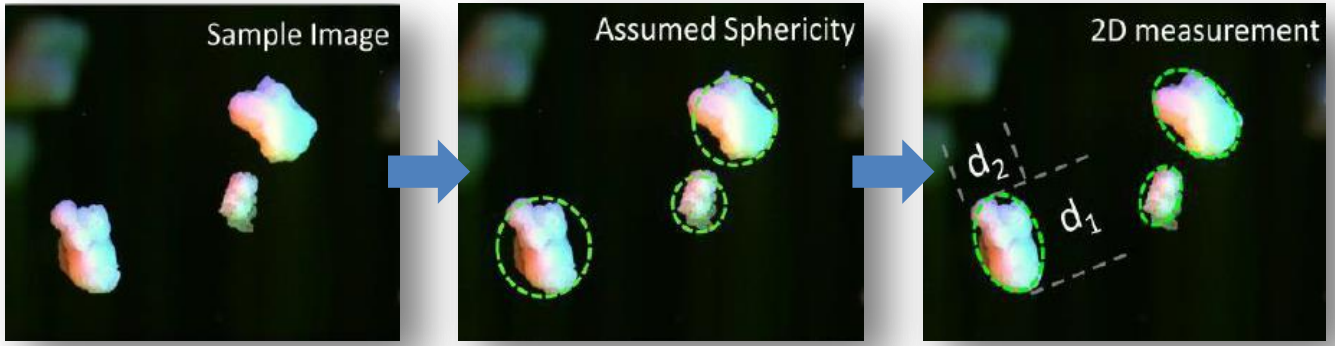


Uniformidade do Formato

- Apesar do tamanho, as particulas podem se diferenciar em sua uniformidade, ou no formato que assumem após a moagem de acordo com a técnica utilizada.

- Quanto mais uniforme a moagem, mais estruturado será o resultado, o que aumenta a eficiência dos processos de mistura, peletização/extrusão, digestão.





Exemplo

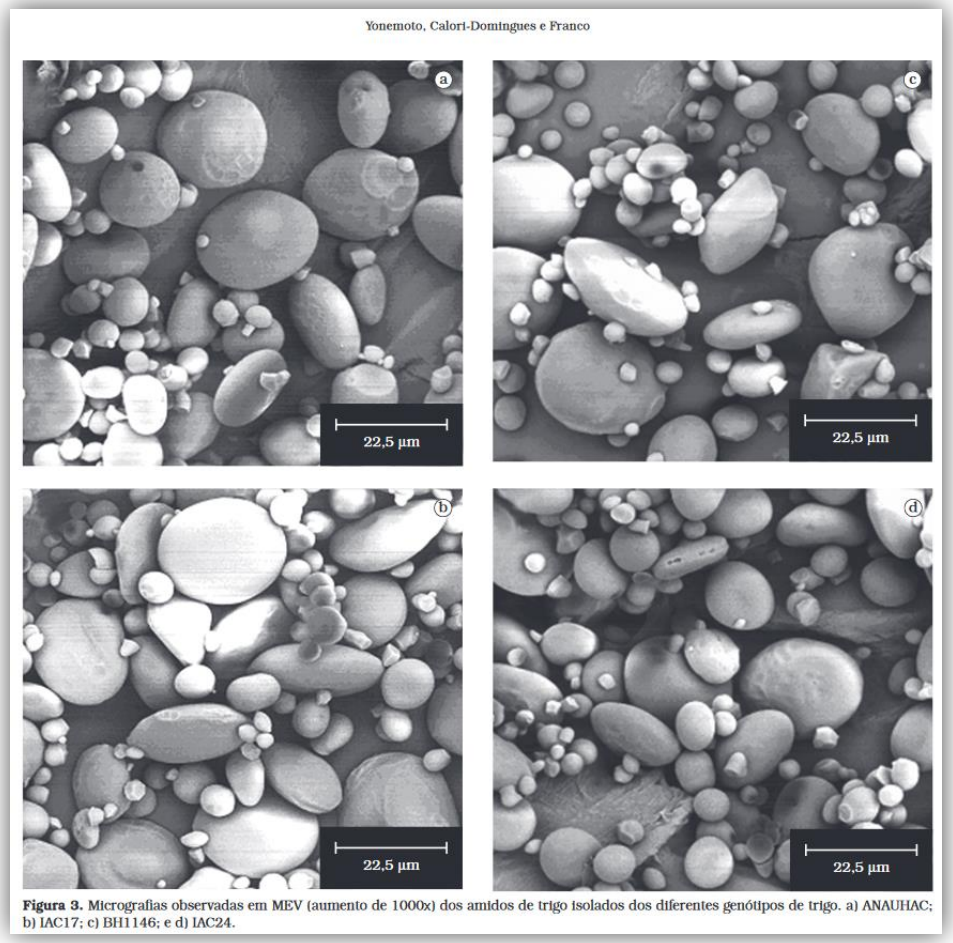
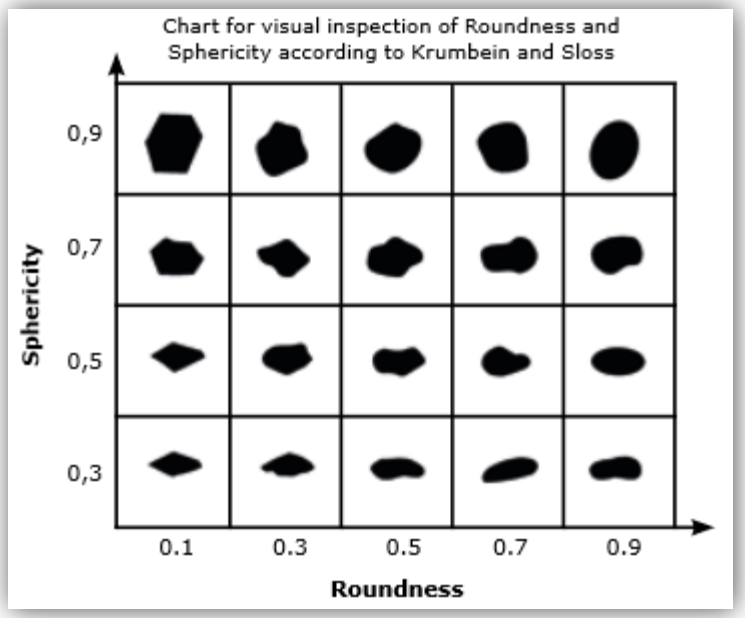


Figura 3. Micrografias observadas em MEV (aumento de 1000x) dos amidos de trigo isolados dos diferentes genótipos de trigo. a) ANAUHAC; b) IAC17; c) BH1146; e d) IAC24.

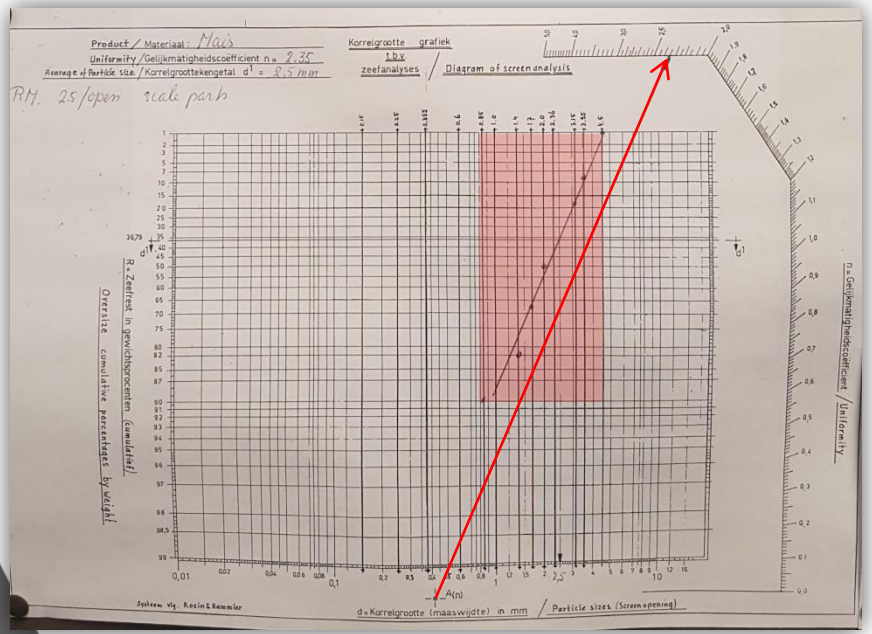
Fonte: Patrícia Guedes YONEMOTO, Maria Antonia CALORI-DOMINGUES, Celia Maria Landi FRANCO - Efeito do tamanho dos grânulos nas características estruturais e físico-químicas do amido de trigo.

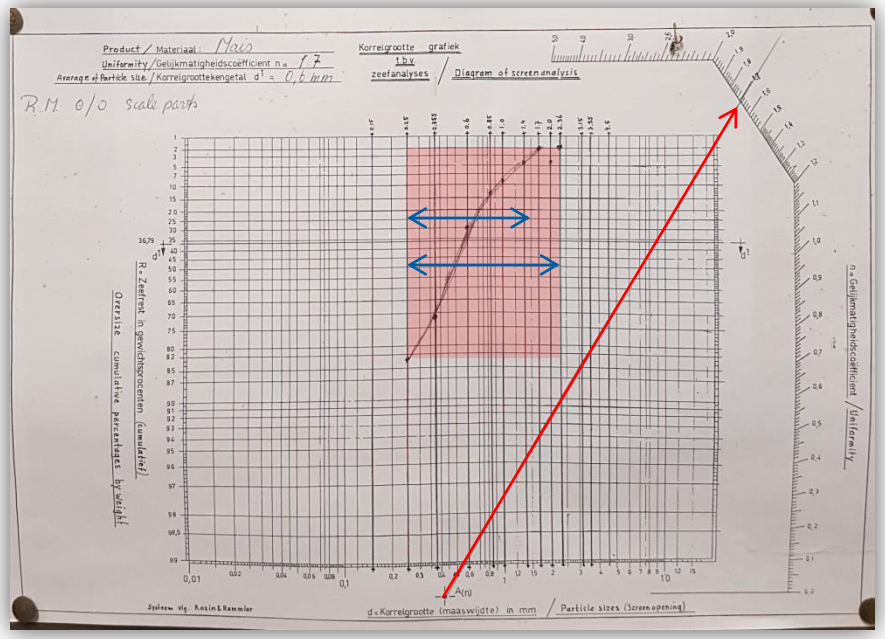
Uniformidade no Resultado

- O coeficiente de uniformidade tem uma relação de quanto fina é a mogaem;
- Relação direta entre a facilidade de moagem de cada material e a uniformidade;
- Teoricamente quanto mais fina a moagem, menor a uniformidade;
- **Também é relacionada com métodos de cáclculo da uniformidade da distribuição geométrica das partículas, indicando quanto é a disperção em relação a variação do tamanho final;**

