

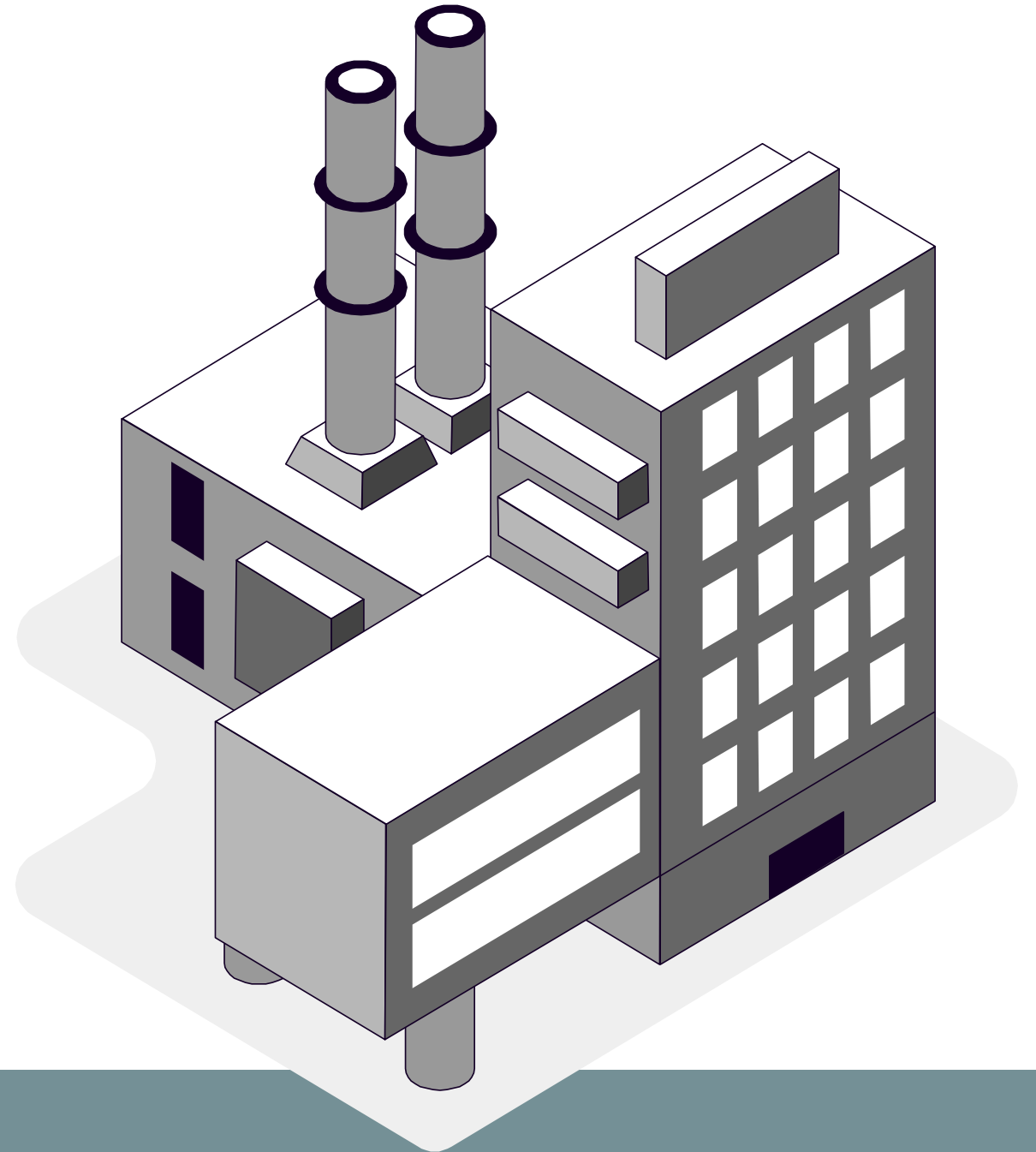
# OPERAÇÕES UNITÁRIAS I

PROFª KASSIA G SANTOS

2020/1- CURSO REMOTO

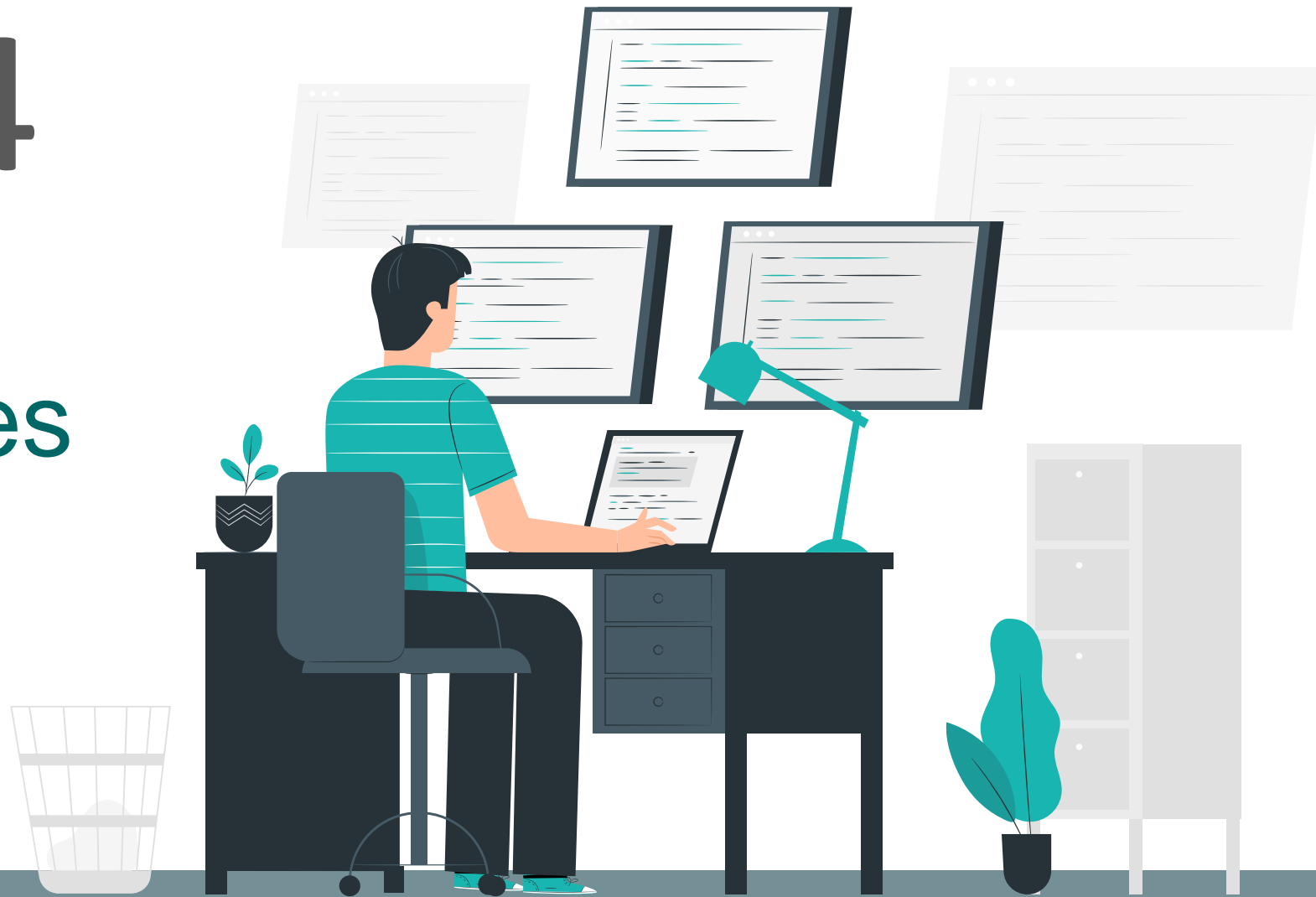
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

UFTM



# AULA 14

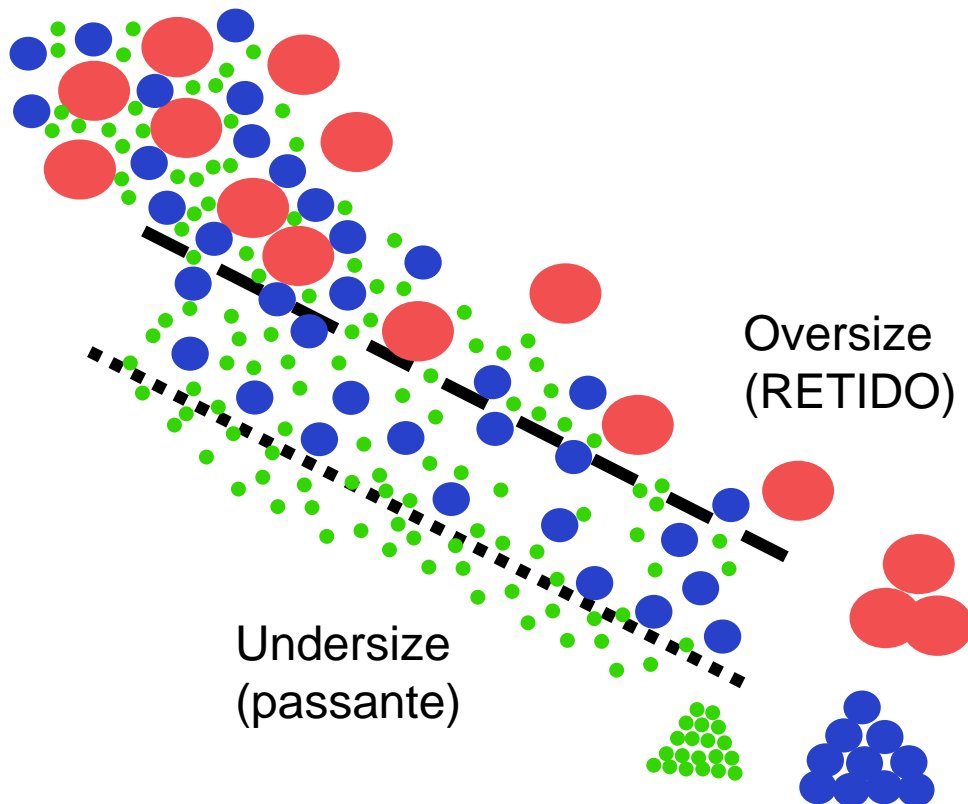
## 5.3 Peneiradores Industriais



# PENEIRAMENTO

Operação de separação de uma população de partículas em duas ou mais frações de tamanhos diferentes, mediante a comparação de seu tamanho com um gabarito de abertura fixa e pré-determinada.

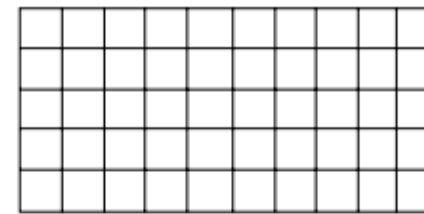
Processo probabilístico. Cada partícula tem apenas as possibilidades de passar ou de ficar retida.



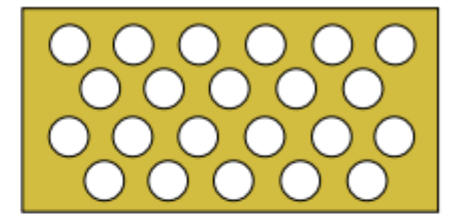
## GABARITOS



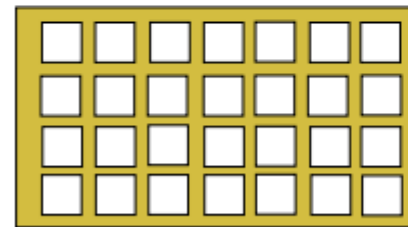
Bars



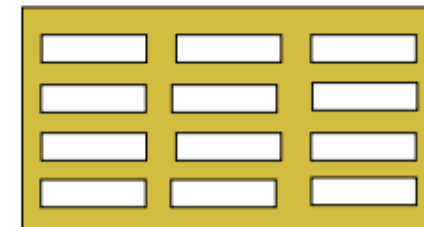
Wire



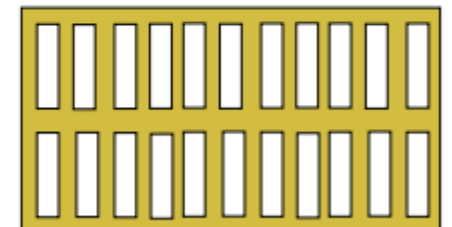
Circle



Square



Rectangle



Rectangle

Os gabaritos podem ser grelhas de barras paralelas, telas de malhas quadradas, retangulares, alongadas e de fios paralelos. Chapas perfuradas e placas fundidas

# PENEIRAMENTO

## PRINCIPAIS OBJETIVOS:

- ❑ Evitar a entrada de partículas finas (undersize) em um dado equipamento como por exemplo um britador, aumentando sua eficiência e/ou capacidade;
- ❑ Evitar que o material retido (oversize) passe para os estágios subseqüentes, como por exemplo em britadores em circuito fechado e em operações de moagem;
- ❑ Preparar um produto final com o tamanho de partícula definido pela especificação como por exemplo produtos de pedreiras.

