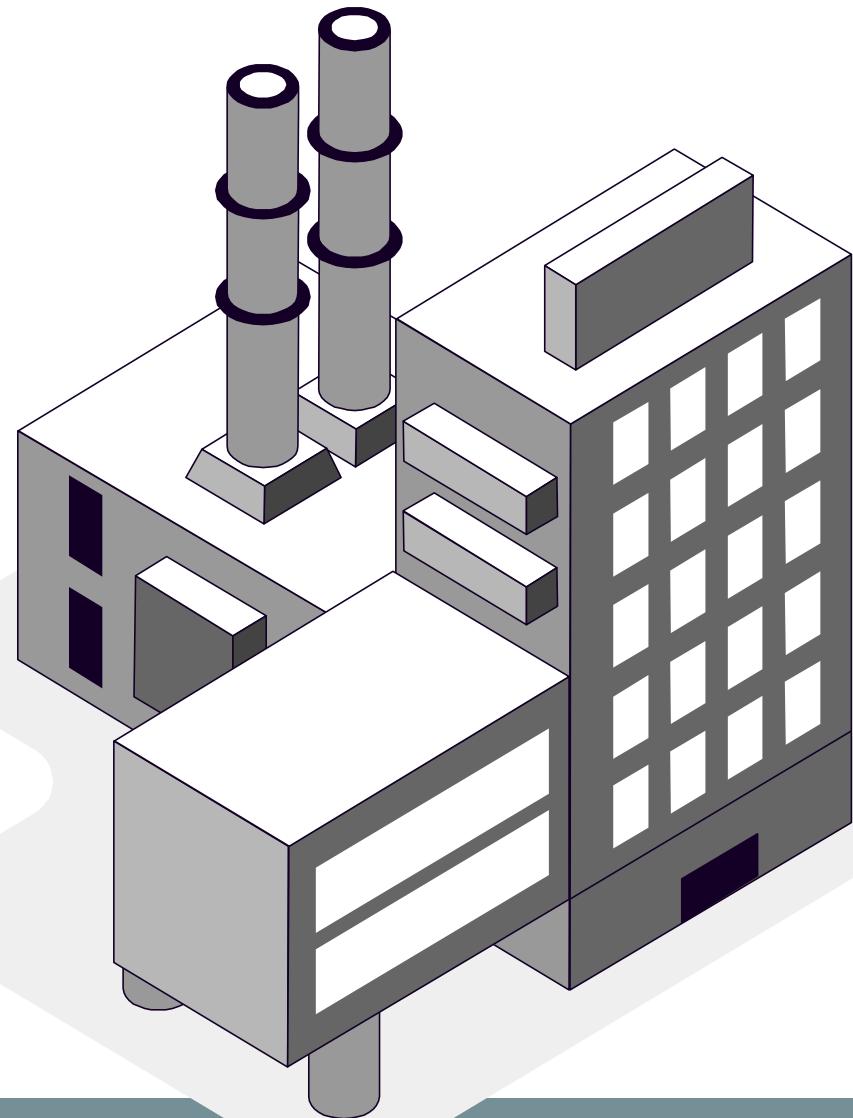


# OPERAÇÕES UNITÁRIAS I

PROF<sup>a</sup> KASSIA G SANTOS

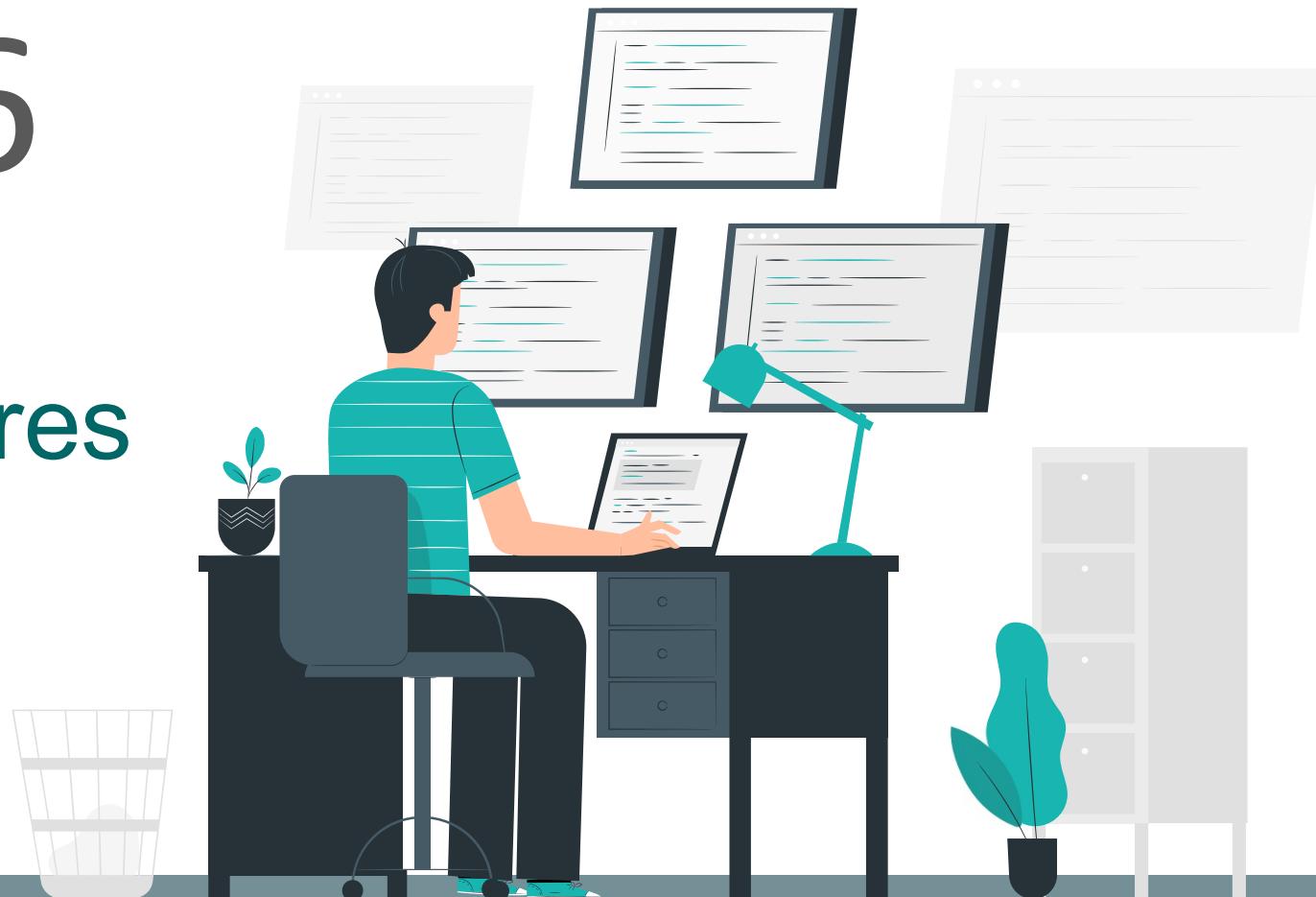
2021/1- CURSO REMOTO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
UFTM



# AULA 16

## 6 Transportadores Mecânicos de Sólidos



# TRANSPORTE DE SÓLIDOS

O transporte de sólidos está presente em praticamente qualquer tipo de indústria.  
A seleção do tipo de transportador depende de vários aspectos:

Capacidade

Distância e Nível  
entre carga e  
descarga

Deslocamento  
(vertical,  
horizontal)

Propriedades  
dos material

Aplicação

Custo

## PRINCIPAIS OBJETIVOS:

- Realizar transporte de sólidos entre um equipamento e outro;
- Realizar a alimentação de sólidos dentro de equipamentos;
- Realizar descarga de sólidos e polpas, como nos sedimentadores;
- Usados em aplicações contínuas, como extrusão, secagem, lixiviação, reatores, etc.



# CLASSIFICAÇÃO

**Equipamentos Móveis:** são equipamentos que se movimentam juntamente com o material que transportam: Pás carregadeiras; Vagonetas ; Empilhadeiras; Caminhões; Guinchos; Guindastes; etc....

**Equipamentos fixos:** transportadores de alimentação contínua, cuja posição permanece fixa durante o transporte, embora possua partes móveis.