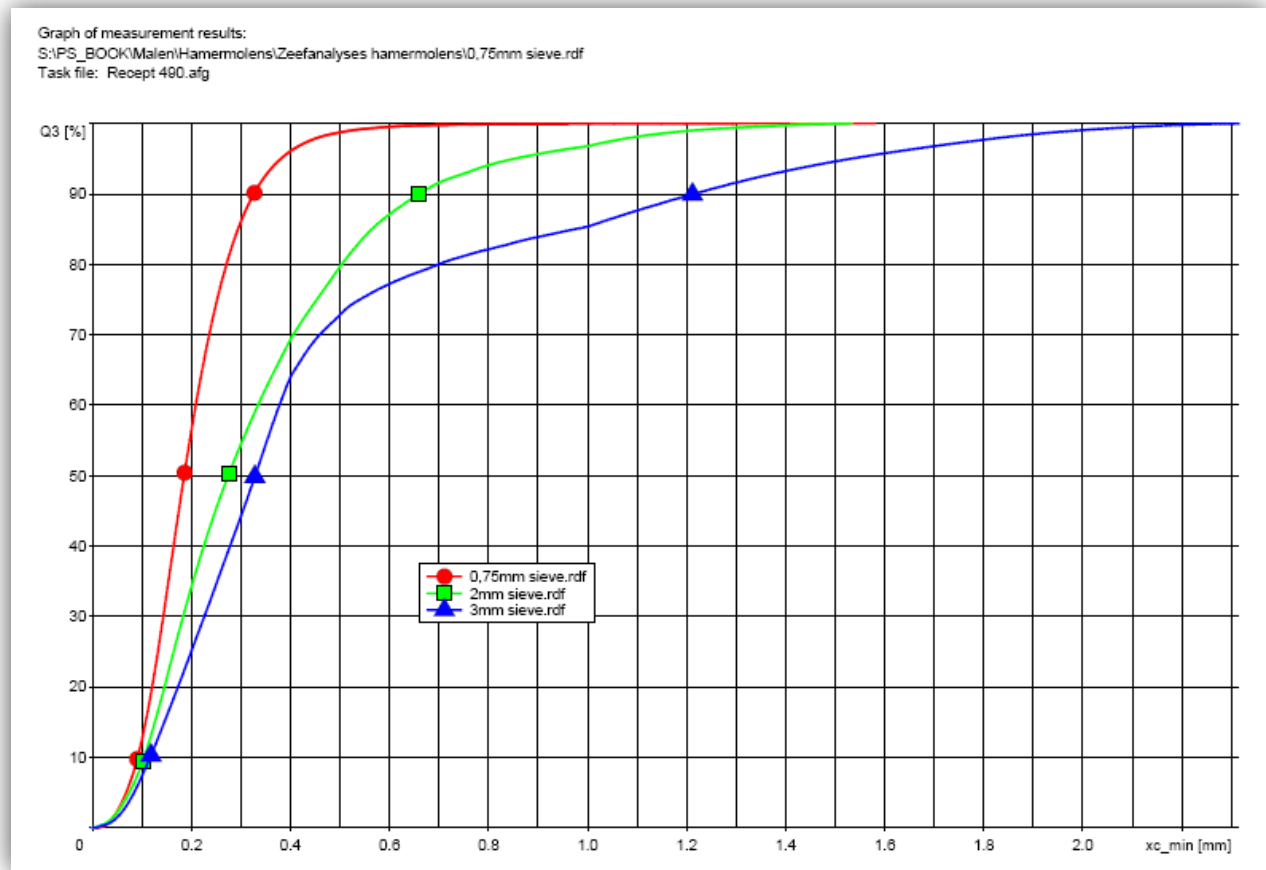


Exemplo da variação da uniformidade em amostras de milho moídas em diferentes tamanhos





Exemplo de diferentes peneiras

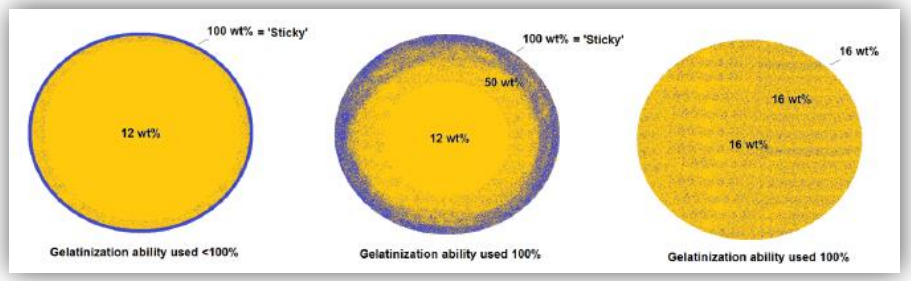


Impacto na Gelatinização do Amido

- A gelatinização é quando o amido presente nas matérias-primas se torna disponível para melhor digestão através dos processos de adição de umidade, temperatura e pressão.

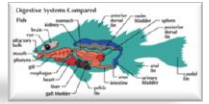
- Os amidos estão normalmente presos dentro das células dos produtos, e o processo de moagem é o primeiro passo para tornar este amido disponível, quebrando mecanicamente as paredes das células.

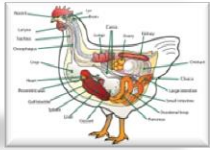
- O tamanho das particulas tem relação direta de duas formas com a gelatinização do amido:
  - Liberando o amido resistente a digestão que está presente no interior das células;
  - Partículas menores -> Facilitando que a umidade adicionada com o vapor alcance melhor o interior das células;

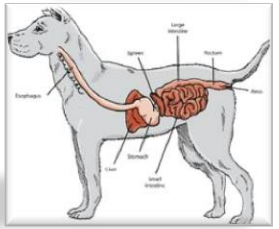


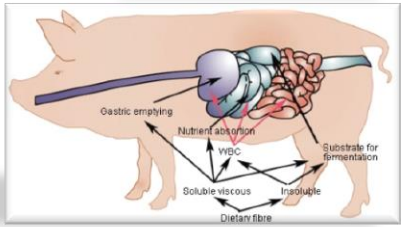
Requerimentos para Moagem

- Basicamente existem dois requerimentos para determinar o tamanho das partículas necessárias:
  - Necessidade digestiva e nutricional do animal;
    - Capacidade de ingestão de ração / saciedade
    - Seleção do animal
    - Funcionamento digestivo
    - Disponibilidade de nutrientes
  - Necessidade física para o processo de fabricação da ração;
    - Requerimentos específicos do processo
      - Mistura
      - Tratamento térmico
      - Peletização/expander/extrusão



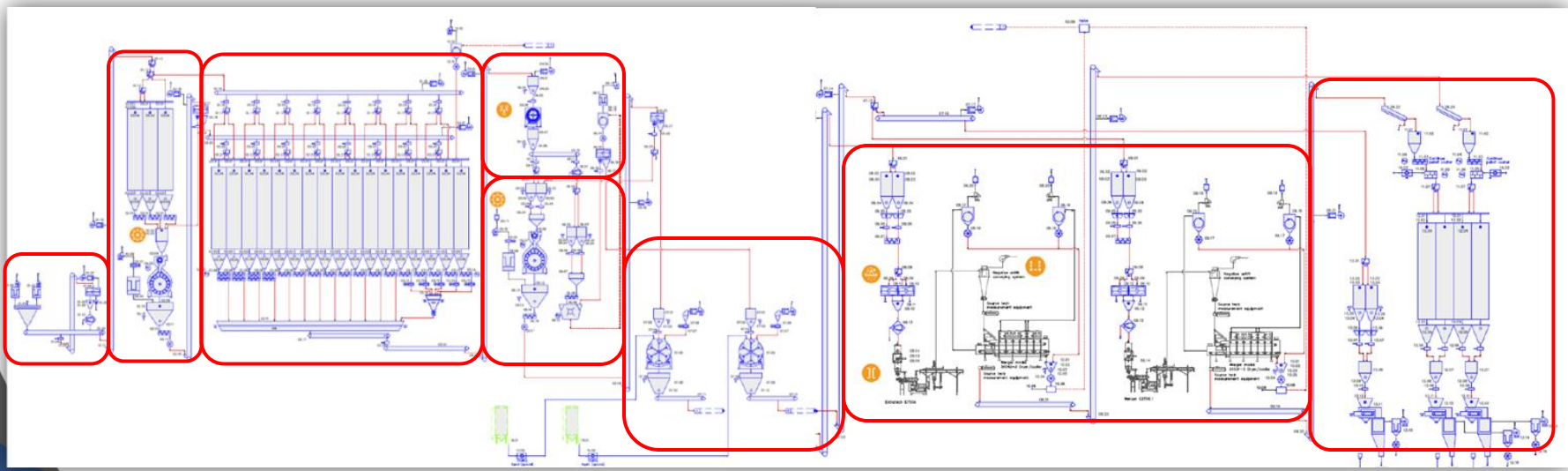






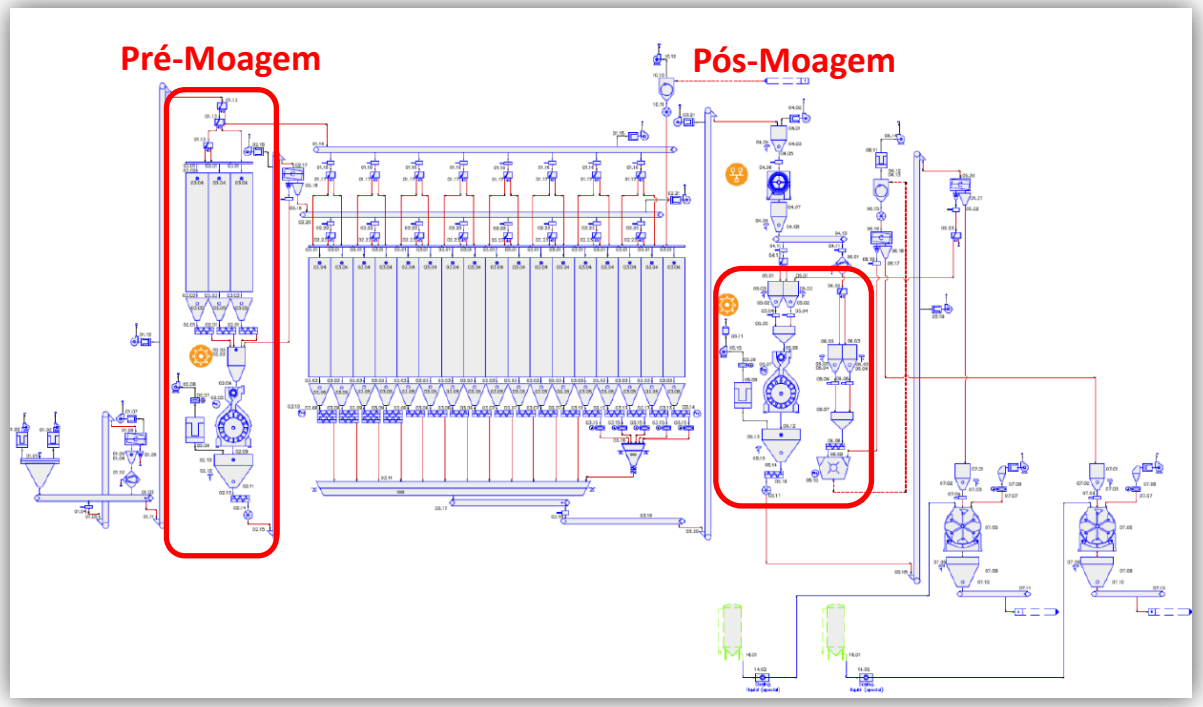
Moagem no Processo

Recebimento
Pré-Moagem
Dosagem
Pós-Moagem
Mistura
Condicionamento
Extrusão
Resfriamento
Revestimento
Expedição



Visão Geral da Moagem x Processo

- Mesmo sabendo que a moagem é uma parte específica do processo de fabricação, não podemos ignorar o processo como um todo, de forma a entender o impacto dos custos e o equilíbrio entre o menor tamanho de partícula e o melhor resultado final (custos x produtividade x FCR).