## OPERAÇÃO:

- ❑ A seco: quando é feito com o material na sua umidade natural (que não pode, entretanto, ser muito elevada)
- ❑ A úmido: quando o material é alimentado na forma de uma polpa ou recebe água adicional através de sprays.
- ❑ A faixa de tamanhos submetidos ao peneiramento vai desde 18" (0,46 m) a 37  $\mu\text{m}$ .

# PENEIRAMENTO

5

Eficiente se:

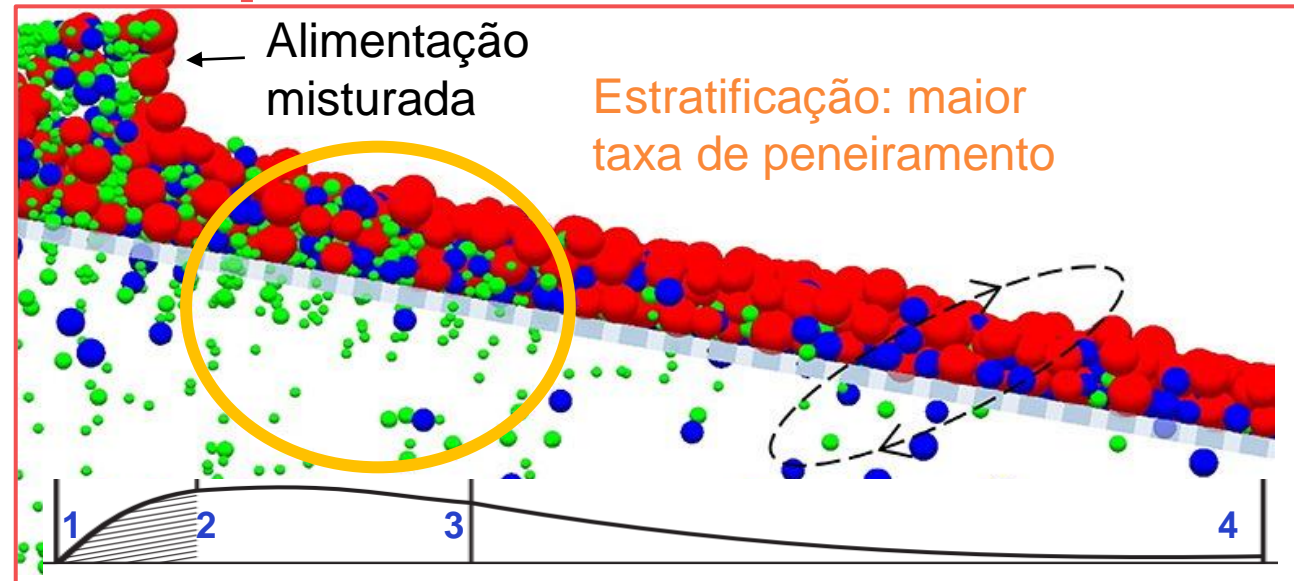
Transportar partículas de uma extremidade à outra

Promover a estratificação

Fazer a seleção por tamanho de acordo com o gabarito

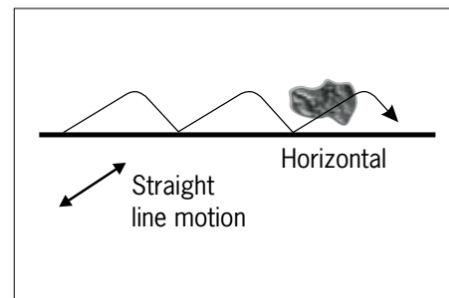
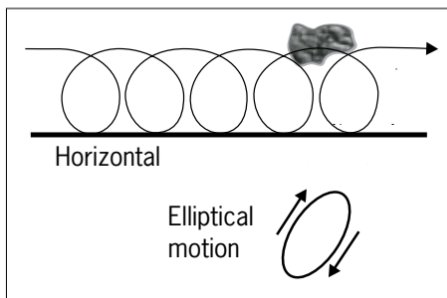
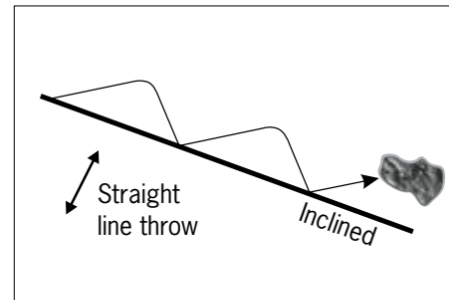
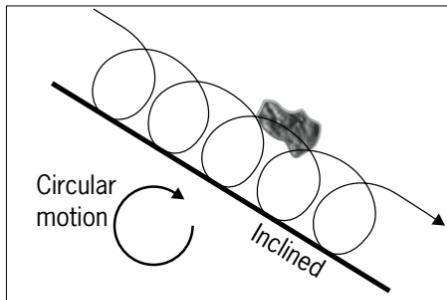
**Área suficiente para o leito permanecer na tela até que todas as partículas tenham chance de serem comparadas com o gabarito.**

O transporte depende do movimento da peneira: promover um impulso a cada partícula, capaz de levá-la e lançá-la 1 a 1½ aberturas a frente.



## Fatores que afetam a estratificação:

- ☐ Espessura da camada;
- ☐ Tipo de vibração da peneira;
- ☐ Inclinação da peneira;
- ☐ Frequência e amplitude do movimento da peneira;
- ☐ Umidade superficial das partículas.



# Variáveis que afetam o Peneiramento

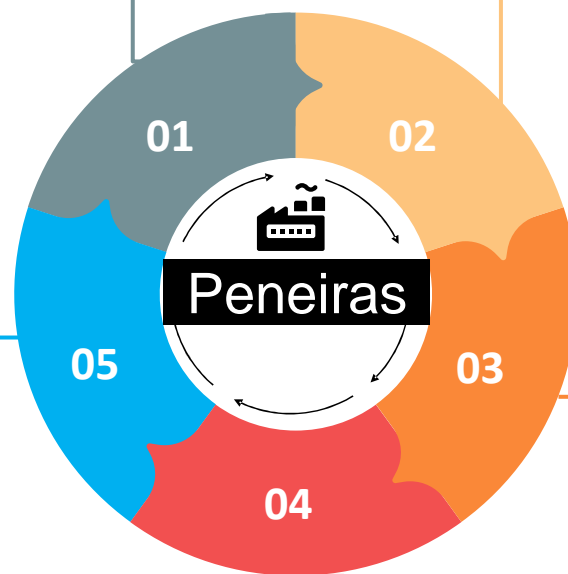
- Área, forma da malha e Inclinação (horizontal ou inclinada)
- Ângulo de incidência na alimentação
- Vibração: intensidade e frequência
- Tipo: estacionário ou móvel
- Propriedades:  $\rho$ ,  $\varepsilon$ ,  $\phi$ , abrasividade, potencial elétrico, umidade, %argila
- % sólidos com  $d_p$  próximo da abertura da malha
- Fluxo de alimentação e espessura da camada

# Tipos de Peneiradores

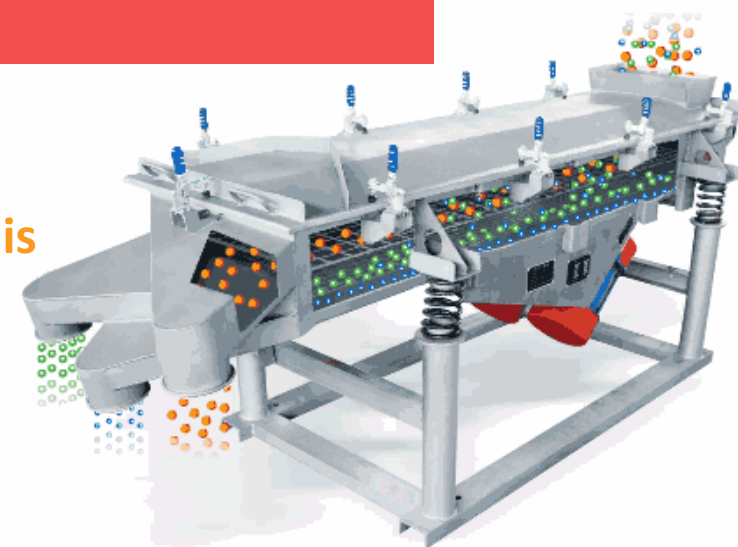


Grelhas

Peneiras Fixas DSM



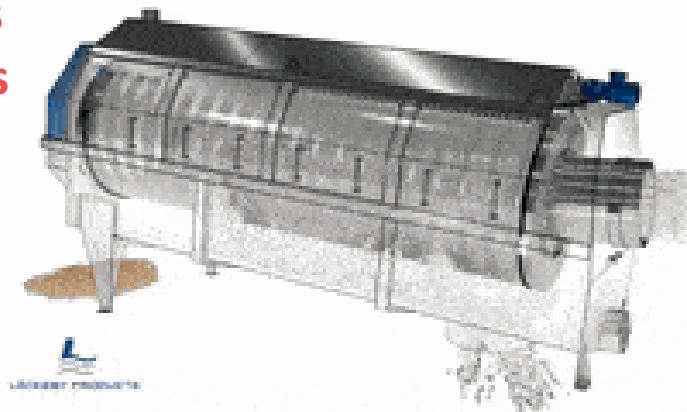
Peneiras Horizontais



Peneiras Inclínadas



Peneiras rotativas





“MANUAL DE BRITAGEM  
FAÇO”



VELOCIDADE DE TRANSPORTE DE MATERIAL

Tipo de peneira	Velocidade m/min.
Peneira horizontal de movimento linear	12 - 15
Peneira inclinada a 20 graus, de movimento circular (classificação graúda)	30 - 35
Peneira inclinada a 20 graus, de movimento circular (classificação final)	25 - 30
Peneira banana CBS de inclinação variável com movimento circular	Início: 45 — Descarga: 25
Peneira banana de alta inclinação e movimento circular	Início: 60 — Descarga: 20-30
Peneira F - para finos, de alta frequência e movimento linear	9 - 10

GUIA DE SELEÇÃO DE PENEIRAS EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO

Serviço	Tamanho máx. de alimentação mm (pol.)	Separação mm (pol.)	Tipo de peneira aplicável	Faixa de capacidade m³/h
Pré classificação	1200 (48")	100 a 300 (4" - 12")	Grelhas inclinadas de movimento circular (Grelhas M)	150 - 3000
Classificação graúda intermediária	400 (16")	50 - 200 (2" - 8")	Peneiras inclinadas de movimento circular (Peneiras M e XH)	300 - 1500
Classificação média	250 (10")	3 - 100 (1/8" - 4")	Peneiras inclinadas e banana de movimento circular ou linear (Incl. SH - Banana CBS; modular MSH - Banana BS)	100 - 800
Classificação fina	200 (8")	3 - 50 (1/8" - 2")	Peneiras inclinadas e banana de movimento circular ou linear (Incl. SH - Banana CBS; Horizontal LH - Modular MLH)	50 - 400
Classificação extra fina	25 (1")	0,2 - 6 (N60 - 1/4)	Peneiras horizontais de movimento linear (Peneiras Horizontais F)	10 - 40
Desaguamento	13 (1/2")	N.A. malha inicial 0,5 mm	Peneiras com inclinação ascendente de movimento linear (Desaguadora D - Modular MLH)	100 - 250



# Grelhas



- ❑ Conjunto de barras metálicas justapostas uma às outras: inclinadas ou horizontais, vibratórias ou estacionárias
- ❑ Abertura: entre 10 e 50 mm.
- ❑ Inclinação das grelhas ( $\alpha$ ) situa-se entre 0 e 50°
- ❑ Fator de projeto da ordem de 2 t/h.m<sup>2</sup>
- ❑ Adequada amplitude e frequência de vibração,
- ❑ proporcionam alta capacidade de produção e evitam o entupimento dos trilhos;
- ❑ Grelhas e peneiras fixas tem eficiência <50%

## Grelhas fixas

- ❑ inclinadas 35° a 45 ° na direção de fluxo
- ❑ Usadas em circuitos de britagem para separação de blocos de 7,5 a 0,2 cm
- ❑ Separação a seco
- ❑ Eficiência ~ 60% não há estratificação

## Grelhas vibratórias

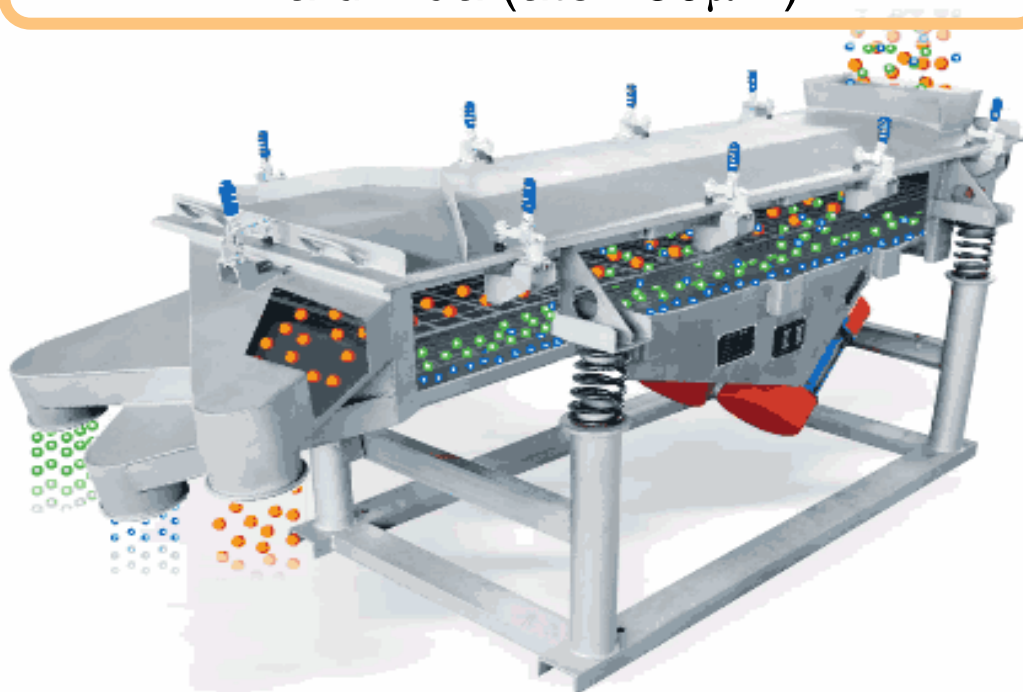
- ❑ Sua superfície está sujeita a vibração.
- ❑ São utilizadas antes da britagem primária quando, no escalpe da alimentação do britador (fração de finos maior que 30%).