## Carregadores

- Correia; Esteira; Corrente; Caçamba; Vibratório; Por gravidade

## Arrastadores

- De calha; Helicoidal

## Elevadores

- Helicoidais; De canecas; Pneumáticos

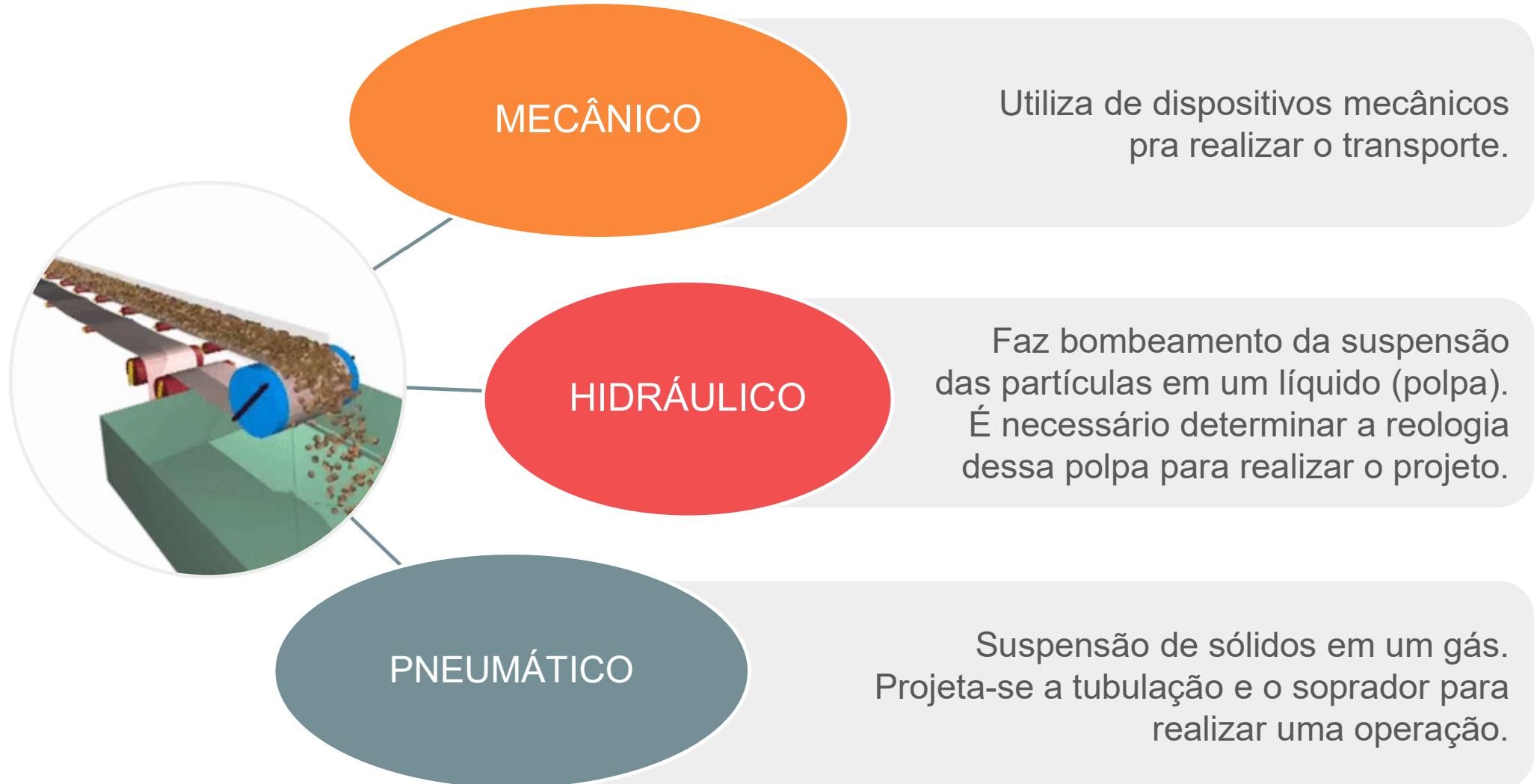
## Alimentadores

- Volumétricos; Gravimétricos

## Hidráulicos e Penumáticos

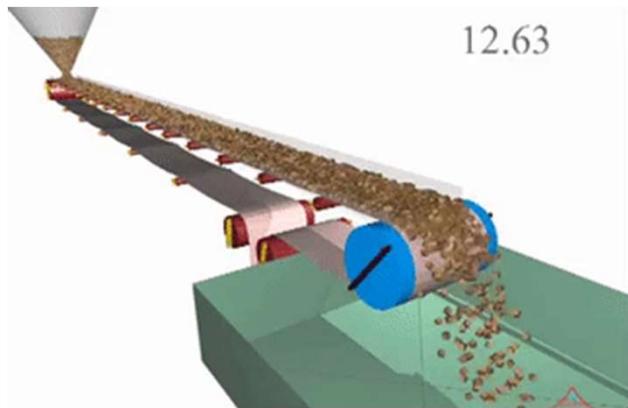
- Tubulação com bomba ou soprador

# TIPOS DE TRANSPORTORES

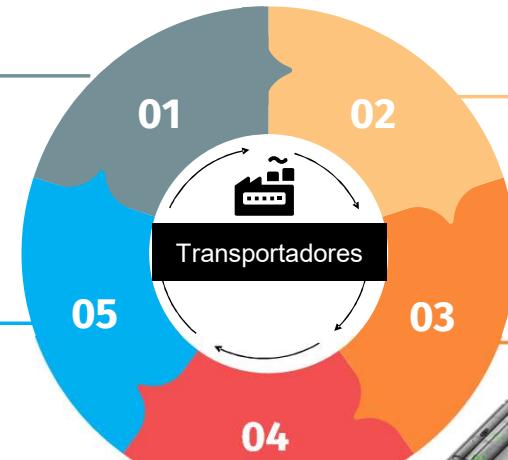


# TRANSPORTADORES MECÂNICOS

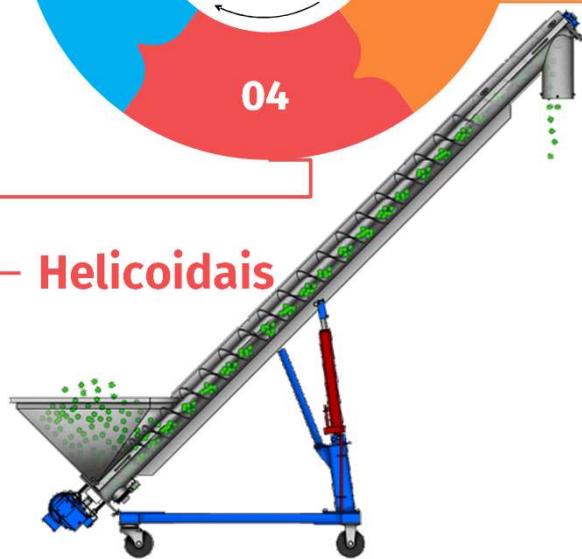
# Transportadores Mecânicos



Correia  
s



Helicoidais



Caçamba

Corrente