Extrusão - Aqua

- Moagem (tamanho) -> Tamanho do Pelete
- Tamanho do pelete -> Flutuabilidade -> Gelatinização/Quantidade Amido -> Tipo de ração

Product Description	Final Size	Picture	Protein	Internal Fat	Bulk Density
	mm		%	%	g/l
Low Fat Floating Aquatic Feed	5-15		< 36 &	< 5	380-430
Low Fat Floating Aquatic Feed	3.1-4.9		< 36 &	< 5	380-430
Low Fat Floating Aquatic Feed	2.1-3.0		< 36 &	< 5	380-430
High Fiber Floating Aquatic Feed	5-15		< 36 &	< 5	380-430
High Fiber Floating Aquatic Feed	3.1-4.9		< 36 &	< 5	380-430
High Fiber Floating Aquatic Feed	2.1-3.0		< 36 &	< 5	380-430

D80 < 533um
D50 < 350um

- O tamanho máximo da moagem não deve exceder 1/3 do tamanho do pelete.

Extrusão - Pet

- Diretrizes básicas:
  - Tamanho máximo da partícula: 1/3 da abertura da matriz.
  - Não exceder 1,2mm em geral.
  - Tamanho da peneira:
    - Via de regra, 100% das partículas menores que 1,2mm
    - Moagem fina
    - Peneiras com abertura de 1mm a 1,5mm

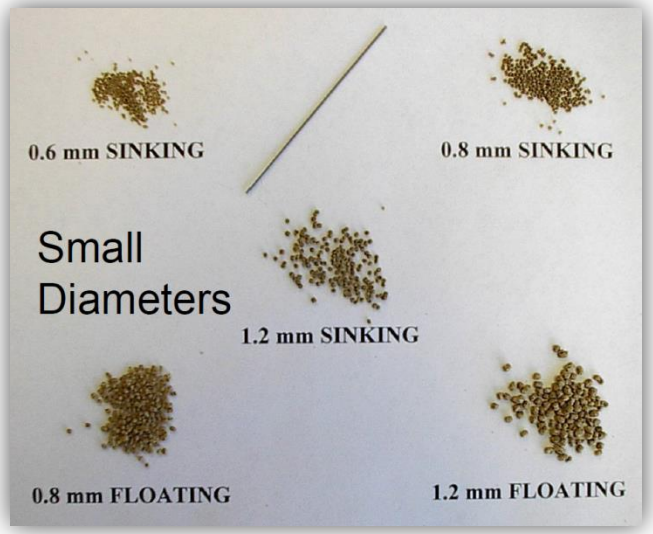


Isso significa D100 a 1200 microns!



Exemplos

Pellet diameter (mm)	Partile size (mm)	Fineness (µm) (D80)
0,8	0,64	213
1	0,8	267
1,2	0,96	320
1,5	1,2	400
2	1,6	533
2,5	2	667
3	2,4	800
4	3,2	1067
5	4	1333



Source: Van Aarsen / Wenger – Aquafeed projects

Tecnologia Disponível para Moagem

- Principais tecnologias de moagem utilizadas na fabricação de rações

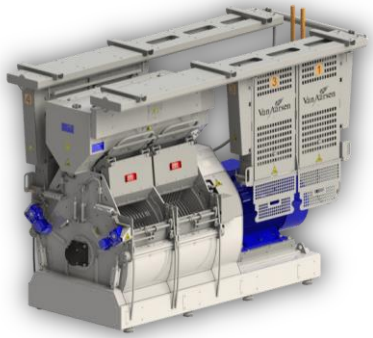
Moinho de Rolos



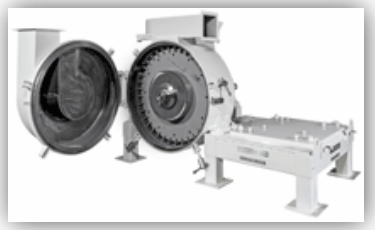
Multicracker



Moinho de Martelos



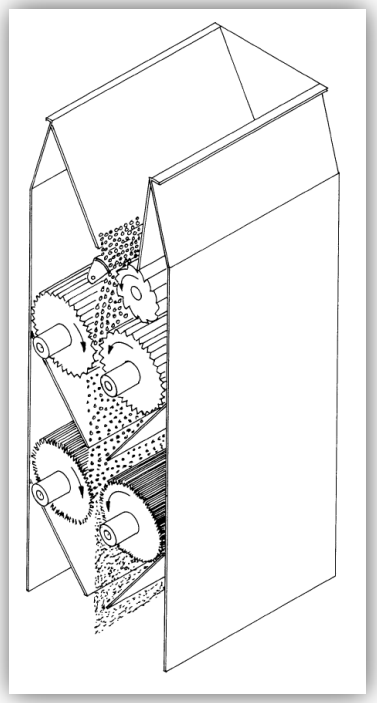
Pulverizador



Moinho de Rolos

- Primeiros sistemas de moagem. Início com moinhos de vento e depois moinhos de água.
- Evoluiram para os modernos moinhos de rolos utilizados em diversas indústrias.

- Normalmente 2 pares de rolos corrugados girando em velocidades diferentes, na mesma direção de fluxo do produto.
- Os conjuntos de rolos são ajustados com distâncias diferentes de acordo com o tipo de material a ser moído e o tamanho de partícula necessário.
- Os rolos podem ser ajustados de forma manual, através de parafusos, ou ainda através de sistemas pneumáticos ou hidráulicos.

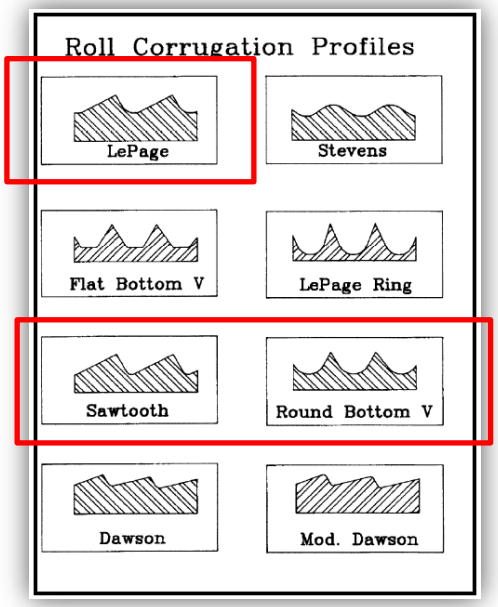


Moinho de Rolos

- A corrugação dos rolos pode varias dependendo do tipo de material a ser processado, partícula desejada e a quantidade de finos desejado.

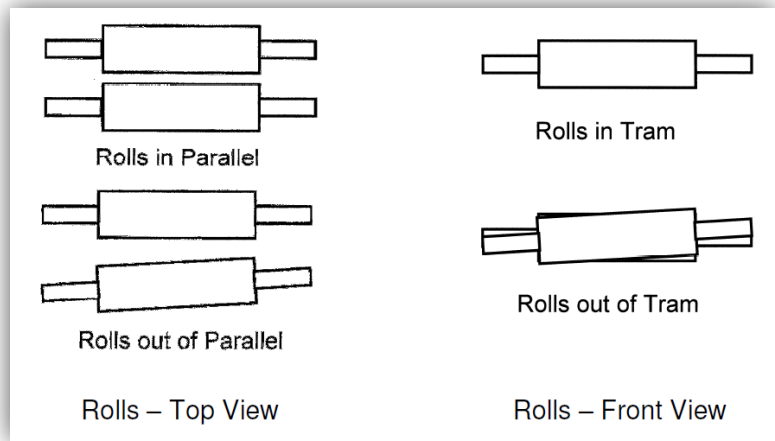
- Mesmo tipo de dilema, mais fino, menor capacidade e vise-versa!

- Diferentes velocidades de operação para cada rolo:
  - 1000fpm até 3000fpm
  - Ratio 1.5:1, sendo 1 o rolo mais lento
    - Ex. Rolo mais rápido a 1000rpm, lento a 667rpm



Moinho de Rolos

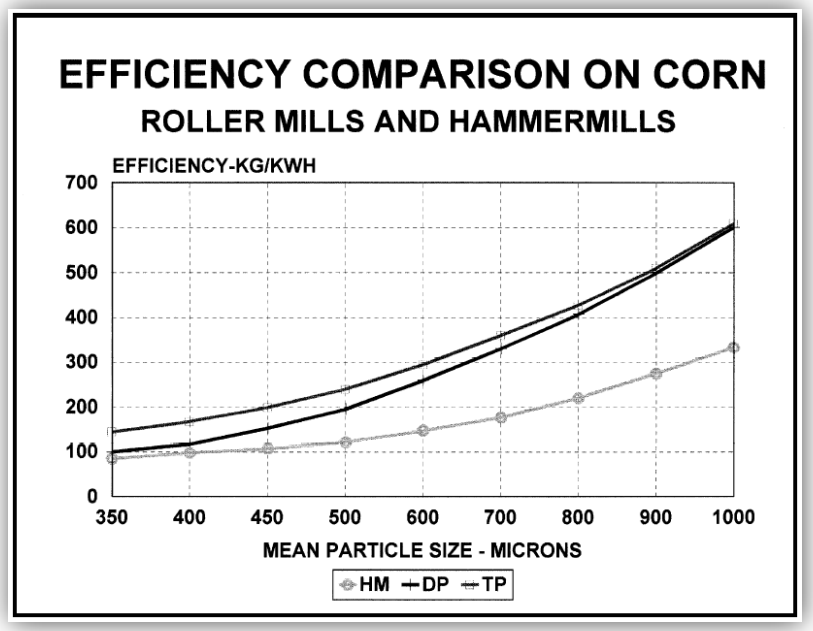
- Processo de Moagem
  - Velocidade dos rolos, pode ir de 1,2:1 até 2:1
    - Diferença pequena: Não permite reduçao adequada
    - Diferença grande: Desgaste prematuro dos rolos
- Ë necessário um ajuste adequado dos rolos para chegarmos aos ganhos reais, como produtividade, qualidade da moagem e vida útil dos rolos



Moinho de Rolos

- **Custo de Produção**
  - Eficiência Energética – Manutenção

- Eficiência Energética:
  - Via de regra, 15-30% mais eficiente que um moinho de Martelos para 1 ton com mesmo tamanho de partícula.