# Peneiras Vibratórias Horizontais

Fixas (estacionárias) ou  
Móveis (Vibratórias ou rotativas)

Horizontais (0,2 a 0,3 m/s)  
ou Inclínadas (0,3 a 0,6 m/s)

Via seca (até 1,7 mm) ou  
via úmida (até 250 $\mu$ m)



Movimento vibratório praticamente retilíneo, num plano inclinado em relação à superfície de peneiramento. Capacidade 40% da peneira vibratória inclinada.

## **Faixa de operação:**

Seco: 2½ a 1/8 polegadas

Úmido: 2½ a 48 # (296  $\mu$ m)

Menor entupimento das telas.

Velocidade de transporte: 12 m/min.

## **Limites práticos de operação:**

A eficiência é tão baixa que têm sido frequentemente utilizadas como desaguadoras. As peneiras desaguadoras são utilizadas na saída de classificadores espirais e pós-estágios terciário e quaternário de peneiramento, onde houver adição de água. A função básica é recuperar os finos de produtos presentes na polpa.

# Peneiras Vibratórias Inclinadas

Movimento vibratório circular ou elíptico neste mesmo plano. Caracterizado por impulsos rápidos, normais à superfície, pequena amplitude (1,5 a 25 mm) e de alta frequência (600 a 3600 movimentos por minuto), sendo produzidos por mecanismos mecânicos ou elétricos.

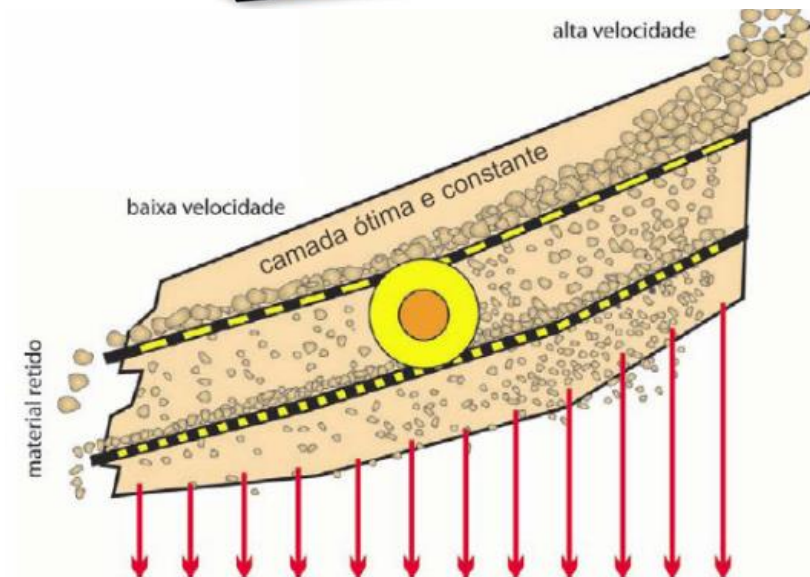
## Faixa de operação:

- ❑ Capacidade: 50 a 200 t/m<sup>2</sup>/mm de abertura/24h
- ❑ movimento alternado no mesmo plano da tela
- ❑ Inclinação de 15 a 35°
- ❑ Velocidade de transporte de 0,3 a 0,6 m/s

## Inclinação pode ser variada (tipo banana):

A inclinação inicial de 25 a 30°, diminui na parte central para 10 a 15°, chegando a valores entre 0 e 5°.

A mudança de inclinação diminui a velocidade de transporte e a quantidade sobre a tela, mantendo a camada de material em nível otimizado.





# Peneiras Rotativas (Trommel)

Superfície de peneiramento cilíndrica ou ligeiramente cônica, que gira em torno do eixo longitudinal.

O eixo possui uma inclinação que varia entre  $4^\circ$  e  $10^\circ$ , Podem ser operadas a úmido (adicionando água) ou em umidade natural (“a seco”).

A velocidade de rotação fica entre 35 - 40%VC

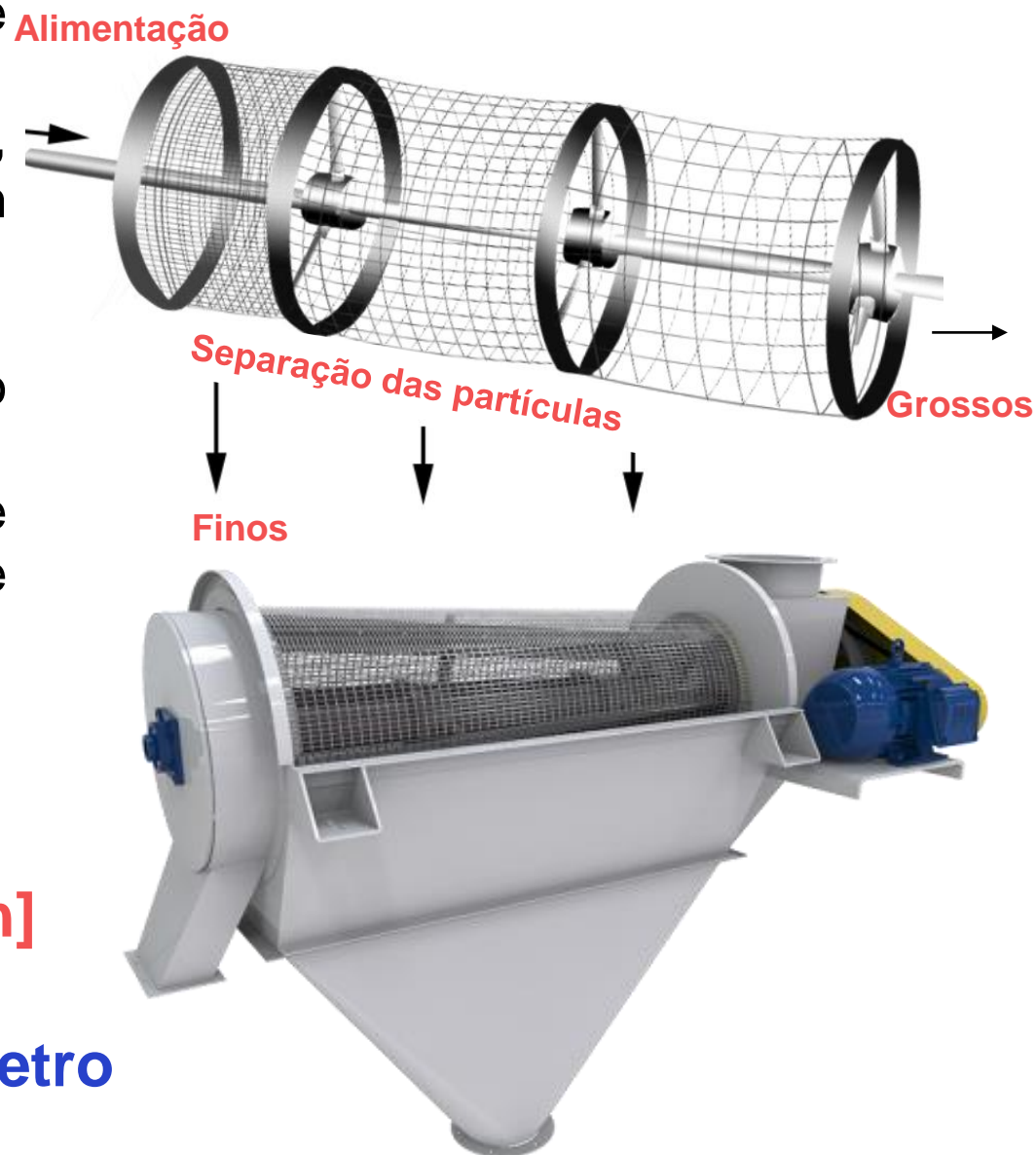
**Vantagens:** De simples construção e operação, baixo custo de aquisição e durabilidade.

**Aplicações:** Lavagem e classificação de cascalhos e areias; peneiras de proteção para os separadores e concentradores magnéticos, evitando entupimentos

**Eficiência ( $\eta$ ):**

$\uparrow \eta$     $\downarrow$  inclinação    $\uparrow$  tempo residência    $\downarrow P$  [t/h]

$\uparrow \eta$     $\uparrow$  Área perfurada    $\uparrow$  Comprimento L    $\uparrow$  Diâmetro



# Peneiras Fixas DSM (Dutch State Mines)



Equipamentos de alta capacidade

Superfície côncava formada por barras na forma de cunha.

A concavidade da tela cria forças centrífugas que facilitam o contato da suspensão contra a sua superfície.

As telas possuem barras com ranhuras orientadas perpendicularmente a passagem de material.

Camadas sucessivas e adjacentes de líquido passam entre as ranhuras arrastando as partículas pequenas para o compartimento undersize.

## Operação e Aplicações:

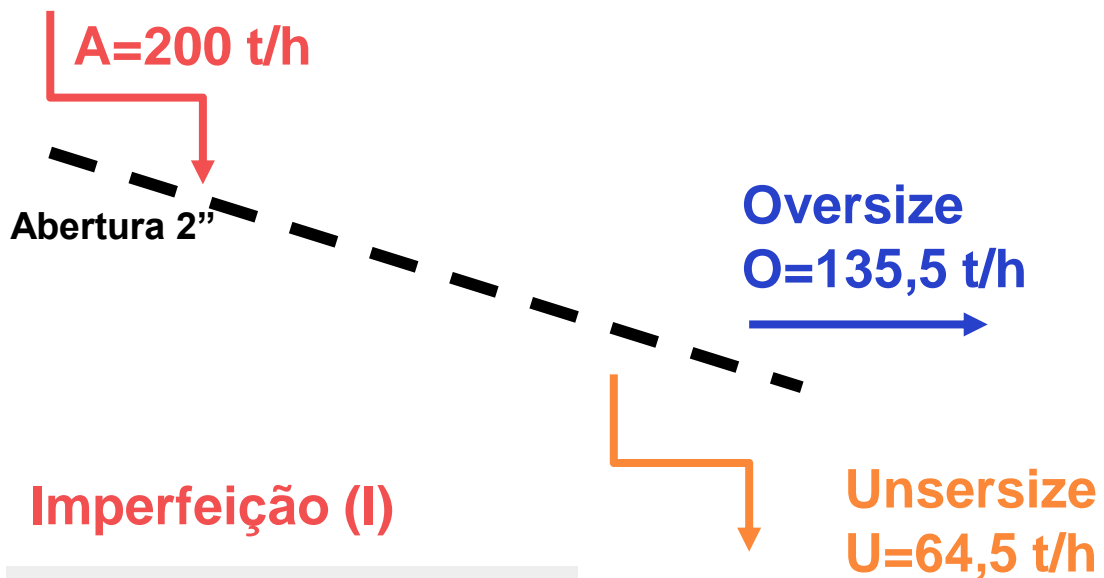
- ☐ desaguamento de suspensões;
- ☐ circuito fechado de moagem quando a granulometria do produto é grossa;
- ☐ peneiramento a úmido de materiais finos até 50  $\mu\text{m}$ ;
- ☐ diâmetro de corte depende da % de sólido da polpa;
- ☐ elevada capacidade (100 m<sup>3</sup>/h por metro de largura de leito para abertura de 1,0 a 1,5 mm).