**Wheel Conveyor**



**Roller Conveyor**



**Chain Conveyor**



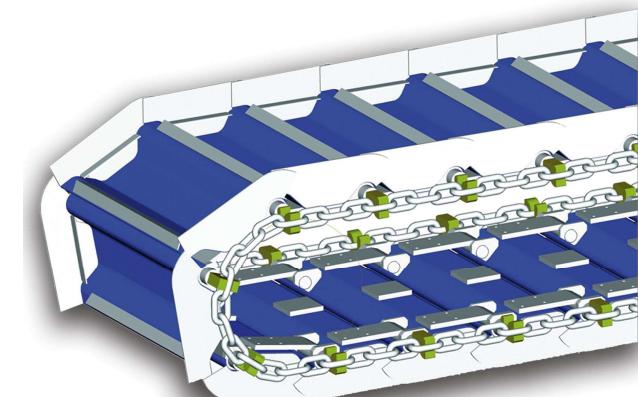
**Bucket Conveyor**



**Slat Conveyor**



**Apron Conveyor**



# CORREIAS TRANSPORTADORAS

Conjunto de componentes mecânicos, elétricos e estruturas metálicas, destinado à movimentação ou transporte de materiais a granel, através de uma correia contínua com movimento reversível ou não.

É destinada a formar uma superfície de sustentação sobre a qual será assentado o material a ser transportado.

Pode apresentar um custo inicial mais elevado do que outros transportadores, mas ainda é um dos transportadores mais econômicos, se ocorrer boa manutenção preventiva.