Moinho de Rolos

- Vantagens:
  - Melhor desempenho energético
  - Melhor uniformidade das partículas
  - Menor influência de temperatura na moagem
  - Menos finos, menor chance de explosão de pó

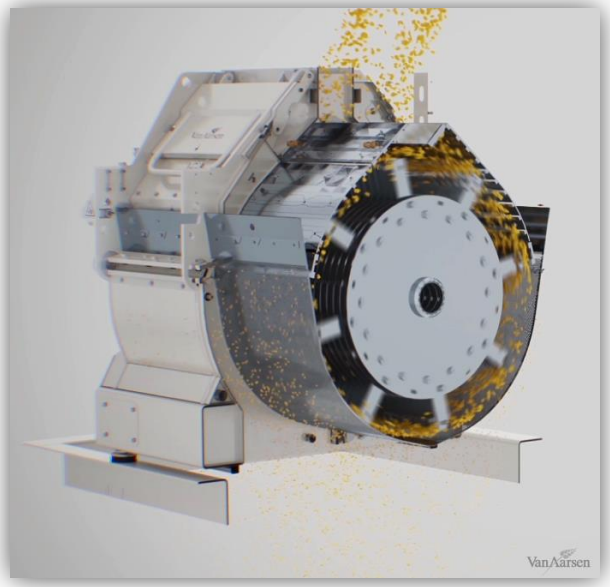


- Desvantagens
  - Alto custo de investimento
  - Alto custo de manutenção dos rolos
  - Estoque de rolos é necessário
  - Baixa produtividade (tons/hora)
  - Baixa flexibilidade de operação com diferentes materiais (pós moagem)

Moinho de Martelos

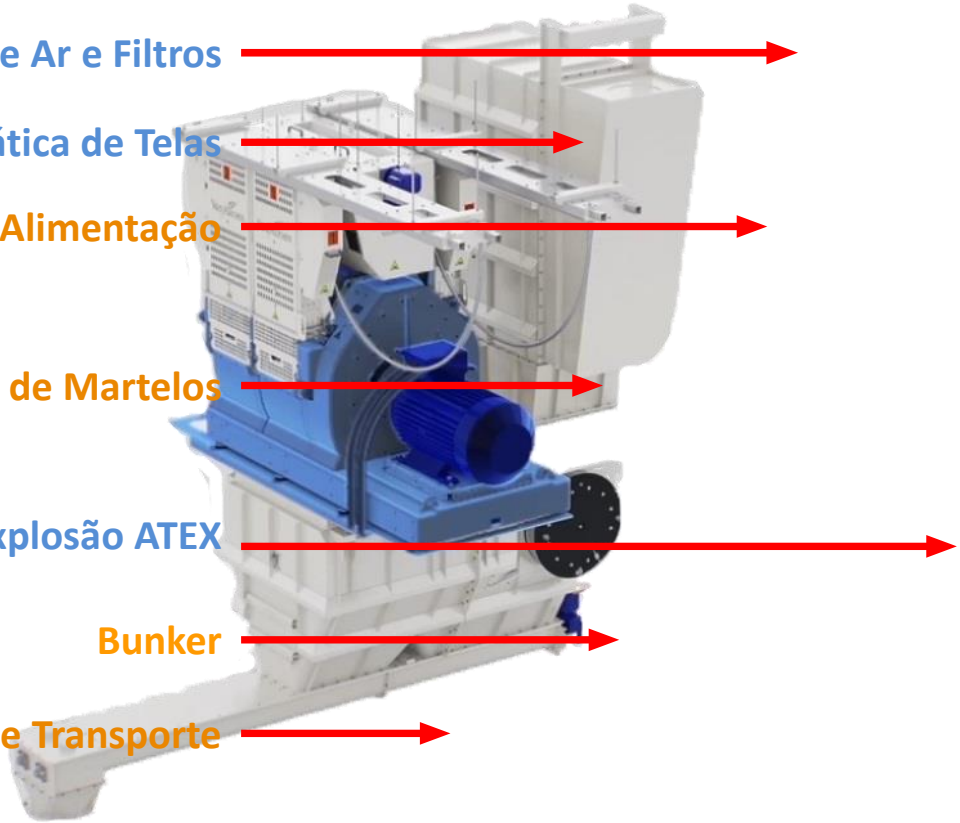
- Conceito
  - Moagem por impacto!
  - Rotor em um eixo principal
  - Martelos presos ao rotor
  - Câmara de moagem
  - Tela ou peneira

- O conceito de moagem com moinho de martelos é o sistema mais flexivel de moagem, pois permite diversos tipos de ajustes, de acordo com a característica dos produtos e a qualidade da moagem necessária:
  - Velocidade dos martelos / Pot do motor
  - Distância dos martelos / Nro de martelos
  - Tamanho da câmara de moagem
  - Tamanho da tela / Area / Tam. Furos
  - Alimentação do produto / Fluxo de ar

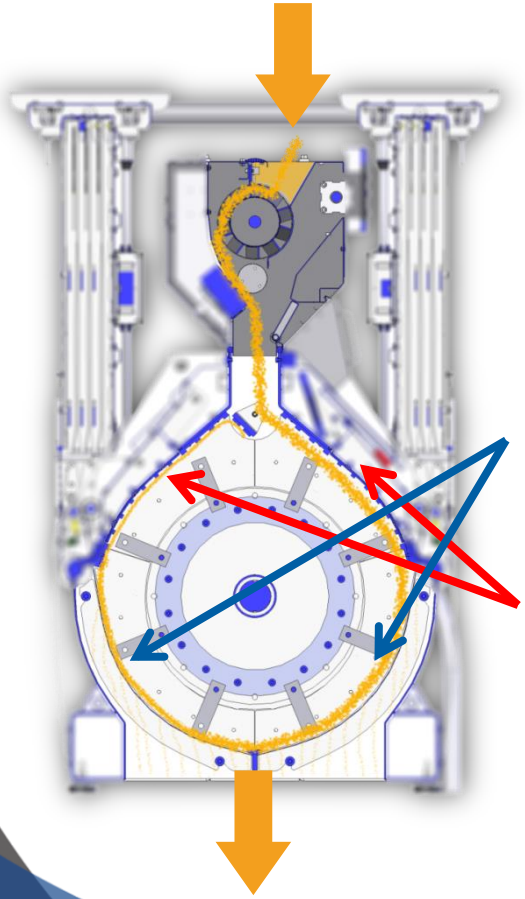


Moinho de Martelos

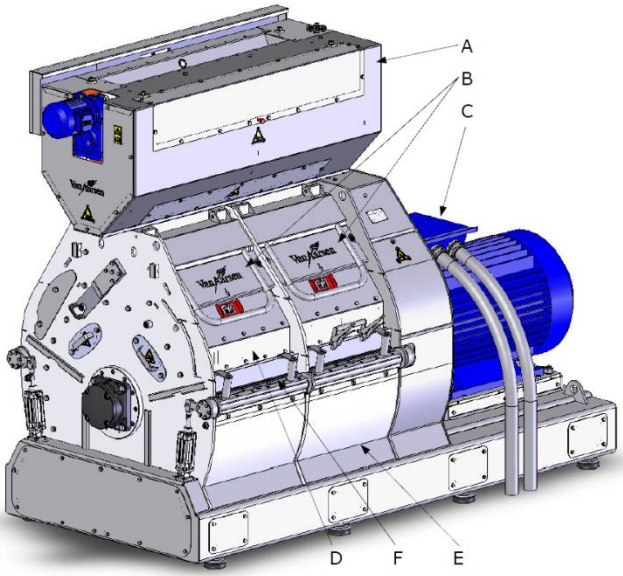
- Sistema completo para o moinho de martelos



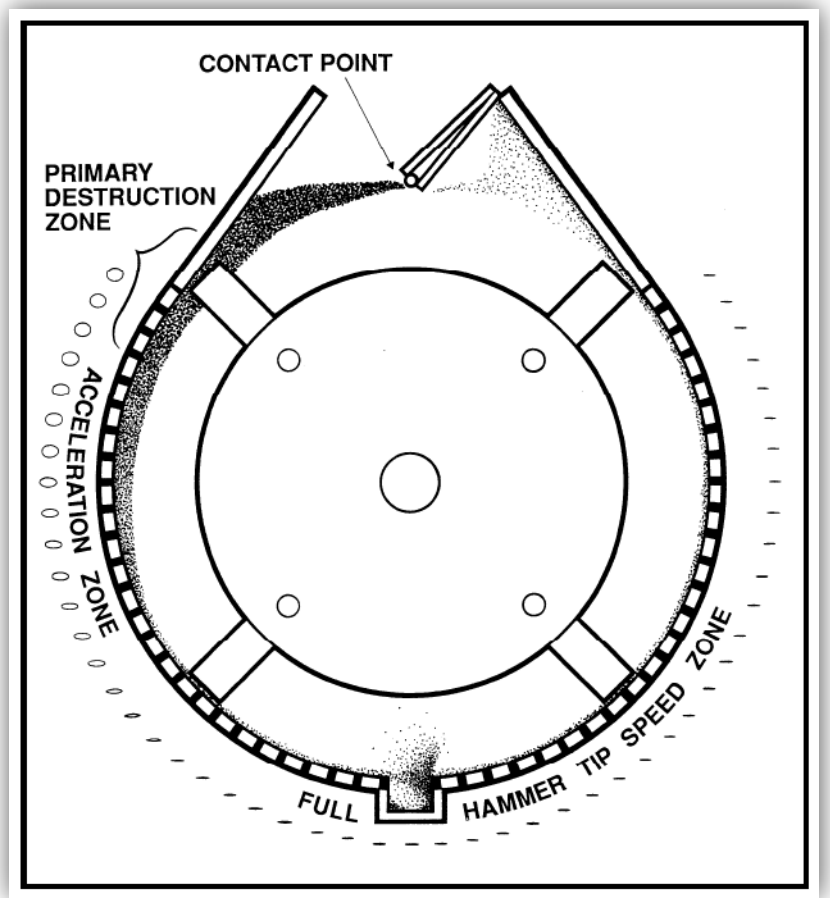
Moinho de Martelos



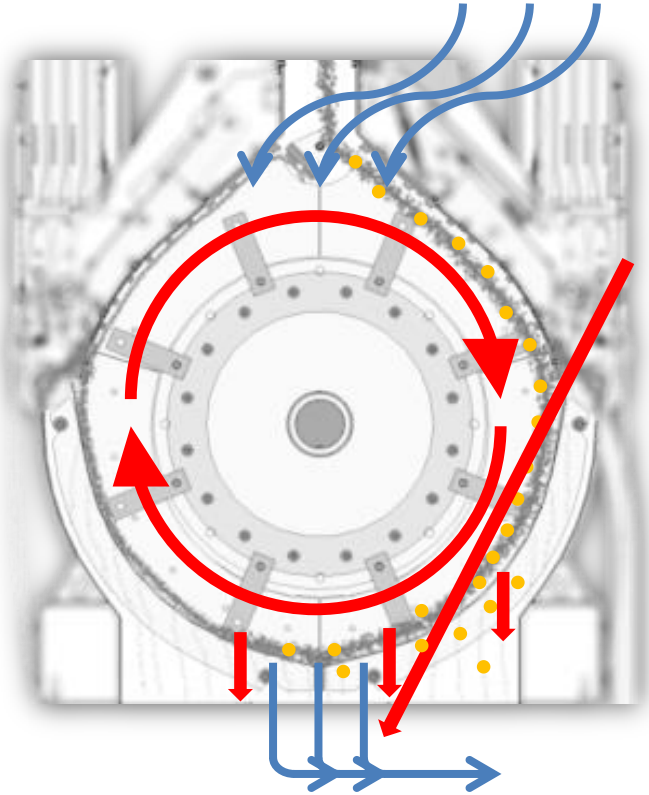
A. Sistema de alimentação
B. Portas de Acesso
C. Motor
D. Peneiras
E. Câmara de Moagem e do Rotor
F. “Pegador” para troca das peneiras
G. Breaking Plates