# QUANTIFICAÇÃO DO PROCESSO

**Eficiência ( $\eta$ ):**

$$\eta = \frac{t / h \text{ no undersize}}{t / h \text{ de passante em A}} \cdot 100$$

$$\eta = \frac{64,5}{40 + 20 + 20 + 10} \cdot 100 = 71,7\%$$



**Imperfeição (I)**

$$I_i = \frac{O \cdot \Delta x_i^o [t / h]}{A \cdot \Delta x_i^A [t / h]} \cdot 100$$

É o que deveria passar e não passou. Por faixa de tamanho

**Exemplo:** Seja o peneiramento de  $A=200$  t/h na tela de 2" com a seguinte distribuição de tamanho na alimentação (% retida):

malha	4"	2"	1"	0,5"	1/4"	<1/4"	Total
%	25	30	20	10	10	5	100
<b>A [t/h]</b>	50	60	40	20	20	10	200

retido	4"	2"	1"	0,5"	1/4"	<1/4"	Total
%	36,9	44,3	14	4,4	0	0,4	100
<b>O [t/h]</b>	50	60	19	6	0	0,5	135,5

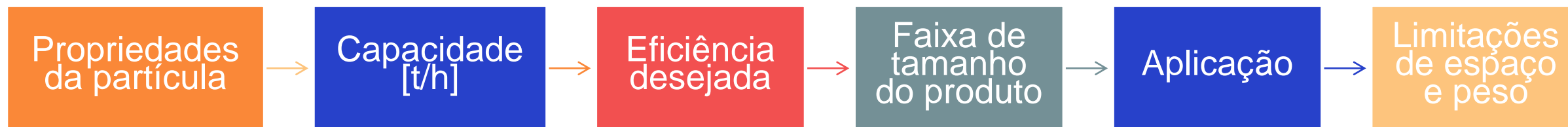
passante	4"	2"	1"	0,5"	1/4"	<1/4"	Total
%	0	0	32,6	21,7	31	14,7	100
<b>U [t/h]</b>	0	0	21	14	20	9,5	64,5

**Imperfeição (I)**

Param.	4"	2"	1"	0,5"	1/4"	<1/4"
<b>(I)</b>	100	100	47,5	30	0	5



# DIMENSIONAMENTO



Em uma operação de classificação e peneiramento, de malha ou abertura “a”, dizemos que só irão passar partículas “K.a”, sendo K um fator de redução, tal que:

- ❑ Se  $0 < K < 0,5$ , as partículas passam livremente;
- ❑ Se  $0,5 < K < 0,85$ , as partículas passam com dificuldade
- ❑ Se  $0,85 < K < 1,00$ , o material praticamente não passa pela abertura (fração crítica de separação).

## Considerações importantes e independentes a serem atendidas:

- 1- Área necessária para a passagem do *undersize* deve ser provida;
- 2- Para haver estratificação satisfatória do leito é necessário assegurar que, na descarga, altura do leito seja no máximo quatro vezes a abertura da tela (na realidade esta altura máxima varia em função da densidade do minério).

# DIMENSIONAMENTO DE GRELHAS VIBRATÓRIAS

Segundo Catálogo da Faço, a área  $S$  [m<sup>2</sup>] da grelha necessária para a separação é :

$$S = \frac{P}{A \cdot B \cdot C}$$

$P$  = quantidade de material passante pela grelha [m<sup>3</sup>/h];

$A$  = capacidade básica [(m<sup>3</sup>/h)/m<sup>2</sup>], função da abertura entre os trilhos:

abertura entre os trilhos (")	2	3	4	5	6	8
A [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> /h)]	20	26	29	34	40	43

$B$  = fator de correção para a porcentagem de material maior que a abertura da grelha:

material que não passa (%)	20	30	40	50	60	70	80
B	1,2	1,1	1,0	0,90	0,85	0,80	0,75

$C$  = Fator de correção para a eficiência desejada, conforme:

eficiência (%)	40	50	60	70	80
C	2,6	1,5	1,3	1,1	1,0

Para grelhas estacionárias:

$$A[m^2] = \frac{t / h}{1,5 \cdot abertura[mm]}$$

# DIMENSIONAMENTO DE PENEIRAS

## Fórmula de Bauman:

$$S = \frac{V}{V_1 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4}$$

$S$  = área [m<sup>2</sup>],

$V$  = vazão de alimentação [m<sup>3</sup>/h];

$V_1$  = capacidade unitária [(m<sup>3</sup>/h)/m<sup>2</sup>], função da abertura da malha:

abertura da malha (mm)	2	3	5	7,5	10	15	20	25	30	40	50	75	100
$V_1$	5,5	7	11	16	19	24	28	31	34	38	42	53	64

$k_1$  = coeficiente relativo à proporção de passante na alimentação:

% passante	30	40	50	60	70	80	90
$k_1$	0,75	0,80	0,90	1,00	1,15	1,30	1,50

$k_2$  = Coeficiente proporcional à umidade da alimentação (material seco (1,0), e material úmido (0,45 a 0,5))

$k_3$  = Coeficiente para peneiramento via úmida (1,5 a 1,6) ou via seca (1,0)

$k_4$  = Coeficiente de forma da partícula (1 para redondas e 0,8 para cubos e lamelas)

# DIMENSIONAMENTO DE PENEIRAS

**Fórmula de Westerfield: Para peneiras usadas na britagem primária**

$$C = \frac{c}{M \cdot K \cdot Q}$$

**C**= Capacidade , t/ft<sup>2</sup>;

**c**= capacidade unitária [st/ft<sup>2</sup>], função da abertura da malha:

malha (")	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	7	8
c	6,2	7,1	8,0	9,2	11,0	13,0	14,8	16,6	17,6

**M**= fator proporcional à quantidade de oversize na alimentação:

% oversize	10	20	30	40	50	60	70	80	90
M	0,94	0,97	1,03	1,09	1,18	1,32	1,55	2,00	3,36

**K**= fator relativo à proporção de passante na meia malha, na alimentação:

% pass.m.m.	10	20	30	40	50	60	70	80	90
K	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0

**Q**= Densidade aparente da alimentação (lb/ft<sup>3</sup>)

# DIMENSIONAMENTO DE PENEIRAS INCLINADAS

## Fórmula Da Smith Engineering Works: Para peneiras inclinadas

$$S = \frac{P}{A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F}$$

**S**= área da tela [m<sup>2</sup>]

**P**= quantidade de material passante pela tela [t/h];

**A**= capacidade básica [(t/h)/m<sup>2</sup>]

**B**= fator relativo à quantidade de material retido na tela:

%	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	92	94	96	98	100
B	1,05	1,01	0,98	0,95	0,90	0,86	0,80	0,70	0,64	0,55	0,50	0,44	0,34	0,30	–

**C**= Fator relativo à eficiência desejada no peneiramento

eficiência (%)	60	70	75	80	85	90	92	94	96	98
C	2,1	1,7	1,55	1,40	1,25	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90

**D**= Fator relativo à % de material menor que a meia malha

**E**= Fator relativo à umidade do material

**F**= Fator relativo ao deck em consideração

**OBSERVAÇÃO:** Para peneiras horizontais, deve-se aumentar a capacidade unitária em 40%.

# DIMENSIONAMENTO DE PENEIRAS INCLINADAS

Fator A - capacidade da tela, [(t/h)/m<sup>2</sup>] - para material com densidade aparente 1,6 t/m<sup>3</sup> e telas com 60% de área livre

abertura # ou "	mm	areia natural e pedregulho	pó e pedra britada	carvão
40#	0,297	1,4	1,2	0,9
35#	0,420	1,8	1,5	1,1
28#	0,595	2,3	1,9	1,4
20#	0,841	2,8	2,3	1,8
14#	1,19	3,6	3,0	2,3
10#	1,68	4,5	3,7	2,8
8#	2,38	5,7	4,7	3,6
1/8"	2,94	6,9	5,6	4,3
6#	3,36	7,3	5,9	4,5
4#	4,76	9,0	7,5	5,7
1/4"	6,68	10,8	8,8	6,8
3/8"	9,42	14,0	11,9	8,8
1/2"	13,33	16,8	14,0	10,4
5/8"	15,85	19,4	16,0	12,1
3/4"	18,85	21,6	18,0	13,6
7/8"	22,43	23,6	19,6	14,8
1"	26,64	25,6	21,2	16,0
1 1/4"	32,0	29,0	24,0	18,3
1 1/2"	38,1	32,0	26,8	20,0
2"	50,8	37,0	31,0	23,1
2 1/2"	64,0	40,5	33,8	25,3
3"	76,1	43,0	36,0	26,9
4"	101,6	46,5	38,6	29,1
5"	128,2	49,0	40,7	30,6

Fator D x % material menor que a metade da tela

% < meia malha	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
D	0,55	0,70	0,80	1,0	1,2	1,4	1,8	2,2	3,0	-

Fator E x malha da tela para materiais molhados (umidade superior a 10%)

malha	-20#	+20#-1/32"	+1/32-1/16"	+1/16-1/8"	+1/8-3/16"	+3/16-5/16"	+5/16-3/8"	+3/8-1/2"
malha (mm)		0,8	0,8-1,6	1,6-3,2	3,2-4,8	4,8-7,9	7,9-9,5	9,5-12,7
E	1,0	1,25	1,50	1,75	1,90	2,10	2,25	2,5

Fator F x deck de peneiramento

nível	superior	2º	3º	4º
F	1,0	0,9	0,75	0,6



# DIMENSIONAMENTO DE PENEIRAS INCLINADAS

## Fórmula Manual Faço:

$$S = \frac{Q}{A \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot f_6 \cdot f_7 \cdot f_8}$$

S= área da tela [m<sup>2</sup>]

Q=quantidade de material na alimentação [m<sup>3</sup>/h];

A= capacidade unitária [(m<sup>3</sup>/h)/m<sup>2</sup>]

f1= Fator relativo à % de material na alimentação, maior que a malha de peneiramento.

f2= Fator relativo à % de material na alimentação, menor que a meia malha de peneiramento.

f3= Fator relativo ao tipo de abertura da tela;

f4= Fator relativo ao formato das partículas;

f5= Fator relativo malha do peneiramento via úmida;

f6= Fator relativo umidade da alimentação no peneiramento a seco;

f7= Fator relativo ao deck (superior, 2º deck ou inferior)

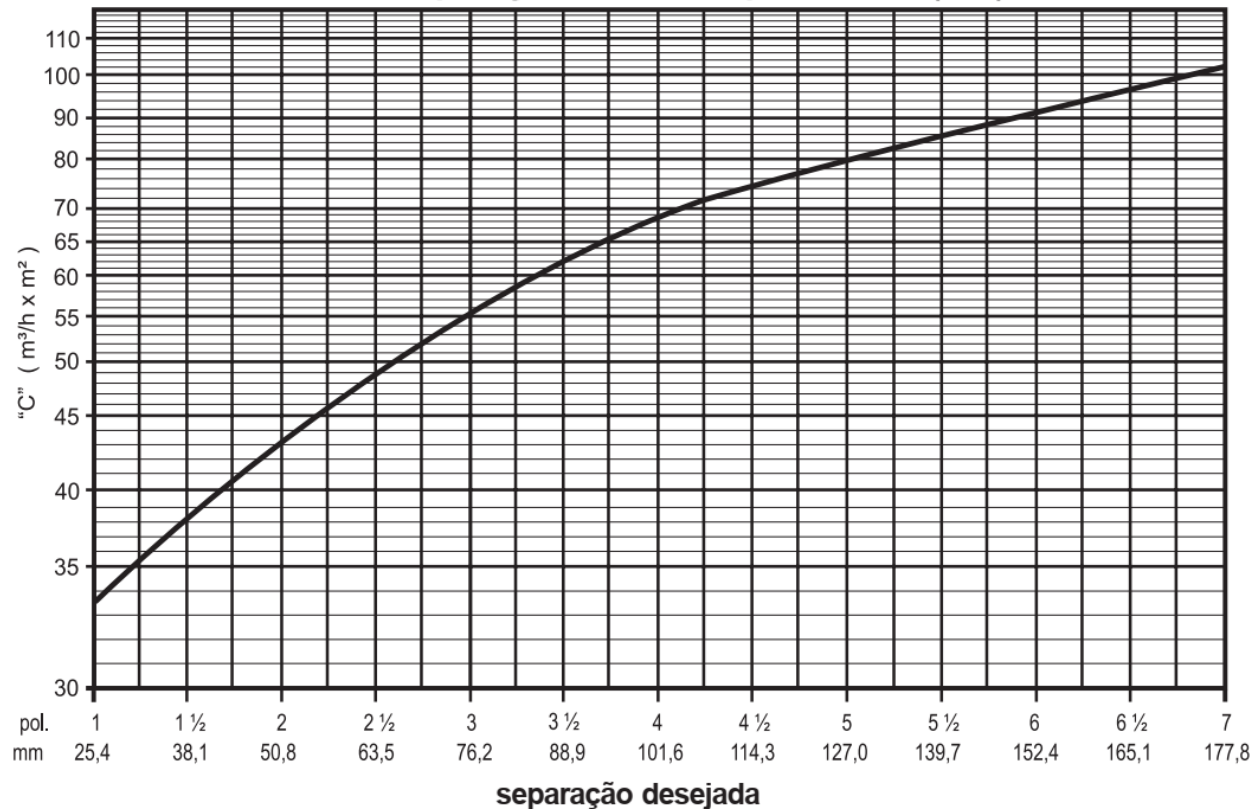
f8= Fator relativo % de área aberta da tela.