**Horizontal ou inclinado**

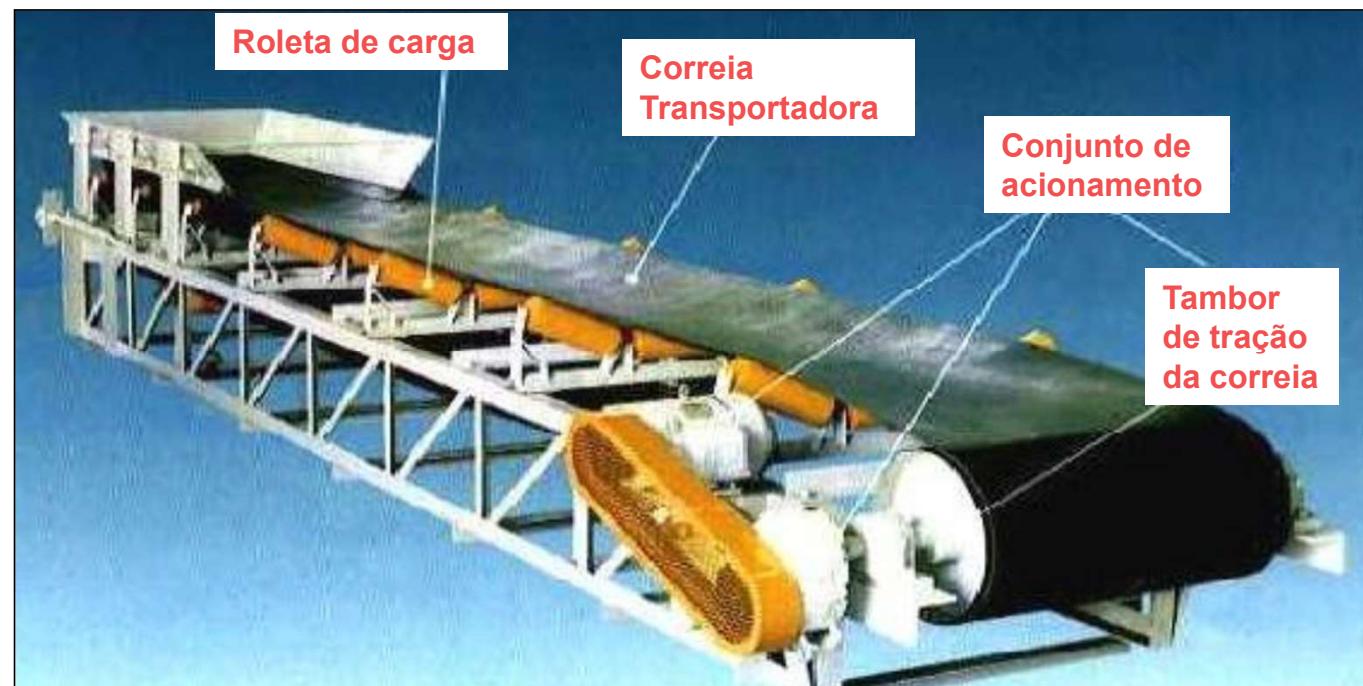
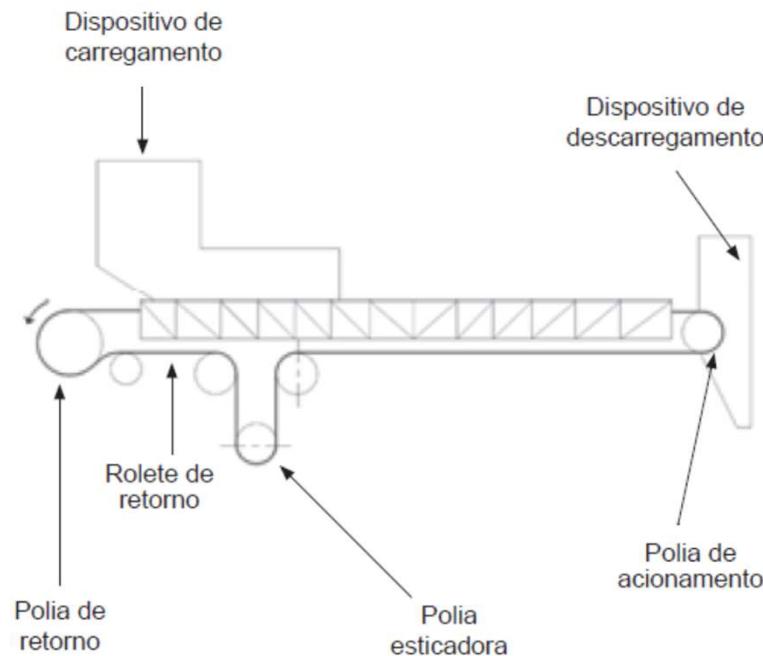


# CORREIAS TRANSPORTADORAS

## Componentes de um TC

- polias de acionamento, de retorno e esticadora;
- roletes de carga, de retorno;
- dispositivos de carregamento e descarregamento;

- correia transportadora;
- dispositivos raspadores;
- estrutura de suporte de carga; e
- dispositivo de acionamento.