Moinho de Martelos



Forças dentro da câmara de moagem



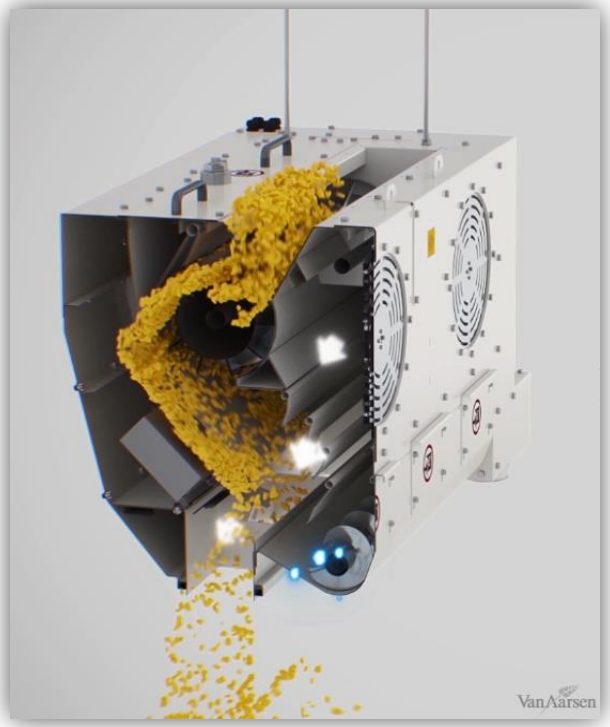
Fluxo de ar

Forças

Centrípeda/Tangencial

Moinho de Martelos

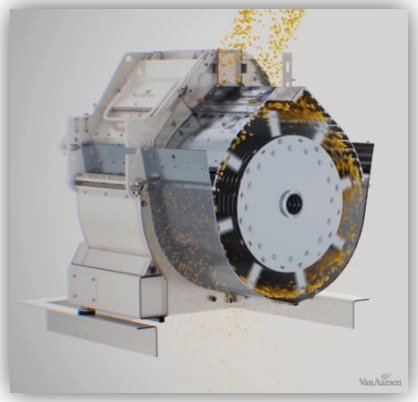
- Sistema de Alimentação com Separação de materiais ferrosos e partes pesadas





Moinho de Martelos

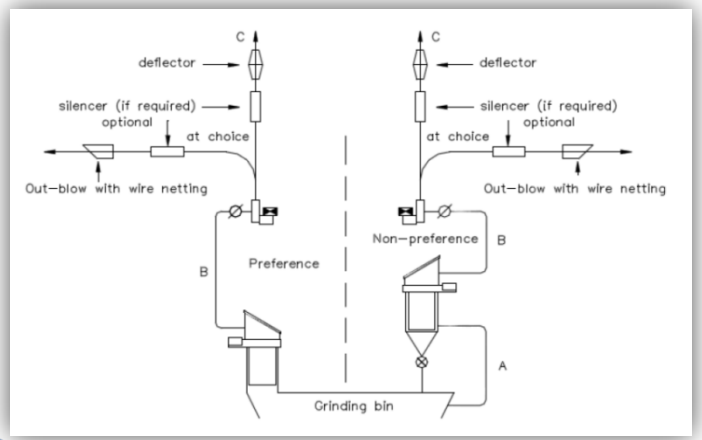
- Moinho
  - Até o mínimo de 7 Kw/Hr
  - Breaking Plates, únicas
  - Troca das peneiras com rotor em movimento
  - Rotor e Eixo em única peça
  - Motor de acionamento direto no eixo

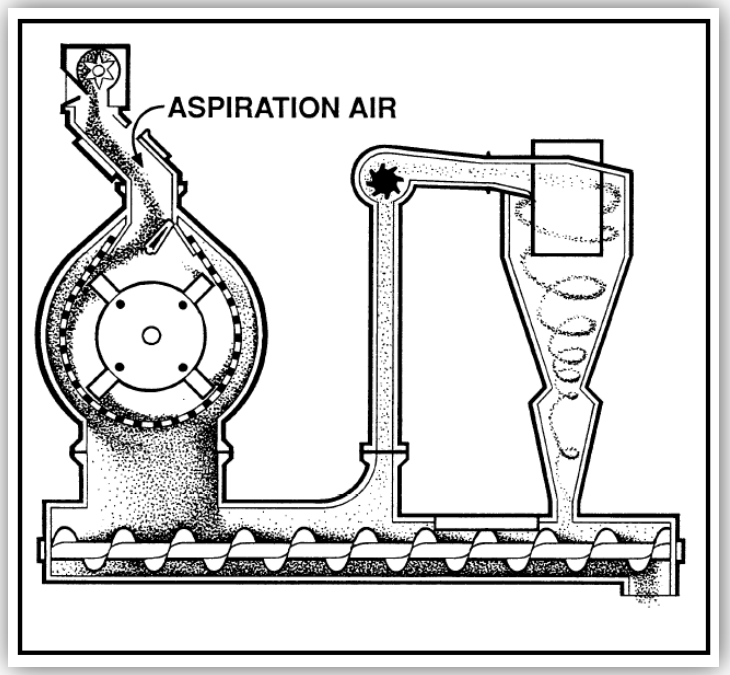


	Hammer Mill 700 GD	Hammer Mill 1400 GD
Max. dimensions of input material	Ø 20 x 20 mm	Ø 20 x 20 mm
Installed power at 50Hz / 60Hz (depending on voltage)	132 up to 200 kW	200 up to 405 kW
Weight (static / dynamic)	± 5.200 / ± 8.000 kg	± 7.500 / ± 11.500 kg
Hammer dimensions	220*/240** x 60 x 8 mm	220*/240** x 60 x 8 mm
Rows of hammers on circumference	8	8
Number of hammers	120	240
Number of screens	2	4
Screen diameter	1250 mm	1250 mm
Grinding surface	2.57 m²	5.14 m²
Nett screen surface	1.37 m²	2.74 m²
Breaker plate surface	1.2 m²	2.4 m²
Fan air flow	60 - 90 m³/min	90 - 180 m³/min
Fan power	7.5 - 11 kW	11 - 22 kW

Sistema de Fluxo de Ar

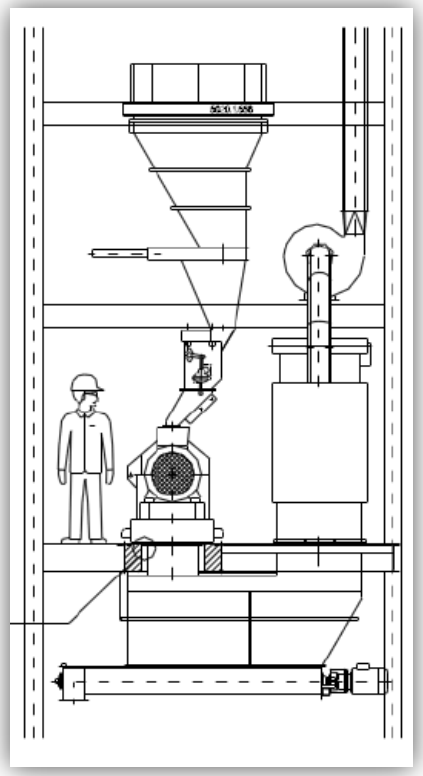
- Todo Moinho de Martelos age como um ventilador. Tendo o rotor e os martelos como pás.
- Melhora a Eficiência e a Performance. 15 a 40%.
- Melhora as condições de pé dentro da câmara de moagem e faz com que o produto passe pelas peneiras.
- Controla a temperatura.





Sistema de Ar

Mill Type	Power kW	Required amount of air m³ / min	Preferred filter type, For grinding on screens >1,5 mm			Preferred fan type				
			Preference	Non-preference						
HM			Insertable bag filter	Case with bag filter	Cyclone with tube filter	n= 3600 rpm.	kW	∅A mm	∅B mm	∅C mm
400	55	25	C-BAE 206	FCAE110	PCS 07/30	8GTE224. /075	3	160	200	200
	75	35	C-CAE 210	FCAE210	PCS 18/20	8GTE224	4	160	200	200
700	90	50	C-CAE 210	FCAE210	PCS 18/20	8KTE280/0.9	5.5	200	260	250
	110	50	C-CAE 210	FCAE210	PCS 18/20	8KTE280/0.9	5.5	200	260	250
	132	60	C-CAE 215	FCAE310	PCS 18/30	8KSE280	7.5	260	260	250
1400	160	75	C-CAE 215	FCAE310	PCS 18/30	8KTE315	11	260	260	250
	200	90	C-CAE 315	FCAE315	PCS 18/35	8KTE315	11	260	320	315
	250	115	C-CAE 415	CAC-1415	PCS 28/35	8KSE315	15	320	360	355
2x 1400	2X160	150	2xC-CAE 215	-	-	2 x 8KTE315	2x11	320	260	250
	2X200	180	2xC-CAE 315	-		2 x 8KTE315	2x11	360	320	315
	2X250	230	2xC-CAE 415	-	-	2 x 8KSE 315	2x15	400	360	355
700 GD	132	60	C-CAE 215		PCS 18/30	8KSE280	7.5	260	320	320
	160	75	C-CAE 315		PCS 18/35	8KTE315	11	260	320	320
	200	90	C-CAE 315		PCS 18/35	8KTE315	11	260	320	320
1400 GD	200	90	C-CAE 315		PCS 18/35	8KTE315	11	260	320	320
	275	115	C-CAE 415		PCS 28/35	8KSE315	15	360	400	400
	345	150	C-CAE 415		PCS 28/35	8FTEN400	18.5	360	400	400
	375	180	2x C-CAE 315		PCS 39/30	8FSEN400	22	400	400	400
	405	180	2x C-CAE 415		PCS 39/30	8FSEN400	22	400	500	500



Moinho de Martelos

- Baixos custos operacionais

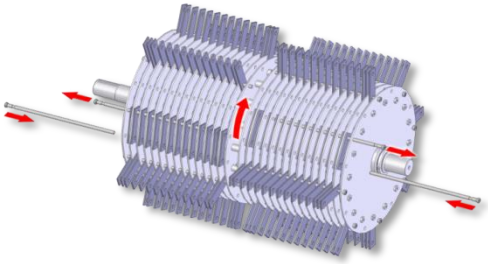
  - Martelos 0.06 R$/ton (indicativo)
  - Peneiras 0,04 R$/ton (indicativo)

- Dureza dos martelos 60 HRC (Superfície dura/Interior macio)
- Rotação dos martelos 15-20 minutos (GD1400) por 1 pessoa
- Troca dos martelos 45-50 minutes (GD1400) por 1 pessoa
- Vida útil dos martelos aprox. 40.000 ton por jogo (10.000tons x4)
- Vida útil aproximada das peneiras 20.000 por jogo

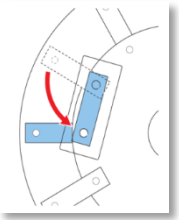


Moinho de Martelos

- Troca simples e fácil dos martelos



- Uso otimizado dos martelos



- Acesso fácil e ergonômico

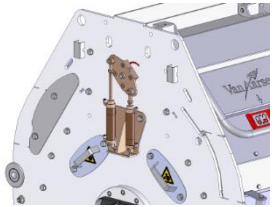




Moinho de Martelos

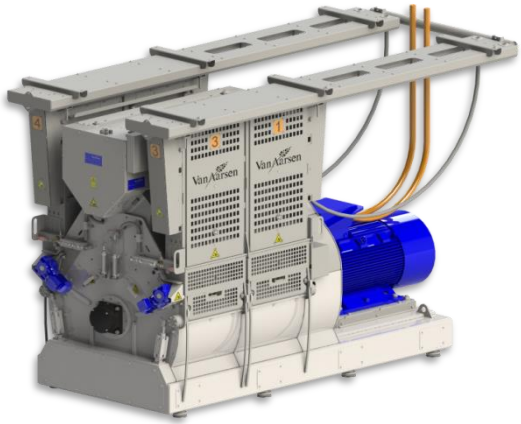
- Opcionais
  - Motor com controlador de freuqência
  - Detecção de vibração nos rolamentos
  - Hopper abaixo do moinho especial ATEX
  - Sistema de aspiração ATEX com filtros
  - Troca da direção do rotor com acionamento pneumático
  - Troca automatica das peneiras