# DIMENSIONAMENTO DE PENEIRAS INCLINADAS

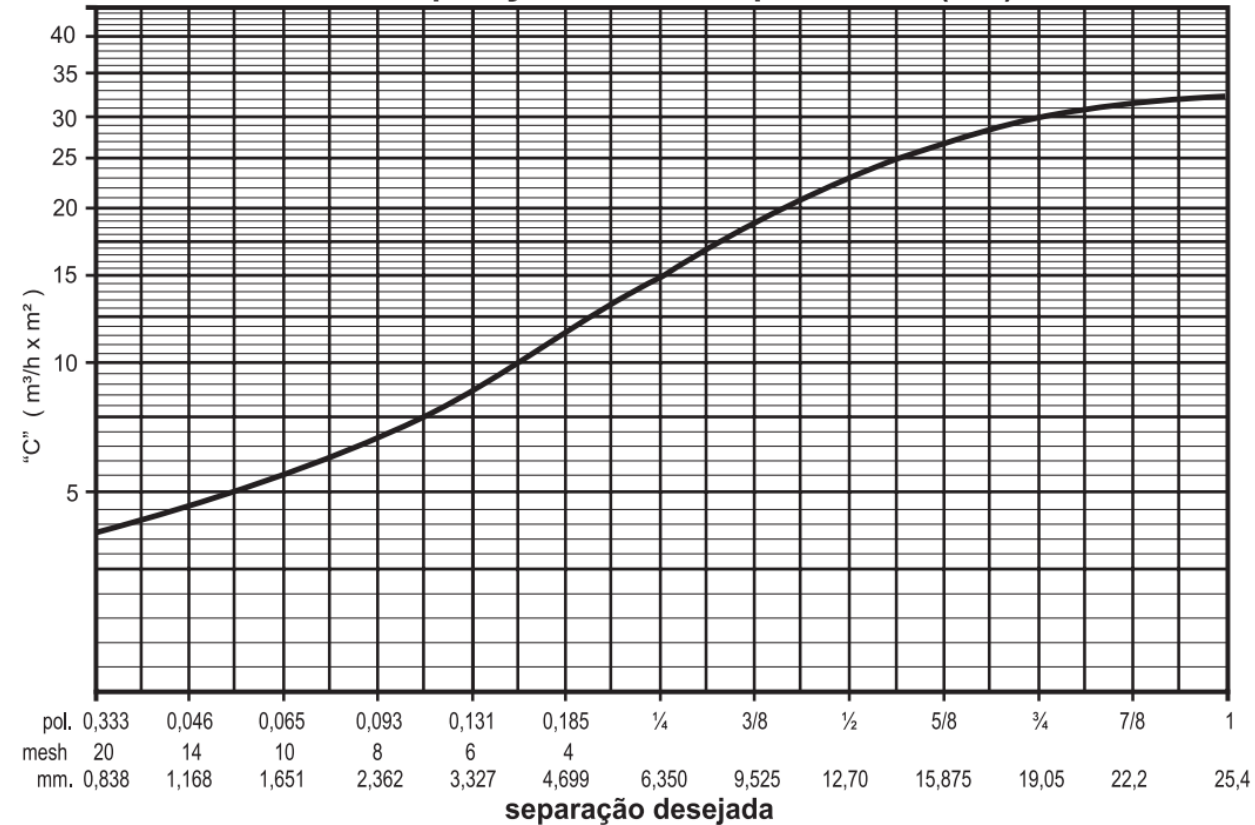
## Fórmula Manual Faço (pg 5-17):

Capacidade unitária  $[(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}^2]$

Para separações maiores que 25 mm ( 1" )



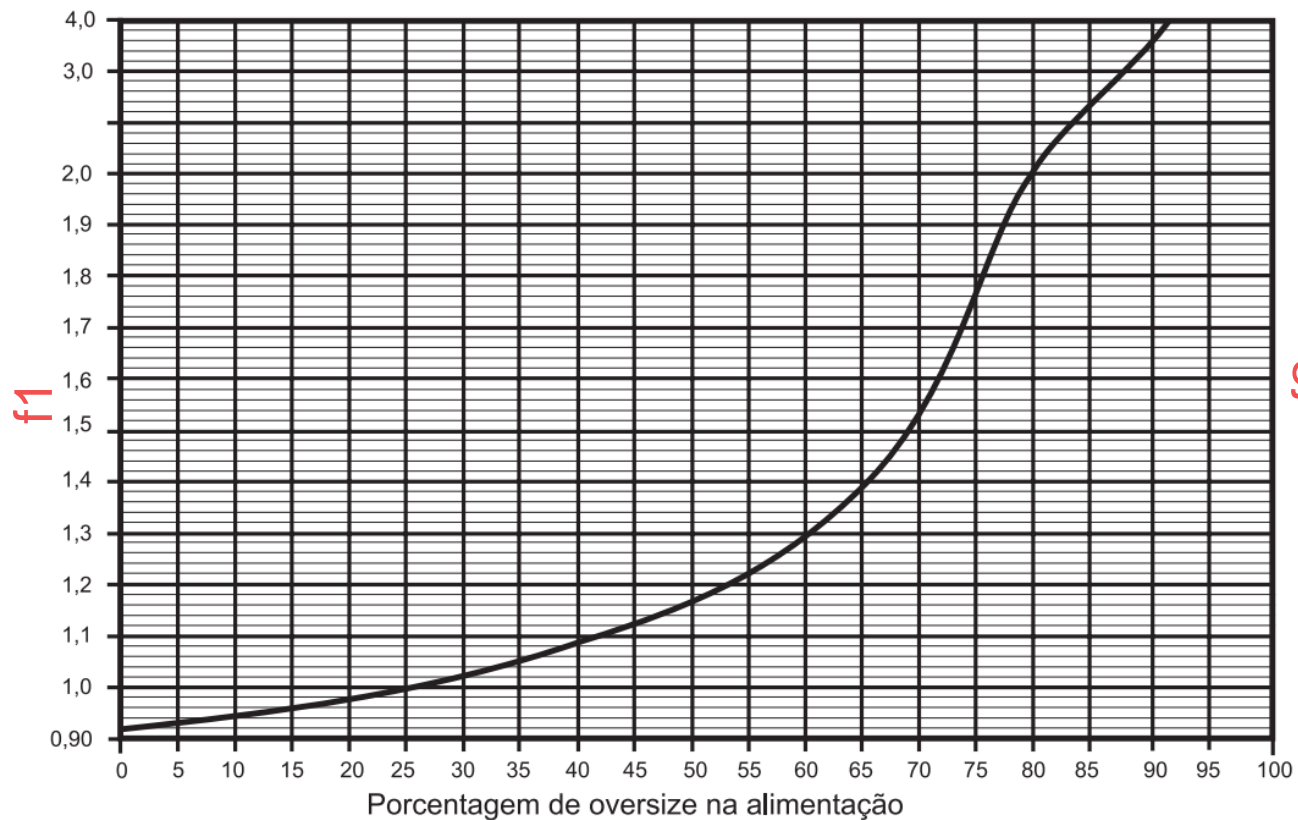
Para separações menores que 25 mm ( 1" )



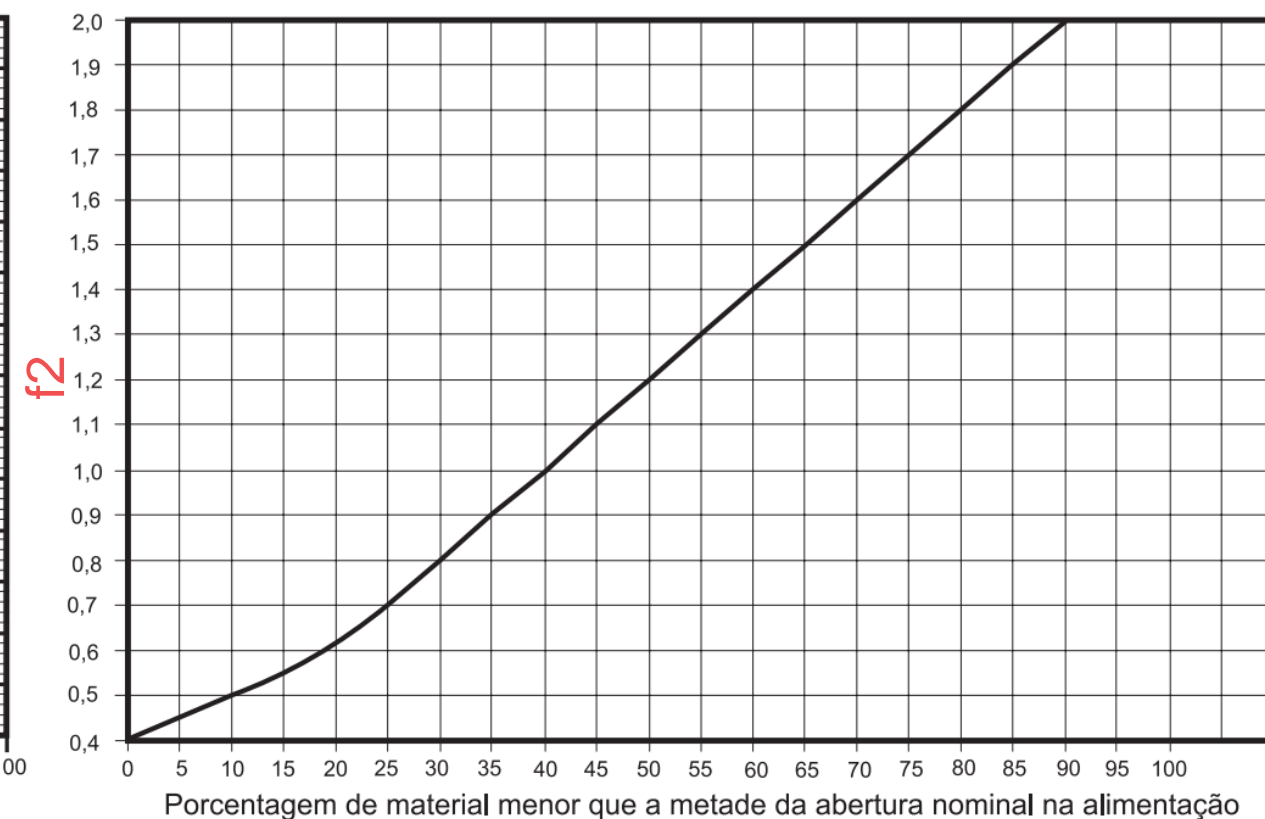
# DIMENSIONAMENTO DE PENEIRAS INCLINADAS

## Fórmula Manual Faço:

Fator  $f_1$



Fator  $f_2$



# DIMENSIONAMENTO DE PENEIRAS INCLINADAS

**TABELA 7 - Fatores f3 a f8**

fatores	f3	f4	f5	f6	f7	f8
Fator de correção	Tipo de abertura da tela	Formato da partícula	Peneiramento via úmida (abertura pol.)	% de umidade superfície (peneiram. seco)	Área efetiva de peneiramento	% da área aberta da tela
1,40			nº 35 1/4"			70
1,30			1/4" - 1/2"			65
1,25	Ret. 4 x 1		1/2" - 1"			62,5
1,20	Ret. 3 x 1		1" - 1 1/2"			60
1,15	Ret. 2 x 1		1 1/2" - 2"			57,5
1,10			2" - 3"			55
1,00	Quadrada	Cúbica	Peneiramento seco ou > 3"	Menos que 3% ou via úmida	Deck superior	50
0,90		Lamelar			Segundo deck	45
0,85				3% a 6%	Terceiro deck	42,5
0,80	Redonda					40
0,75				6% a 9%		37,5
0,70						35
0,60						30
0,50						25

# DIMENSIONAMENTO DE PENEIRAS INCLINADAS

TABELA 8 - área livre e outras características das telas

	Telas Leves			Telas Standard			Telas Pesadas		
Malha (pol)	Fio pol.	Peso da tela kg/m <sup>2</sup>	Abert. livre %	Fio pol.	Peso da tela kg/m <sup>2</sup>	Abert. livre %	Fio pol.	Peso da tela kg/m <sup>2</sup>	Abert. livre %
1/8	0,054	6,0	45	0,072	8,9	40	0,092	15,1	29
3/16	0,080	7,6	51	0,092	10,2	45	0,120	16	38
1 / 4	0,105	9,8	49	0,120	13,1	46	0,135	16,4	40
5/16	0,120	11,4	52	0,135	13,5	49	0,148	16,4	46
3/8	0,135	12,5	53	0,148	14,0	51	0,162	15,8	47
7/16	0,148	13,2	55	0,162	14,6	53	0,177	17,8	50
1/2	0,162	13,9	57	0,177	15,4	54	0,192	18,6	52
5/8	0,177	12,5	62	0,192	14,8	58	0,225	20	56
3/4	0,192	13,2	64	0,207	14,7	61	0,250	26	56
7/8	0,207	13,0	65	0,225	15,3	63	0,250	18,6	59
1	0,225	14,8	66	0,250	16,4	64	0,3125	26,5	57
1 1/8	0,225	13,6	69	0,250	14,9	67	0,3125	24	61
1 1/4	0,250	13,4	70	0,3125	20,5	64	0,375	30	60
13/8	0,250	12,6	72	0,3125	18,9	66	0,375	29	62
1 1/2	0,250	12,0	73	0,3125	17,6	68	0,375	28	63
1 3/4	0,3125	16,7	73	0,375	21,6	68	0,4375	28	64
2	0,3125	15,2	74	0,375	18,8	70	0,4375	25	67
21/4	0,375	17,5	74	0,4375	23,2	70	0,500	28	68
21/2	0,375	16,8	76	0,4375	21,2	72	0,500	27	70
23/4	0,375	16,8	78	0,4375	19,5	74	0,500	24	72
3	0,4375	20	76	0,500	23,2	73	0,625	33	68

# DIMENSIONAMENTO DE PENEIRAS INCLINADAS

## Verificação da altura do leito do oversize

Após determinar a área da peneira, faz-se a escolha do modelo.