# CORREIAS TRANSPORTADORAS

## Operação:

- Pode operar ao longo de quilômetros, com até 5 m/s, e transportar até 5.000 ton/h.
- Pode funcionar também a curtas distâncias, com velocidades muito baixas.
- Inclinação limitada a um ângulo máximo da ordem de 30°.
- As mais comuns tem inclinação no intervalo de 18° a 20°.

**Cinta Côncava**



**Cinta Plana**



**Cinta Fechada**



# DIMENSIONAMENTO DE CORREIAS TRANSPORTADORAS

Verificar  
inclinação  
máxima permitida

Escolher  
velocidade de  
transporte

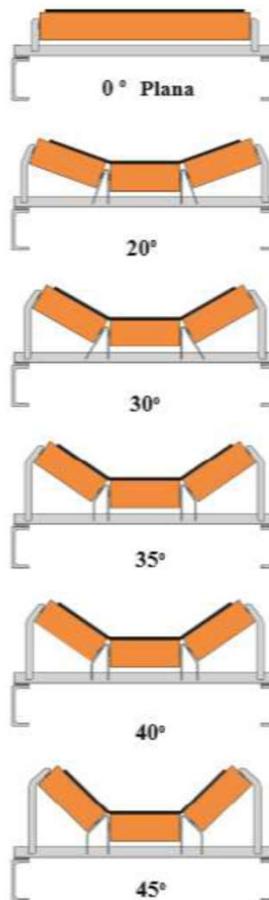
Calcular  
largura da  
correia

Potência  
Consumida

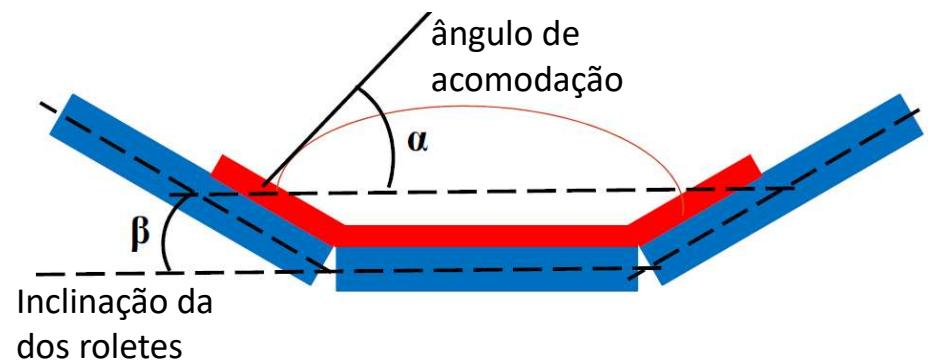
Detalhamento  
da unidade

Tabela IV-2

Material	Densidade (t/m <sup>3</sup> )	Densidade aparente (t/m <sup>3</sup> )	Ângulo de repouso (°)	Ângulo máxi- mo de opera- ção (°)
Anidrido ftálico em escamas		0,67	24	10
Areia seca		1,50		15
Areia úmida		2,00		22
Alumina		0,96		12
Argamassa		2,20		22
Argila em pó		0,96		22
Bicarbonato de sódio		0,69	42	27
Barrilha leve		0,80		20
Bauxita		1,39	20	18
Caulim		1,04		20
Cascalho seco		1,50		15
Cascalho úmido		1,65		18
Calcáreo		1,60		20
Cimento		1,52	39	22
Concreto molhado		2,20		27
Cal em pedaços		1,50		18
Cal em pó		1,15		23
Carvão fino		0,80		20
Cereais				16
Cavacos de madeira		0,35	36	25
Coque em pedaços		0,40	30	20
Coque moído		0,48	28	13
Dolomita britada		1,60		22



- Horizontais ou inclinadas.
- Inclinada: o ângulo de inclinação não pode exceder o ângulo de repouso do material (ver tabelas), sendo cerca de 10 a 15° menor do que seu ângulo de repouso e no máximo 45°).
- Alguns fabricantes padronizam os ângulos de 20, 35 e 45°.