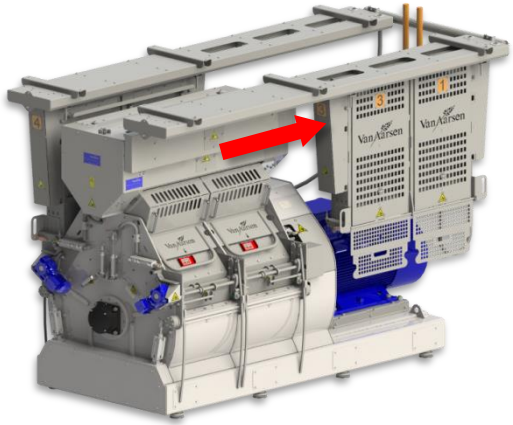






Troca Automática das Peneiras

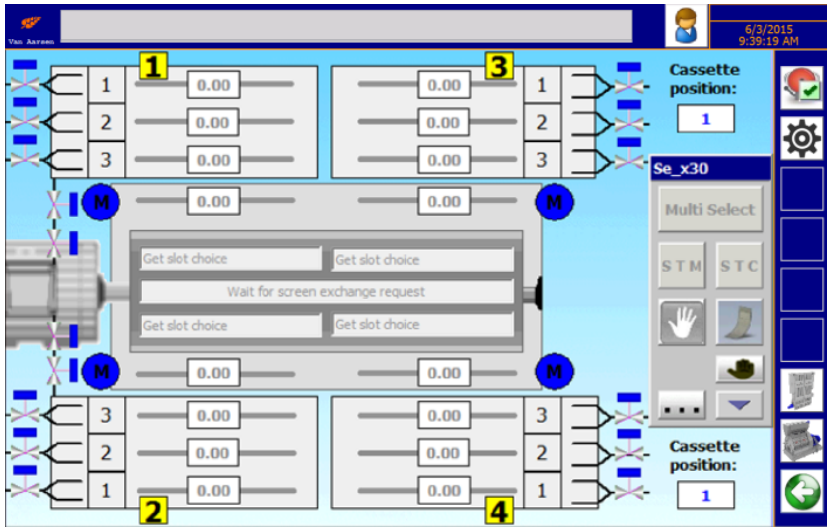




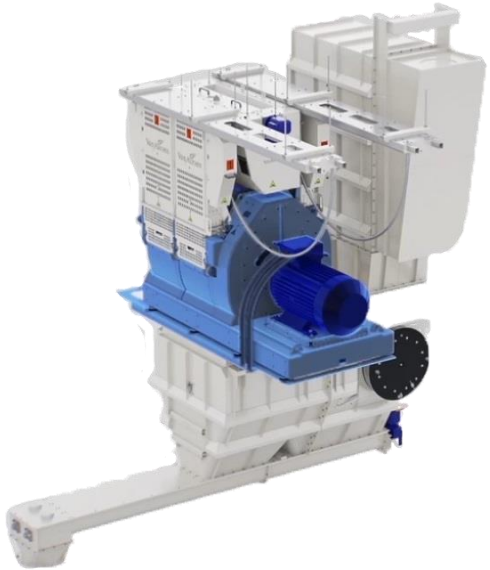


Troca Automática das Telas

- Possibilidade e trocar 3 tipos de peneiras
- Troca automática, sem parar o rotor
- Não necessita mais espaço físico
- A troca das peneiras nos cassetes não para o moinho
- Controlado pela automação



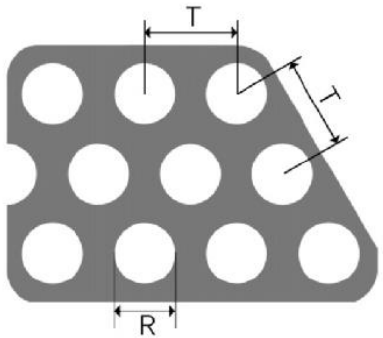
Funcionamento de um Moinho de Martelos



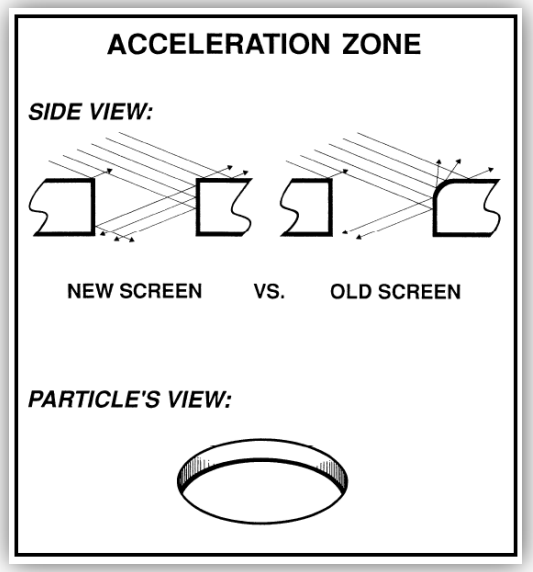
Moinho de Martelos

- Relação das penerias e Tamanho das Partículas
  - Ärea aberta, influencia a produtividade, afetada pelo tamanho do furo, posicionamento dos furos, tamanho da peneira.
  - Via de regra, furo da peneira é calculado 3x maior que o tamanho da partícula em D50
    - Ex. D50 700 microns, Furo da peneira de 2mm.

Calculation of open area:



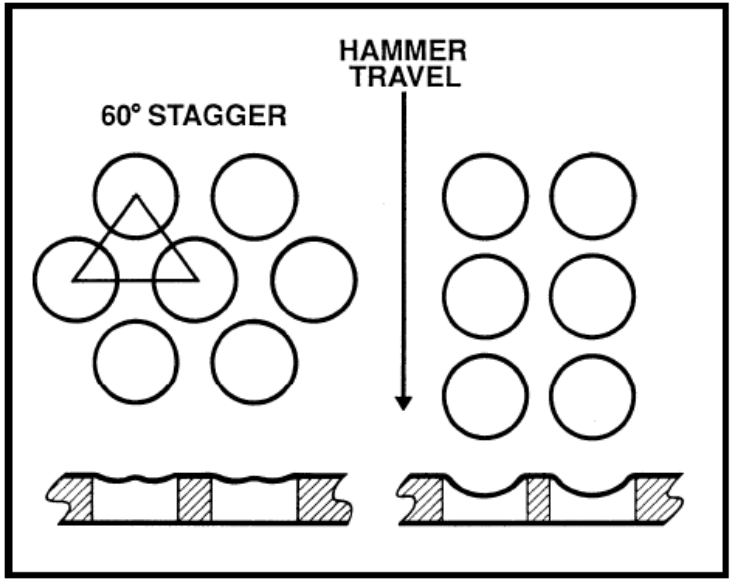
$$\frac{R^2 \times 90.69}{T^2} = \%$$



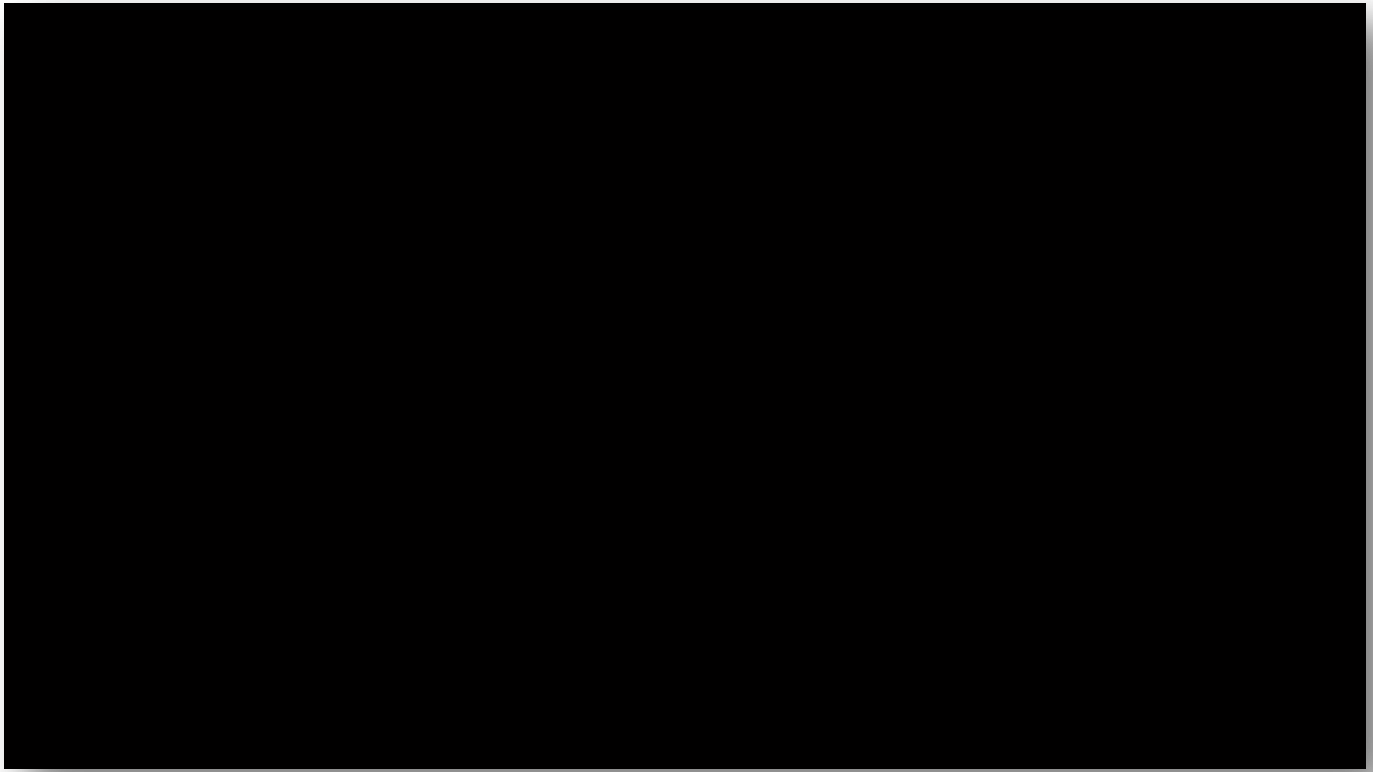
Tipos de Furos

- Furação paralela
  - Menor custo de aquisição
  - Qualidade inferior do produto moído

- Em ângulo
  - Boa eficiência de moagem
  - Maior área de abertura
  - Produtividade maior
  - Menor consumo de energia
  - Menor desgaste
  - Maior custo de aquisição