É necessário verificar se o equipamento escolhido atende à condição de altura do leito no ponto de descarga.

$$D = \frac{100T_f}{6 \cdot s \cdot (W - 0,15)}$$

D= espessura da camada [mm]

Tf= vazão volumétrica de oversize (m³/h)

W= largura da tela

s= velocidade de escoamento do *oversize*, que depende do material da peneira

Essa espessura D  
deve ser menor que  
4\*abertura da tela

equipamento	inclinada			horizontal	
modelo	XH	SH	SH	LH	LH
abertura (")	> 1	<1	>1	>1	<1
rpm	750	800	800	800	800
S (m/min)	38	30	38	30	12



# DIMENSIONAMENTO DE PENEIRAS ROTATIVAS

$$S = \frac{Q}{0,4 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5}$$

**S**= área da tela [m²]=πDL

**Q**= quantidade de material passante pela tela [m³/h];

**K1**= capacidade unitária [(m³/h)/m²]

**K2**= Fator relativo à % de material retido na alimentação.

**K3**= Fator relativo à eficiência de separação;

**K4**= Fator relativo à inclinação do trommel;

**K5**= Fator relativo ao tipo de furo da tela e se o peneiramento é a úmido ou a seco.

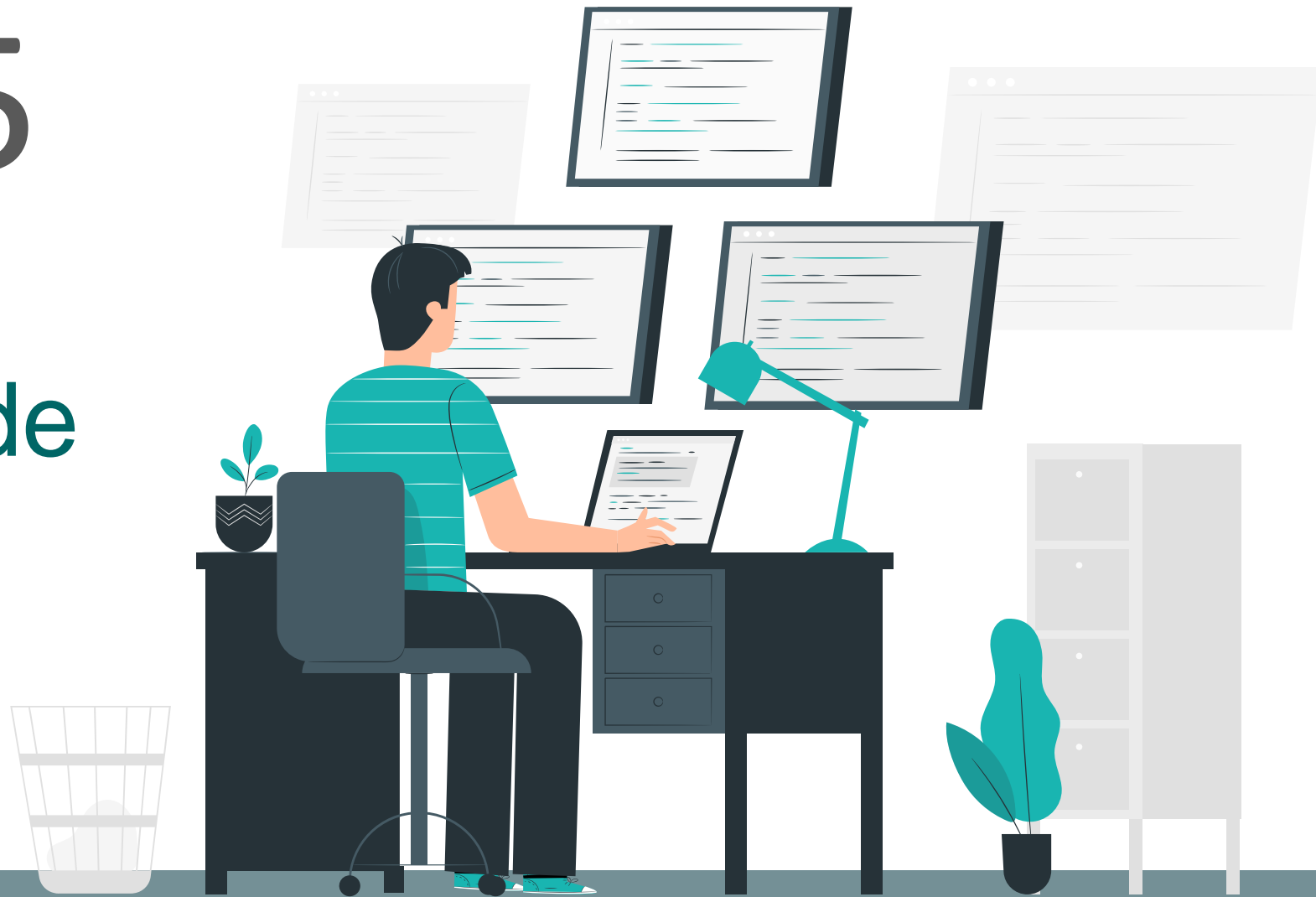
Os valores destes parâmetros são os seguintes:

$K_1$ :abertura (")	1/8	3/16	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
$K_1$ m³/(m²/h)	0,7	0,9	1,45	1,7	2,0	2,6	3,0	3,1	3,2	3,5
$K_2$ :% retida	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
$K_2$	1,1	1,05	1,01	1,0	1,0	0,90	0,75	0,6	0,4	0,2
$K_3$ :eficiência (%)	50	60	70	80	85	90	95			
$K_3$	2,1	1,6	1,3	1	0,85	0,7	0,3			
$K_4$ :inclinação (°)	4	5	6	7	8	9	10			
$K_4$	1,25	1	0,83	0,7	0,6	0,56	0,5			
$K_5$ :						furo redondo		furo quadrado		
peneiramento a seco						1		1,2		
peneiramento úmido						1,6		1,9		

ASSISTA AGORA  
A AULA DE  
EXERCÍCIOS!!!

# AULA 15

## 5.3 Exercícios de Peneiradores Industriais



**EX24:**(Chaves Pinto, Teoria e Prática do Tratamento de minérios, V03, Ex1, pg 548): Uma grelha vibratória de 6" recebe o ROM e procedi ao escape dos finos antes da britagem primária. Estabelecer o balanço de massas do escape, sabendo que a distribuição granulométrica do ROM é:

malha	16"	12"	8"	4"	2"	1"	<1"
%retida	0	40	30	15	5	5	5

1º- Calcular a fração retida acumulada

malha	16"	12"	8"	4"	2"	1"	<1"
%retida	0	40	30	15	5	5	5
% acum	0	40	70	85	90	95	100

Em 6"m a porcentagem retida estaria entre 70 e 85% (interpolando na tabela):

**77,5% retido de sólidos e 22,5% passante**

2º- Eficiência da grelha é entre 60 e 70%

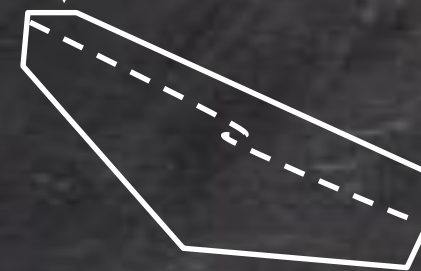
Admitindo 60% e  $A=100t/h$

$$\eta = \frac{U[t/h \text{ no undersize}]}{t/h \text{ de passante em A}} \cdot 100$$

$$0,6 = \frac{U[t/h \text{ no undersize}]}{(22,5)}$$

$$U = 13,5t/h$$

$A=100 t/h$



$$O = 100 - 13,5 = 86,5t/h$$

$$U = 13,5t/h$$

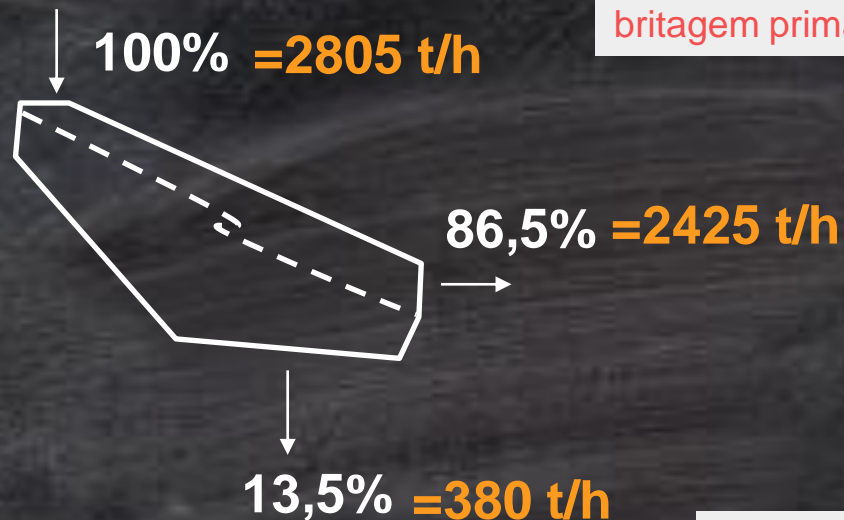


**EX25:**(Chaves Pinto, Teoria e Prática do Tratamento de minérios, V03, Ex2, pg 549): **Escolher a grelha vibratória adequada ao exercício anterior, sabendo que ela deve atender às seguintes condições:** Produção anual= 8100000t/ano;  
Horas efetivas= 4331,5 h/ano e Denisdade do minério= 3 t/m<sup>3</sup>

1º- Calcular a capacidade nominal da grelha:

$$C \left[ \frac{t}{h} \right] = \frac{8.100.000t / ano}{4331,5h / ano} \cdot 1,5 = 2805t / h$$

Fator de serviço da  
britagem primária



2º- Cálculo da área da grelha:

$$S = \frac{P}{A \cdot B \cdot C}$$

P= passante pela  
grelha [m<sup>3</sup>/h]:

$$P = \frac{380t / h}{3t / m^3} = 210,4 \frac{m^3}{h}$$

A= capacidade básica [(m<sup>3</sup>/h)/m<sup>2</sup>]: A=40

abertura entre os trilhos (")	2	3	4	5	6	8
A [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> /h)]	20	26	29	34	40	43

B= % > que a abertura da grelha: B=0,75

material que não passa (%)	20	30	40	50	60	70	80
B	1,2	1,1	1,0	0,90	0,85	0,80	0,75

C= eficiência desejada (60%): C=1,3

eficiência (%)	40	50	60	70	80
C	2,6	1,5	1,3	1,1	1,0

$$S = \frac{210,4}{40 \cdot 0,75 \cdot 1,3} = 5,4m^2$$

**Catálogo  
Faço: M401**

**EX25:**(Chaves Pinto, Teoria e Prática do Tratamento de minérios, V03, Ex2, pg 549): **Escolher a grelha vibratória adequada ao exercício anterior, sabendo que ela deve atender às seguintes condições: Produção anual= 8100000t/ano;  
Horas efetivas= 4331,5 h/ano e Denisdade do minério= 3 t/m<sup>3</sup>**