# DIMENSIONAMENTO DE CORREIAS TRANSPORTADORAS

Verificar  
inclinação  
máxima permitida

Escolher  
velocidade de  
transporte

Calcular  
largura da  
correia

Potência  
Consumida

Detalhamento  
da unidade

Velocidades máximas recomendadas em m/seg- materiais a granel			
Largura da correia (mm)	Cereais e outros materiais de escoamento fácil. Não abrasivos	Carvão, terra, minérios desagregados, pedra britada fina poço abrasiva	Minérios e pedras duros, pontiagudos pesados e muito abrasivos
400	2,5	1,6	1,6
500 - 800	3,0 - 3,6	2,5 - 3,0	1,8 - 3,0
800 - 1000	3,6 - 4,1	3,0 - 3,6	3,0 - 3,3
1200 - 1600	4,1 - 5,0	3,6 - 4,1	3,8 - 3,8

Material	Densidade aparente (t/m³)	Velocidade da correia (m/min)
Areia	1,70	115
Cal e cimento	1,30	90
Carvão em pó	0,80	120
Carvão em pedaços	0,85	85
Cereais	0,60	180
Cinzas	0,72	90
Coque	0,48	75
Minérios	2,00	105
Pedra britada	1,60	115
Pedregulho	1,65	100
Sal comum	1,20	80

Tabela IV-3 (GOMIDE, 1983; PG 118)

- Depende do tipo de material a ser transportado.
- Materiais pesados e de grande granulometria e pontiagudos com velocidades elevadas podem causar abrasão nas calhas de descarga.
- Para materiais secos e muito finos (materiais em forma de pó), altas velocidades podem causar formação de pó.
- Geralmente não se usa menos de 15 m/min e nem mais de 200 m/min.

# DIMENSIONAMENTO DE CORREIAS TRANSPORTADORAS

Verificar  
inclinação  
máxima permitida

Escolher  
velocidade de  
transporte

Calcular  
largura da  
correia

Potência  
Consumida

Detalhamento  
da unidade

## TC HORIZONTAIS - Correlação de Liddel:

$$L = \sqrt{\frac{500 \cdot C}{K \cdot V \cdot \rho_s}} \quad C = \frac{A \cdot V \cdot \rho_s}{151} \quad C_N = C \frac{30}{V}$$

$L$  é a largura da correia em in

$V$  é a velocidade da correia m/min

$C$  é a capacidade em t/h

$C_N$  = Capacidade nominal

$\rho_s$  é a densidade bulk do material em  $t/m^3$

$K$  é uma constante empírica entre 1,43 e 1,65  
(em média 1,5)

$A$ : área da secção transversal do sólido [ $cm^2$ ]

$L$

Tabela IV-4

Largura da correia (pol)	Velocidade normal de operação (m/min)	Capacidades de transportadores de correia operando na horizontal a 30 m/min (t/h) para diversas densidades ( $t/m^3$ )					
		0,48	0,80	1,2	1,6	2,0	2,4
14	60	9	16	24	32	40	47
16	60	13	21	31	42	52	63
18	75	16	27	40	53	67	80
20	75	20	33	50	67	83	100
24	90	29	49	73	98	120	145
30	105	47	79	120	160	195	235
36	120	70	115	175	235	290	350
42	120	98	165	245	325	410	490
48	120	130	220	330	440	550	655
54	135	170	285	425	570	710	855
60	135	215	360	540	720	900	1080