Troca Automática das Peneiras



Moinho de Martelos

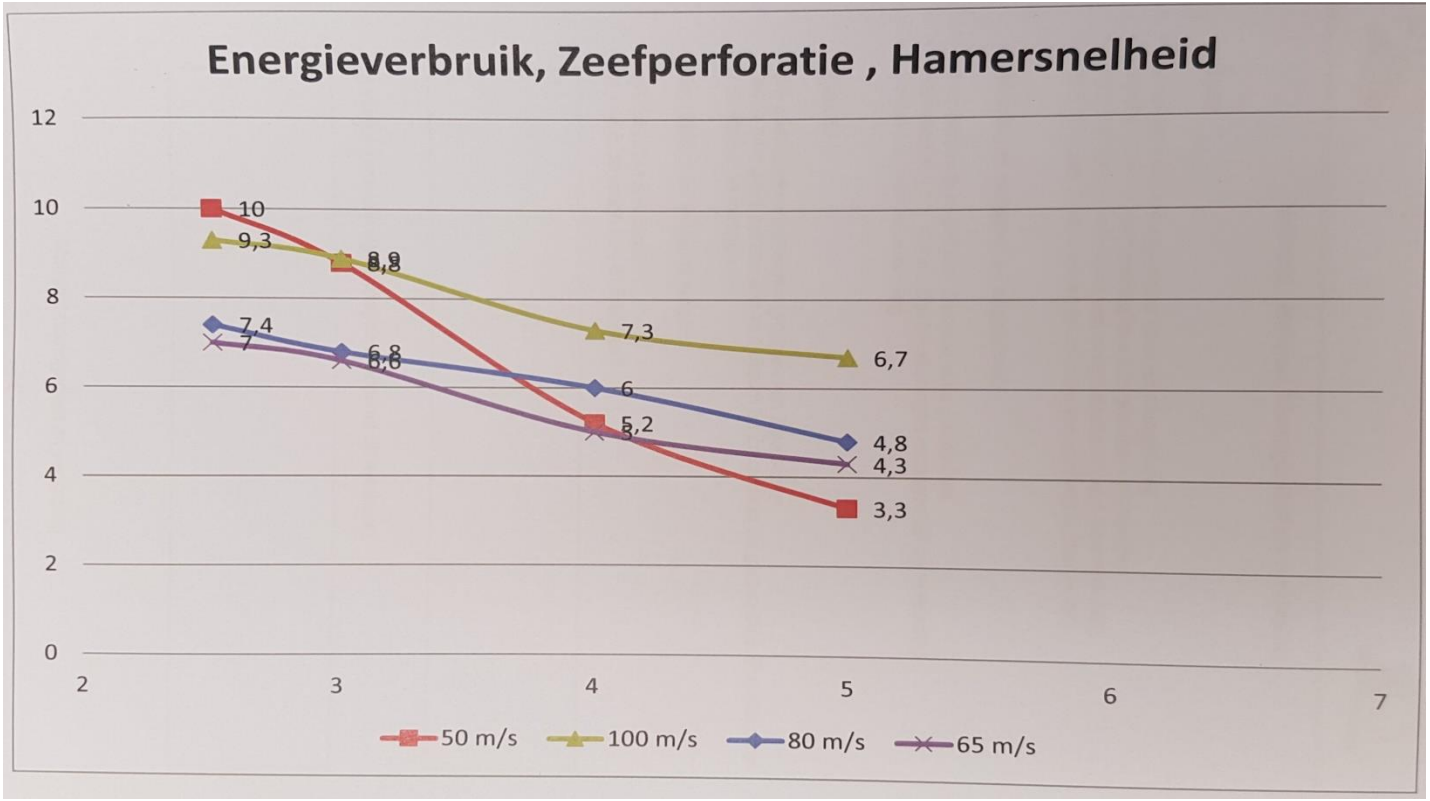
- Custo de Produção x Tonelada

  - Diversos fatores influem no consumo de energia dos moinhos de martelos.

  - Atualmente, as câmaras dos moinhos tem se tornado maiores, consequentemente a velcidade periférica dos martelos aumentou, o que permite que seja aplicada menos potência nos motores, reduzinho drásticamente o consumo de Kw por tonelada.

  - Ainda a energia necessária depende de considerações importantes, como o uso de um controlador de frequência, peneira vibratória antes do moinho, tamanho dos furos da peneira, produtividade exigida, tamanho da partícula, qualidade da moagem, uniformidade, entre outros mais.

Moinho de Martelos



Fonte: PTC Netherlands

Moinho de Martelos

- Relação do consumo de energia e Capacidade de produção

Factor "J" as measure for the grinding capability of pre-grinded raw materials.

Raw materials	"J"
Barley	27
Corn Thailand	35
Corn USA	55
Oats	17
Rice bran	15
Rye	20
Soya bran extraction meal	70
Soya scrap	63
Sorghum (medium)	45
Wheat	40
Wheat bran fine	33

$$J = \frac{G}{P \times d}$$

G = throughput capacity (kg/h)
P = driving power (kW)
d = screen perforation (mm)

Capacity for post-grinding of raw materials (n)

$$G = \frac{P \times d \times 100}{\frac{\%1}{J1} + \frac{\%2}{J2} + \ldots + \frac{\%n}{Jn}}$$

%n = percentage of raw material
Jn = factor of raw material Screens for hammermills

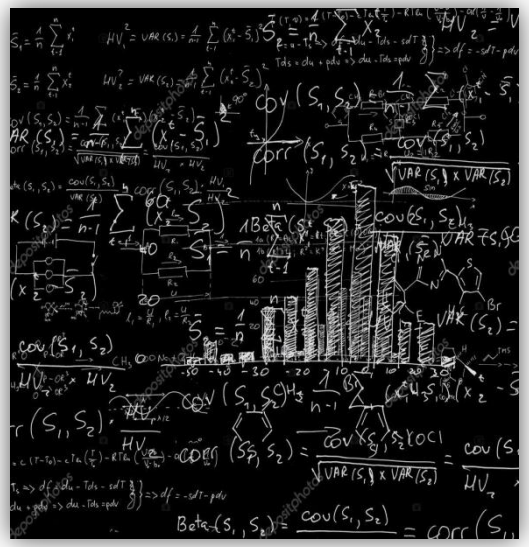
Moinho de Martelos

- Exemplo

  - Milho, fator J = 35
  - Umidade 12%
  - G, produção Kg/Hr = 20.000 kg/hr (20 tons)
  - Tela 2mm furo – Particula de 700 microns

  - Temos:

  - 35 = 20.000 / P (potência) x 2
  - 35x(P x 2) = 20.000
  - 35P x 70 = 20.000
  - 35P = 20.000 / 70
  - P = 285,71 / 35
  - **P = 8,16 Kw**



Moinho de Martelos

- Cálculo da Capacidade

Capacity for pre-grinding of raw materials

$$G = P \cdot J \cdot d$$

Kg/Hr (ton/hr)

Motor (Kw)

Furo da Peneira

1 produto

2 produto

n produto

Capacity for post-grinding of raw materials (n)

$$G = \frac{P \times d \times 100}{\frac{\%1}{J1} + \frac{\%2}{J2} + \ldots + \frac{\%n}{Jn}}$$

%n = percentage of raw material

Jn = factor of raw material Screens for hammermills

Moinho de Martelos

- Relação:
  - Tamanho da câmara
    - Capacidade de moagem, mais material, maior distância dos martelos do eixo, consequentemente maior velocidade periférica;
  - Distância dos Martelos
    - Distância dos martelos das paredes da câmara de moagem (breaker plates e peneiras). Quanto mais perto, mais difícil a moagem, maior gasto energético, aumento de temperatura na câmara. Mais longe melhor uniformidade, porem menos capacidade.
  - Velocidade Periférica dos Martelos
    - Quanto maior melhor para a eficiência da moagem, o martelo atinge a partícula com maior diferença de velocidade, a energia do impacto é maior, consequentemente a quebra da partícula é mais eficiênte. Consequência maior necessidade de potência do motor.
  - Energia necessária (kw/ton)
    - A relação da energia gasta para moer 1 tonelada de produto.

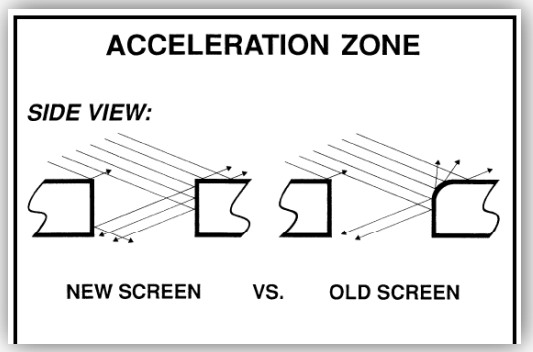
Muita Informação



Martelos e Telas Ineficientes

- Relação direta com a capacidade de produção, eficiência e qualidade do produto móído.
- Quanto menor o tamanho da partícula, maior o desgaste.





- Menor eficiência de moagem, aumento da temperatura na câmara, maior consumo de energia, qualidade ruim da moagem.

- **Aumento do custo de produção.**



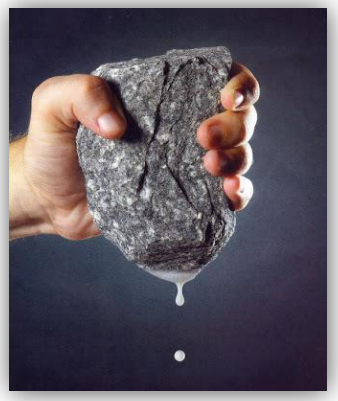
Troca dos Martelos



Moagem Fina x Custos

- Moagem mais fina

  - Maior gasto de energia (Kw/ton);
  - Maior desgaste dos martelos e telas;
  - Necessidade de maior velocidade periférica;
  - Maior tempo de moagem para atingir o tamanho de partícula;
  - Perda de produtividade;
  - Maior custos de manutenção;
  - Devido a maior dificuldade de moagem (produto recirculando na câmara de moagem), aumento significativo da temperatura na câmara, o que pode trazer perdas nutricionais ao produto em questão.



Quanto mais fina a moagem, mais difícil o processo de moagem, e maior o custo e produção.

Exemplos em Moinhos de Martelos

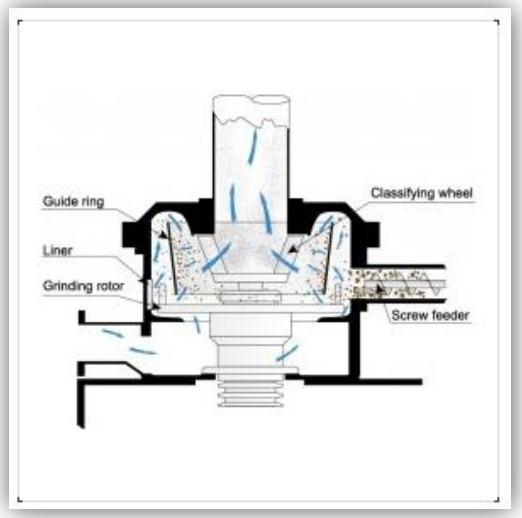
Land	Vietnam	Vietnam	Vietnam	Vietnam	Vietnam	Phillipines				
Datum gegevens	28-02-08	28-02-15	28-02-15	12-12-12	12-12-12	08-06-07	15-05-07	15-05-07	15-05-07	21-11-08
Fabrikant	Van Aarsen	Comp	Comp	VA	Comp	VA				
Molentype	GD950	Comp	Comp	GD700	Comp	GD700				
Vermogen motor [kW]	**132**	**132**	**160**	**132**	**160**	**132**				
Toerental rotor [rpm]	1800	3000	3000	1500	3000	1800				
Frequentieregelaar	Ja			Nee	Ja	Nee				
Soort voer	Fishfeed	Fishfeed	Fishfeed	Fishfeed	Fishfeed	Fishfeed	Fishfeed	Fishfeed	Fishfeed	Fishfeed
Setpoint motor [%]	90%			42%		75%	55%	62%	-	
Gemalen op zeef [mm]	1	1	1	0,8	0,6	0,75	0,75	1	1	0,5
Gemeten capaciteit [ton/h]	5,8 - 6,5	4 - 4,5	6	2,5 - 3		2 - 2,5	2 - 2,5	3 - 4	2,7	-
Berekende capaciteit [ton/h]	5,9	-	-			2,8	2,3	3,3	-	-
Specifiek vermogen [kWh/ton]	20,14	27,95	24,00	20,16		44,00	32,27	23,38		
Ventilator	Kiekens			Kiekens		Kiekens				
Vermogen	15kW			15kW		11kW/3600rpm				
Airflow	120m3/min			120m3/min		90m3/min				
Filter	Poeth			Poeth		Poeth				
Filteroppervlak	60m2			45m2		45m2				
Analyse apparaat	Camsizer	Camsizer	Camsizer	Camsizer	Camsizer	Camsizer	Camsizer	Camsizer	Camsizer	Camsizer
d10	62	88	71	85	105	92	71	102	99	103
d50	173	177	179	186	213	244	184	246	235	217
d90	283	290	292	389	372	577	458	527	429	414
Uniformity	3,189	2,229	2,870	2,514	2,292	3,172	3,048	2,838	2,676	2,408
Span	1,278	1,145	1,231	1,536	1,253	1,986	2,104	2,838	1,404	1,435