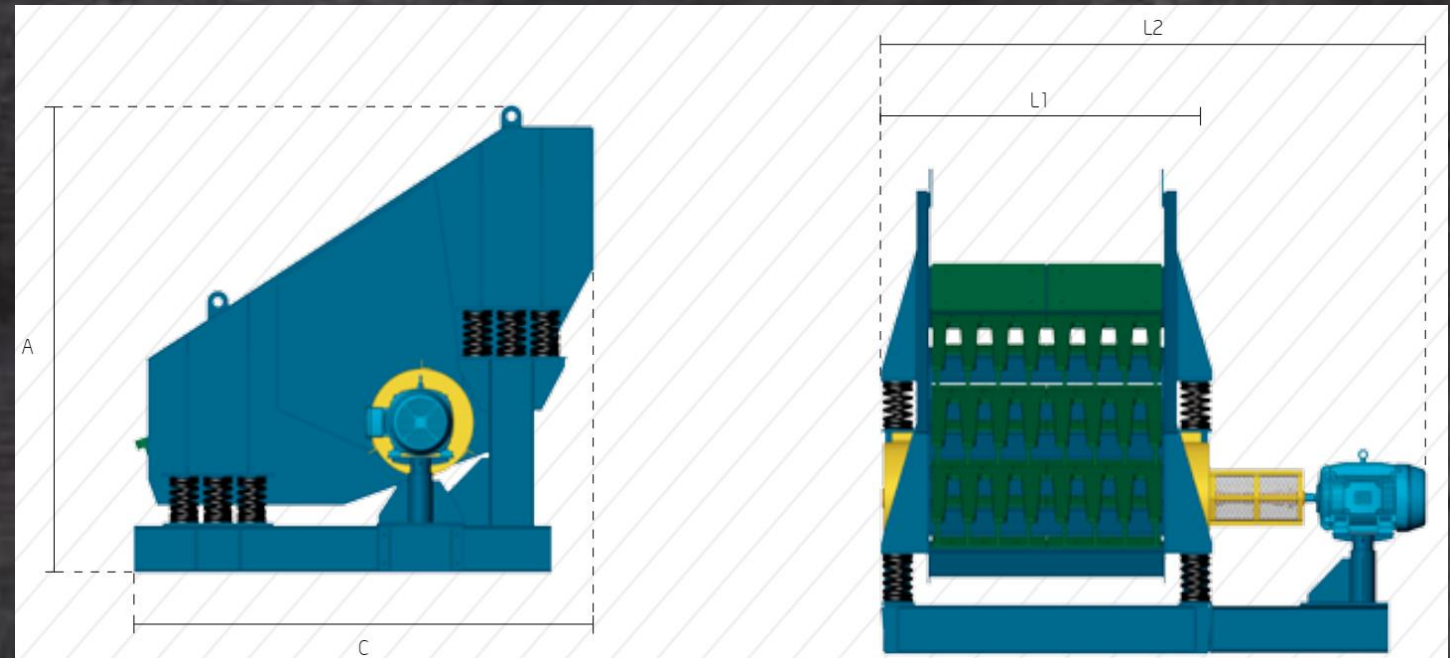
## Catálogo de Grelhas Vibratórias da IMIC

([www.imic.com.br](http://www.imic.com.br))

Para 210,4 m<sup>3</sup>/h

Abertura de 6"

Modelo GV25012



MODELO	ABERTURA GRELHAS	CAPACIDADE PROD. (m³/h)	PESO (kg)	MOTOR		DIMENSÕES (mm)			
				POT. (cv)	PÓLOS	C	A	L1	L2
GV 25012	2" a 6"	120 a 300	3528	20	8	2579	1797	1805	1247
GV 30015	4" a 8"	200 a 500	7559	30	8	3130	2985	2123	1300
GV 40015	6" a 12"	400 a 800	9853	50	8	3943	3657	2240	1300



**EX26:**(Chaves Pinto, Teoria e Prática do Tratamento de minérios, V03, Ex3, pg 550): Considere o peneiramento de 200 t/h de em peneira de 2" dando 136,5 t/h no oversize, com as distribuições granulométricas a seguir. Qual a eficiência do peneiramento? Quais as imperfeições do peneiramento por faixa?

malha	4"	2"	1"	1/2"	1/4"	<1/4"	total
A (%)	25	30	20	10	10	5	100
O (%)	36,6	44	14,6	4,4	0	0,4	100
U (%)	0	0	31,5	22	31,5	15	100

1º- Eficiência: 
$$\eta = \frac{200 - 136,5 \text{ t/h}}{200 \text{ t/h} \cdot 0,45} \cdot 100 = 70,6\%$$

Eficiência muito baixa, fora padrão (90 a 95%)

2º- Cálculo das Imperfeições:

malha	4"	2"	1"	1/2"	2	<1/4"	total
A (t/h)	50	60	40	20	20	10	200
O (t/h)	50	60	19,9	6	0	0,5	136,5
U (t/h)	0	0	20	14	20	9,5	63,5
I	100	100	49,7	30	0	5	-----

$$I_i = \frac{O \cdot \Delta x_i^o [t/h]}{A \cdot \Delta x_i^A [t/h]} \cdot 100$$

Provavelmente a peneira não tem área suficiente ou é muito curta, não permitindo a estratificação completa do leito

Alta imperfeição explica a baixa eficiência

**EX27:**(Chaves Pinto, Teoria e Prática do Tratamento de minérios, V043, Ex4, pg 551): Um fosfato é peneirado a seco em ½". As imperfeições são: meia malha (20%), finos (14%) e demais malhas (0%). Dada a distribuição granulométrica da alimentação, simular o peneiramento e escolher a peneira adequada para este serviço. A vazão de alimentação de 150 t/h e a densidade aparente do minério de 1,7 t/m<sup>3</sup>. As partículas são cúbicas e a umidade do minério é de 2,5%.

malha	1"	1/2"	1/4"	6#	10#	20#	35#	65#	<65#	Total
A (%)	16,1	11,2	12	7,8	8,7	1,7	3,0	4,2	35,3	100

1º- Calculando as vazões mássicas considerando as imperfeições:

malha	1"	1/2"	1/4"	6#	10#	20#	35#	65#	<65#	Total
A (%)	16,1	11,2	12	7,8	8,7	1,7	3,0	4,2	35,3	100
A(t/h)	24,1	16,8	18	11,7	13	2,6	4,5	6,3	53	150
I	100	100	20	0	0	0	0	0	14	-----
O [t/h]	24,1	16,8	3,6	0	0	0	0	0	7,4	51,9
U [t/h]	0	0	14,4	11,7	13	2,6	4,5	6,3	45,6	98,2
O [%]	46,5	32,4	7	0	0	0	0	0	14,1	100
U [%]	0	0	14,7	11,9	13,2	2,7	4,5	6,5	46,5	100

2º- Calculando a eficiência do peneiramento:

$$\eta = \frac{98,2t / h}{150t / h \cdot 0,727} \cdot 100 = 90\%$$

**EX27:**(Chaves Pinto, Teoria e Prática do Tratamento de minérios, V043, Ex4, pg 551): Um fosfato é peneirado a seco em ½". A vazão de alimentação de 150 t/h e a densidade aparente do minério de 1,7 t/m<sup>3</sup>. As partículas são cúbicas e a umidade do minério é de 2,5%.

3º- Calcular a área de peneiramento S (Fórmula da Faço):

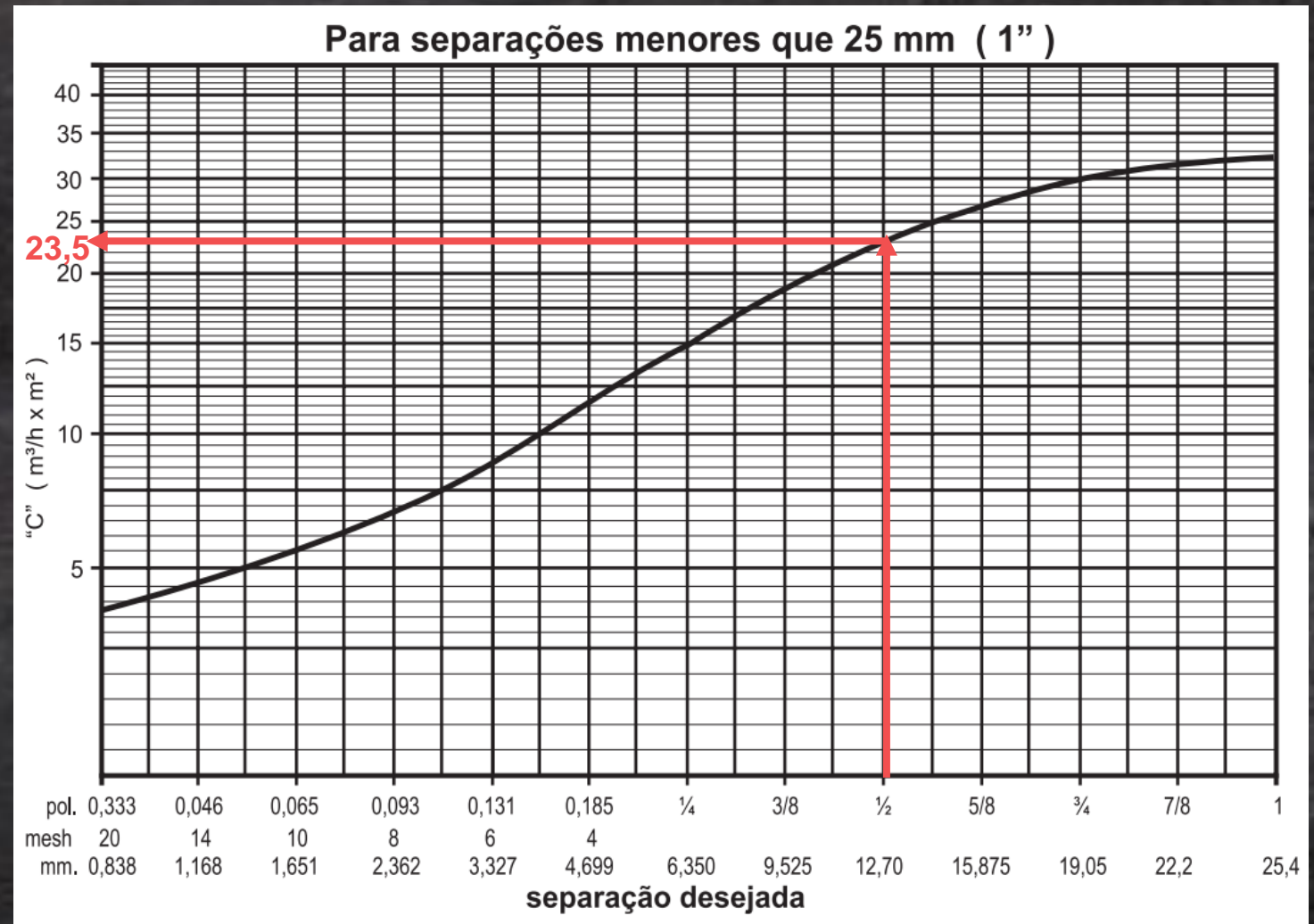
$$S = \frac{Q}{A \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot f_6 \cdot f_7 \cdot f_8}$$

Q= material na alimentação [m<sup>3</sup>/h];

$$Q = \frac{150t / h}{1,7t / m^3} = 88,2 \frac{m^3}{h}$$

A= Capacidade unitária:

**23,5 [m<sup>3</sup>/h]/ m<sup>2</sup>**





**EX27:**(Chaves Pinto, Teoria e Prática do Tratamento de minérios, V043, Ex4, pg 551): Um fosfato é peneirado a seco em  $\frac{1}{2}$ ". A vazão de alimentação de 150 t/h e a densidade aparente do minério de 1,7 t/m<sup>3</sup>. As partículas são cúbicas e a umidade do minério é de 2,5%.

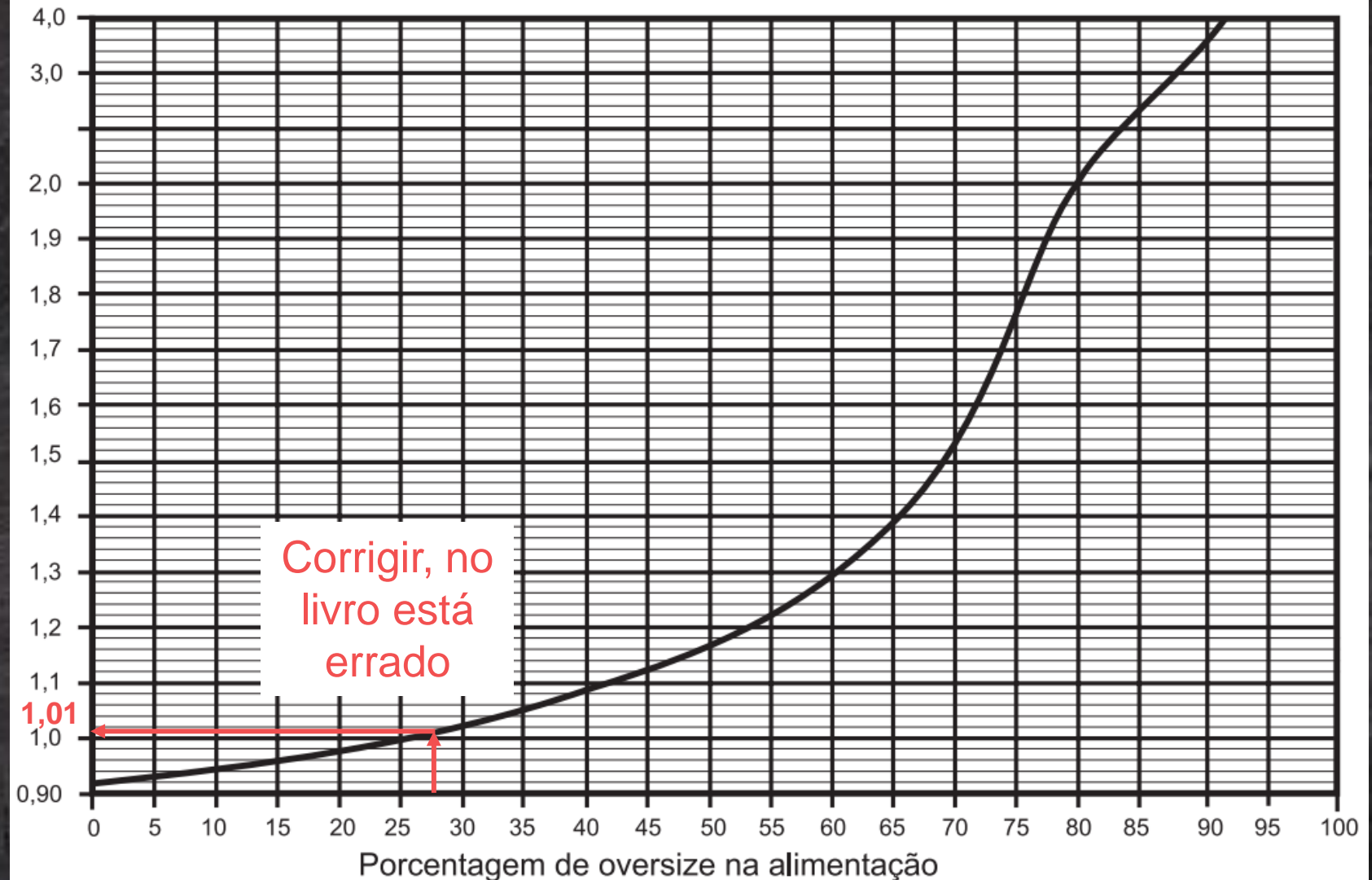
3º- Calcular a área:

**f1**= Fator relativo à % de material na alimentação, maior que a malha de peneiramento.

Há 27,3% de sólidos >1/2" na alimentação:

**f1=1,01**

f1



**EX27:**(Chaves Pinto, Teoria e Prática do Tratamento de minérios, V043, Ex4, pg 551): Um fosfato é peneirado a seco em  $\frac{1}{2}$ ". A vazão de alimentação de 150 t/h e a densidade aparente do minério de 1,7 t/m<sup>3</sup>. As partículas são cúbicas e a umidade do minério é de 2,5%.