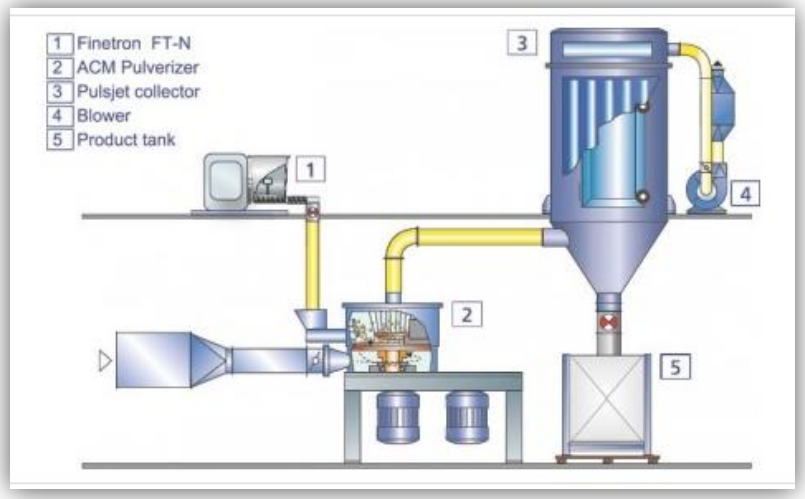
Exemplos em Moinhos de Martelos

Land	Belgie					Nederland			Nederland	Belgie		
Datum gegevens	03-09-12					18-09-12	18-09-12	19-04-16	20-1-2016	20-1-2016		
Fabrikant	VA					VA			VA	VA		
Molentype	GD1400					GD1400			HM 1400-2D	HM 1400-2D		
Vermogen motor [kW]	250					315			200	200		
Toerental rotor [rpm]	1500					1500			3000	3000		
Frequentieregelaar	Ja					Ja			Nee	nee		
Soort voer	Petfood	Petfood	Petfood	Petfood	Petfood	Petfood	Petfood	Petfood	Petfood	Petfood		Petfood
Setpoint motor [%]	90%	90%	90%	90%	70%	65%	65%	55%	50%	62,5%	62,5%	62,5%
Gemalen op zeef [mm]	**1,5**	**1,5**	**1,5**	**1,5**	**1,2**	**1,5**	**1,5**	**1,5**	**1,3**	**0,90**	**1,00**	**1,25**
Open area zeef [%]								33,0%		24,0%	22,7%	24,6%
Gemeten capaciteit [ton/h]						18		15	11	8	8,4	8,6
Berekende capaciteit [ton/h]	15				12	12 - 13	12 - 13					
Specifiek vermogen [kWh/ton]	15,00					16,38	16,38		9,09	15,63	14,88	14,53
Ventilator	Reitz									Kiekens		
Vermogen	37kW								15 kW + FQ	15 kW		
Airflow	108m3/min											
Filter	Dalamatic								Euro Manchet	Poeth		
Filteroppervlak	45m2								80 m2	60 m2		
Analyse apparaat	Camsizer	Camsizer	Camsizer	Camsizer		Camsizer	Camsizer	Camsizer	Camsizer	Camsizer	Camsizer	Camsizer
d10	104	213	143	173	94	98	102	104	98	87	95	90
d50	302	522	393	432	264	232	232	264	196	206	223	226
d90	671	965	844	883	679	556	614	630	361	454	504	541
Uniformity	3,568	2,840	3,258	2,903	3,478	2,809	2,736	3,045	2,278	2,796	2,810	3,039
Span	1,876	1,440	1,785	1,641	2,218	1,969	2,213	1,994	1,342	1,783	1,836	2,001

Pulverizadores

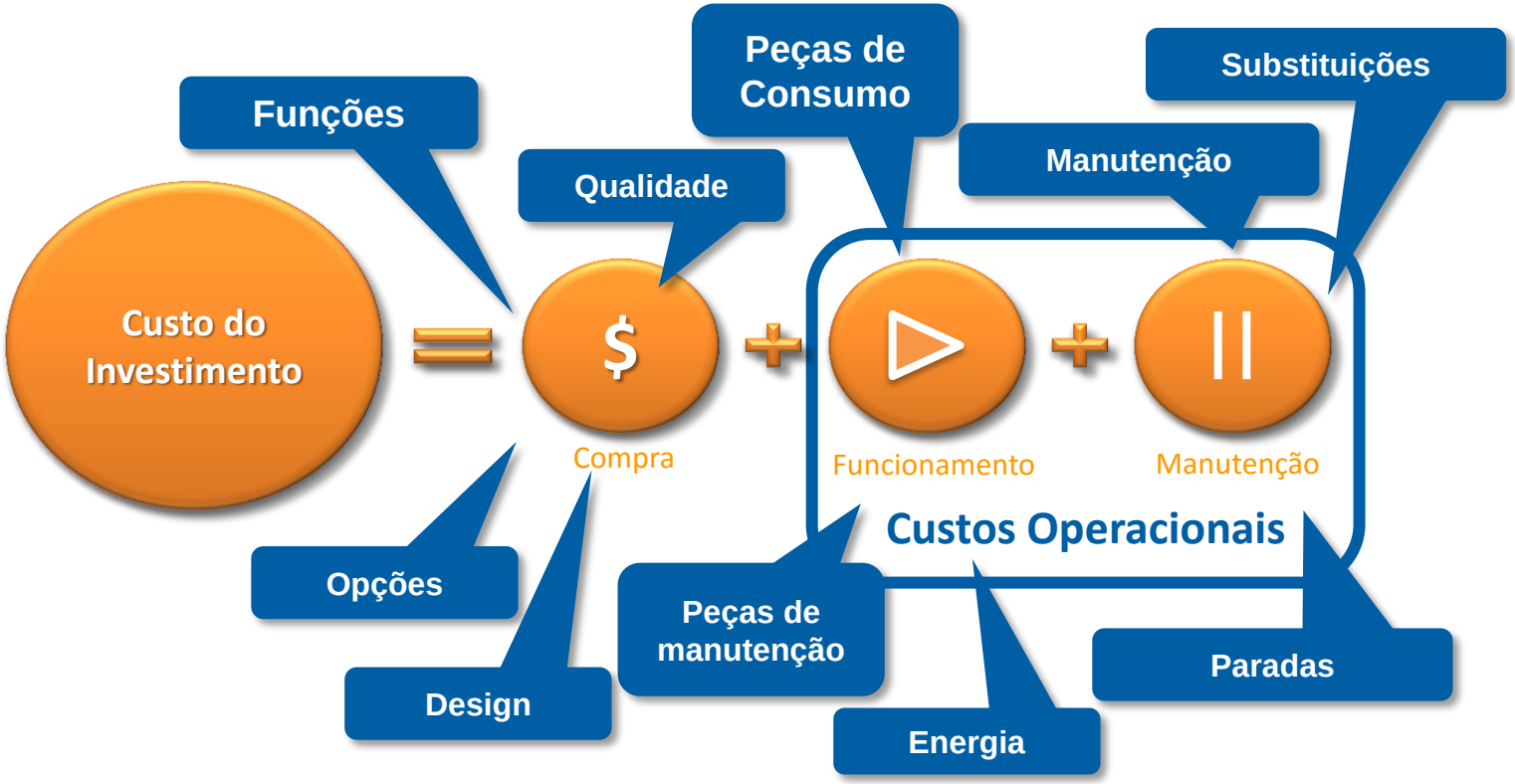
- Equipamentos de moagem que podem atingir tamanhos de particulas muito pequenas, até 75 microns.
- Alto investimento.
- Baixa produtividade.
- Alto custo de produção e manutenção.





Custo Final

- Custo total de Investimento



Custo Final

Custos baixos

Custos de Manutenção		Baixa manutenção, durabilidade
Paradas não programadas		Alta eficiência, capacidade extra
Consumo de energia		Eficiência energética
Custos de mão-de-obra, automacão		Alta performance, plataforma amigável
Custos de partes de reposição		Alta flexibilidade
Custos da qualidade		Rações de alta qualidade

Sucesso

Custo Final

Resultado esperado: Nutrição, custo de venda, desempenho do animal

Equipamento, layout da planta, ajustes de projeto, silos, transportes, partes extras, tempo, adequações, startup, depreciação

Paradas programadas, paradas não programadas, custos de peças, custo de serviços, tempo perdido, tempo para startup

Moagem Fina x Custo de Produção x Custo de Investimento x Produtividade x Custo de Manutenção

Ton/hr, consumo de energia, qualidade do produto final, custo de mão-de-obra, custo de peças, tempo de manutenção

Toneladas produzidas, gargalos de operação, uso correto da capacidade de todas as linhas, oferta de acordo com a demanda



Quanto fino precisamos moer?



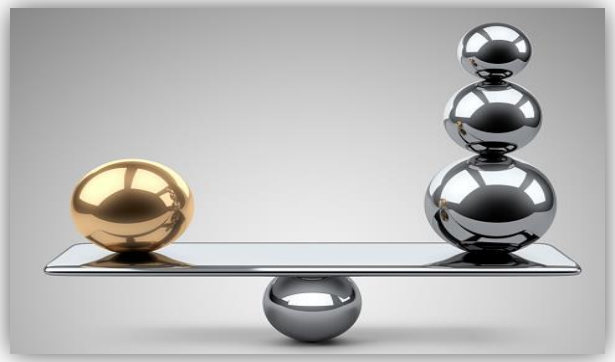
- Fatores como umidade dos grãos, condição dos equipamentos, martelos, rolos, peneiras ou telas, tipo de matéria-prima, podem influenciar diretamente no custo da moagem e no resultado esperado.

- Os termos de o que é moagem fina, média, grossa podem ter diferentes interpretações e significados diferentes em cada fábrica ou processo.

- Deve-se ter em mente que nem sempre a moagem mais fina possível irá trazer o melhor resultado financeiro para o processo. Devemos sempre pensar em um equilíbrio entre moagem, nutrição e eficiência financeira.

Custos e números

- Números e calculos de custos são muito específicos.
- Projeto deve ser olhado como um todo.
- Sempre em mente: **Produtividade/Qualidade/Custo de Produção = Resultado final (Lucro)**



Cristiano Chrispim Araujo

Area Sales Manager

The vital link to your feed chain

+55 11 9 5025 6925

cca@aarsen.com

www.aarsen.com/pt-br/