3º- Calcular a área de peneiramento S  
(Fórmula da Faço):

**f2=** Fator relativo à % de material na alimentação, menor que a meia malha de peneiramento. (60,7% dp<1/4")

malha	1"	1/2"	1/4"	6#	10 #	20#	35#	65#	<65 #
A (%)	16,1	11,2	12	7,8	8,7	1,7	3,0	4,2	35,3

**f2= 1,4**

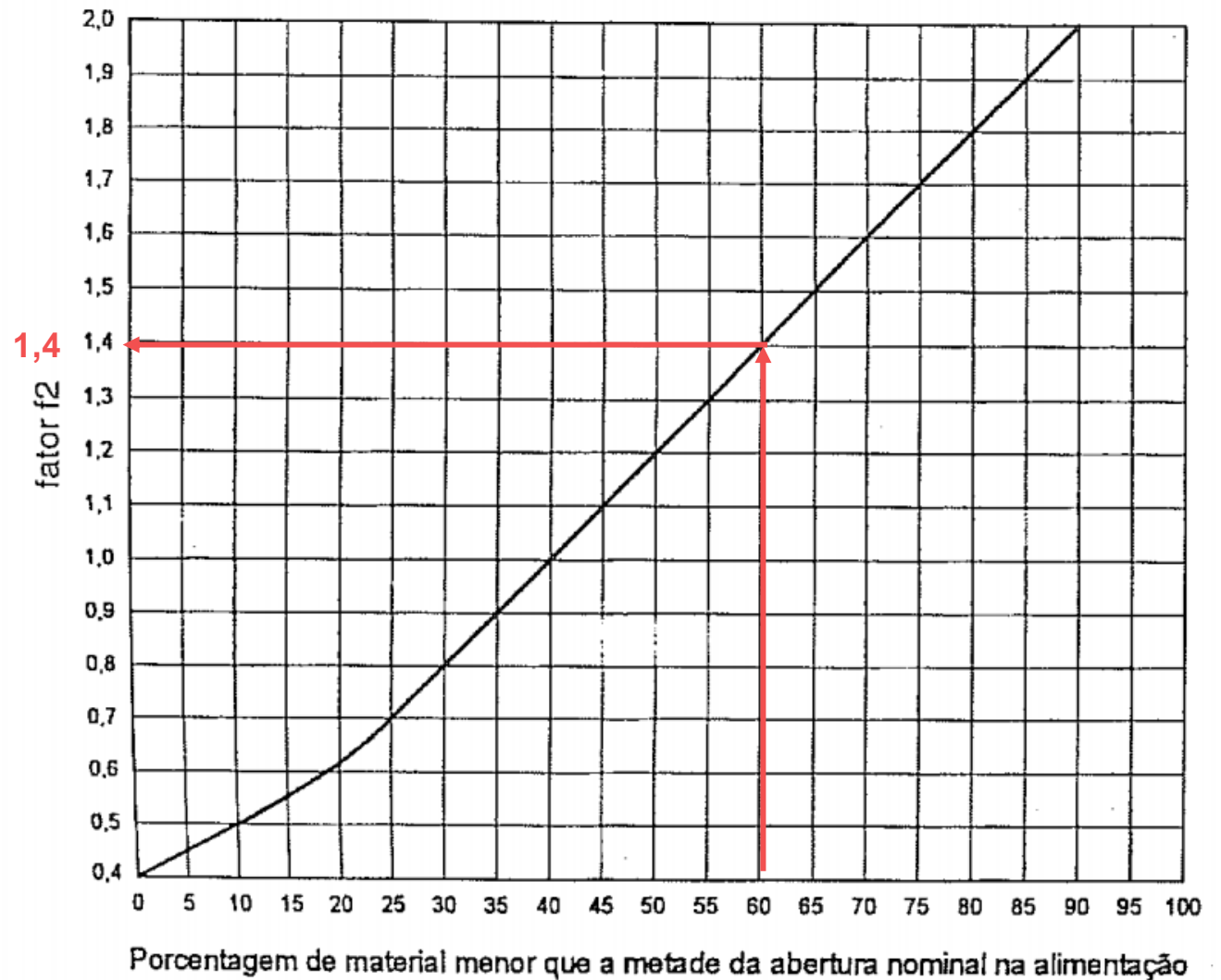


Figura 12 - fator f2

**EX27:**(Chaves Pinto, Teoria e Prática do Tratamento de minérios, V043, Ex4, pg 551): Um fosfato é peneirado a seco em  $\frac{1}{2}$ ". A vazão de alimentação de 150 t/h e a densidade aparente do minério de 1,7 t/m<sup>3</sup>. As partículas são cúbicas e a umidade do minério é de 2,5%.

3º- Calcular a área de peneiramento S (Fórmula da Faço):

TABELA 7 - Fatores f3 a f8						
fatores	f3	f4	f5	f6	f7	f8
Fator de correção	Tipo de abertura da tela	Formato da partícula	Peneiramento via úmida (abertura pol.)	% de umidade superfície (peneiram. seco)	Área efetiva de peneiramento	% da área aberta da tela
1,40			nº 35 1/4"			70
1,30			1/4" - 1/2"			65
1,25	Ret. 4 x 1		1/2" - 1"			62,5
1,20	Ret. 3 x 1		1" - 1 1/2"			60
1,15	Ret. 2 x 1		1 1/2" - 2"			57,5
1,10			2" - 3"			55
1,00	Quadrada	Cúbica	Peneiramento seco ou > 3"	Menos que 3% ou via úmida	Deck superior	50
0,90		Lamelar			Segundo deck	45
0,85				3% a 6%	Terceiro deck	42,5
0,80	Redonda					40
0,75				6% a 9%		37,5
0,70						35
0,60	<b>f3= 1</b>	<b>f4= 1</b>	<b>f5= 1</b>	<b>f6= 1</b>	<b>f7= 1</b>	<b>f8= 1,1</b> 30
0,50						25

f3= Fator relativo ao tipo de abertura da tela;

f4= Fator relativo ao formato das partículas;

f5= Fator relativo malha do peneiramento via úmida;

f6= Fator relativo umidade da alimentação no peneiramento a seco;

f7= Fator relativo ao deck (superior, 2º deck ou inferior)

f8= Fator relativo % de área aberta da tela.



TABELA 8 - área livre e outras características das telas

Malha (pol)	Telas Leves			Telas Standard			Telas Pesadas		
	Fio pol.	Peso da tela kg/m <sup>2</sup>	Abert. livre %	Fio pol.	Peso da tela kg/m <sup>2</sup>	Abert. livre %	Fio pol.	Peso da tela kg/m <sup>2</sup>	Abert. livre %
1/8	0,054	6,0	45	0,072	8,9	40	0,092	15,1	29
3/16	0,080	7,6	51	0,092	10,2	45	0,120	16	38
1 / 4	0,105	9,8	49	0,120	13,1	46	0,135	16,4	40
5/16	0,120	11,4	52	0,135	13,5	49	0,148	16,4	46
3/8	0,135	12,5	53	0,148	14,0	51	0,162	15,8	47
7/16	0,148	13,2	55	0,162	14,6	53	0,177	17,8	50
1/2	0,162	13,9	57	0,177	15,4	54	0,192	18,6	52
5/8	0,177	12,5	62	0,192	14,8	58	0,225	20	56
3/4	0,192	13,2	64	0,207	14,7	61	0,250	26	56
7/8	0,207	13,0	65	0,225	15,3	63	0,250	18,6	59
1	0,225	14,8	66	0,250	16,4	64	0,3125	26,5	57
1 1/8	0,225	13,6	69	0,250	14,9	67	0,3125	24	61
1 1/4	0,250	13,4	70	0,3125	20,5	64	0,375	30	60
13/8	0,250	12,6	72	0,3125	18,9	66	0,375	29	62
1 1/2	0,250	12,0	73	0,3125	17,6	68	0,375	28	63
1 3/4	0,3125	16,7	73	0,375	21,6	68	0,4375	28	64
2	0,3125	15,2	74	0,375	18,8	70	0,4375	25	67
21/4	0,375	17,5	74	0,4375	23,2	70	0,500	28	68
21/2	0,375	16,8	76	0,4375	21,2	72	0,500	27	70
23/4	0,375	16,8	78	0,4375	19,5	74	0,500	24	72
3	0,4375	20	76	0,500	23,2	73	0,625	33	68

(Chaves Pinto, Teoria e Prática do Tratamento de minérios, V03)

**EX27:**(Chaves Pinto, Teoria e Prática do Tratamento de minérios, V043, Ex4, pg 551): Um fosfato é peneirado a seco em ½". A vazão de alimentação de 150 t/h e a densidade aparente do minério de 1,7 t/m<sup>3</sup>. As partículas são cúbicas e a umidade do minério é de 2,5%.

3º- Calcular a área de peneiramento S (Fórmula da Faço):

$$S = \frac{Q}{A \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot f_6 \cdot f_7 \cdot f_8} = \frac{88,2}{23,5 \cdot 1,01 \cdot 1,4 \cdot 1,1} = 2,41m^2$$

Modelo 25010  
com 1Deck

## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Peneira M	N.º de decks	Dimensões do quadro (mm)	Peso (kg)		Área do deck (m²)	Motor (hp)	Compr. (mm)	Altura (mm)	Largura* (mm)
			s/base	c/base					
20008 / 1A	1	2000 x 1800	500	700	1,6	4	2100	1150	1216
25010 / 1A	1	2500 x 1050	1050	1240	2,5	5	2600	1400	1410
30012 / 1A	1	3000 x 1200	1650	1990	3,6	12,5	3853	2039	1715
30012 / 2A	2	3000 x 1200	1750	2090	3,6	12,5	3400	1770	1715
30012 / 3A	3	3000 x 1200	1750	2090	3,6	12,5	3378	2340	1600

**EX27:**(Chaves Pinto, Teoria e Prática do Tratamento de minérios, V043, Ex4, pg 551): Um fosfato é peneirado a seco em ½". A vazão de alimentação de 150 t/h e a densidade aparente do minério de 1,7 t/m<sup>3</sup>. As partículas são cúbicas e a umidade do minério é de 2,5%.

4º- Verificar a condição de descarga do oversize na extremidade da peneira:

$$D[mm] = \frac{100T_f}{6 \cdot s \cdot (W - 0,15)}$$

$$D[mm] = \frac{100 \cdot 30,5}{6 \cdot 30 \cdot (1 - 0,15)} = 19,9mm$$

T<sub>f</sub>= vazão volumétrica de oversize (m<sup>3</sup>/h):

$$T_f = \frac{51,9t / h}{1,7t / m^3} = 30,5 \frac{m^3}{h}$$

W= largura da tela = 1 m

s= velocidade de escoamento do oversize:

Escolhendo modelo SH: **s=30 m/min**

D < 4 \* abertura da tela  
19,9mm < 50,8mm (4 \* 1/2")  
Condição atendida!!!!

equipamento	inclinada			horizontal	
modelo	XH	SH	SH	LH	LH
abertura (")	> 1	< 1	> 1	> 1	< 1
rpm	750	800	800	800	800
S (m/min)	38	30	38	30	12

# Atividades da Aula 15

## Individual:

- ☐ Refaça os exercícios.
- ☐ Faça outros exercícios resolvidos do livro.
- ☐ Faça o exemplo de seleção do manual de Britagem da Faço, pg 5-23 do arquivo anexo a esta aula

## Empresa

- ☐ Baixar catálogos de moinhos e peneiradores industriais
- ☐ Finalizar o Projeto Orientado de Cominuição