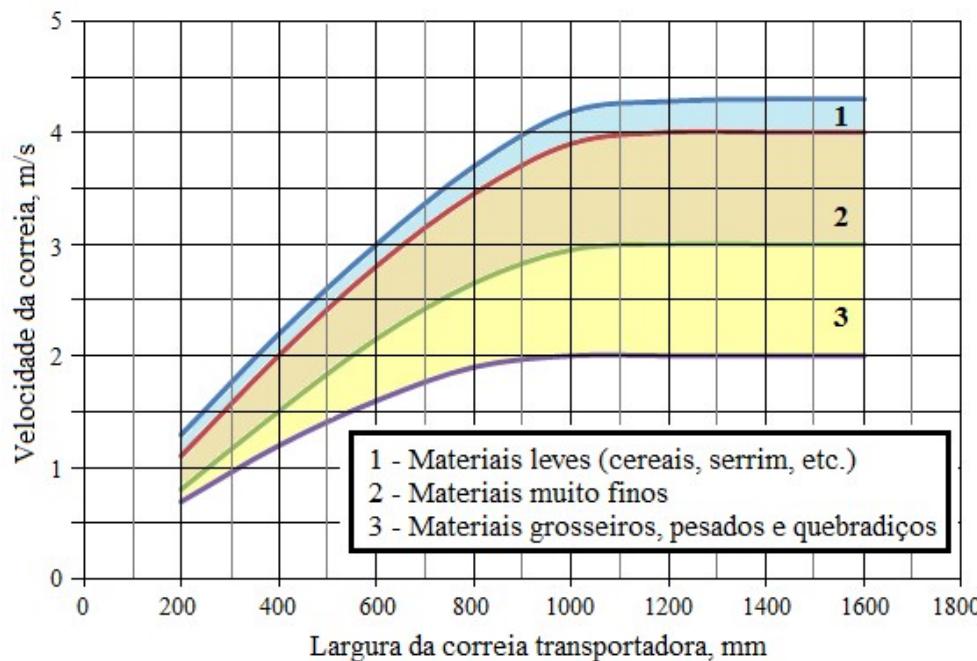
Ex:  $C=160$  t/h e  $\rho_s=1,6$  t/ $m^3$   
e  $V=75$  m/min

$$C_N = 160 \frac{30}{75} = 64 \text{ t/h}$$

<https://www.ctborracha.com/borracha-sintese-historica/aplicacoes/correias-transportadoras/calculo-e-seleccao-de-correias-transportadoras/>

**Quadro 28 – Largura dos Roletes em Função do Tipo de Sistema de Apoio e da Largura da Correia Transportadora**

Largura da correia, mm	Largura dos roletes, mm				
					
300	400	200	-	-	-
400	500	250	200	-	-
500	630	320	200	-	-
600	800	320	250	-	-
650	800	400	250	-	-
800	1000	500	320	320	200
1000	1250	630	400	400	250
1200	1400	800	500	500	250
1400	1600	800	500	500	320
1600	1800	1000	630	630	400
1800	2000	1000	630	630	400
2000	2200	1100	800	800	500
2200	2500	1250	800	800	500
<b>Observações</b>	<b>Disposição normal</b>	<b>Disposição normal</b>	<b>Disposição normal</b>	<b>Disposição profunda</b>	<b>Disposição Garland</b>
<b>Ângulos usuais</b>	<b>0°</b>	<b>20° e 30°</b>	<b>20°, 30° e 45°</b>	<b>20°, 30° e 45°</b>	<b>30°/60°</b>



<b>Quadro 29 – Cálculo das Secções Transversais de Carga</b>			
Tipo de disposição	Ângulos	Área da secção transversal, m <sup>2</sup>	Capacidade relativa de carga, % (1)
	0°	0,04839	44,0
	20°	0,1008	91,6
	30°	0,1145	104,1
	20°	0,09351	85,0
	30°	<b>0,1100</b>	<b>100</b>
	45°	0,1247	113,4
	20°	0,09893	89,9
	30°	0,1161	105,5
	45°	0,1285	116,8
	30°/60°	0,1329	120,8

# DIMENSIONAMENTO DE CORREIAS TRANSPORTADORAS

Verificar  
inclinação  
máxima permitida

Escolher  
velocidade de  
transporte

Calcular  
largura da  
correia

Potência  
Consumida

Detalhamento  
da unidade

## I TC INCLINADOS

A capacidade de um TC inclinado é menor do que se ele fosse horizontal.

A tabela IV-5 fornece fatores  $k$  de redução da capacidade em função do ângulo de inclinação  $\theta$ .

No caso de TC inclinado, a largura terá que ser calculada com uma capacidade maior do que a real.

$$C_i = \frac{C}{k}$$

$$C_N = C_i \frac{30}{V}$$

Tabela IV-5

$\theta^{\circ}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
$k$	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,85	0,81	0,76	0,71

OBS: Sempre preferível trabalhar com correia mais estreita ( $\downarrow L$ ) e com  $\uparrow V$   
Mas se  $V > 180$  m/min pode ocorrer grande desgaste

# DIMENSIONAMENTO DE CORREIAS TRANSPORTADORAS

Verificar  
inclinação  
máxima permitida

Escolher  
velocidade de  
transporte

Calcular  
largura da  
correia

Potência  
Consumida

Detalhamento  
da unidade

Diversas correlações empíricas permitem avaliar a potência necessária para operar o TC a plena carga.

**Correlação de Liddel (Livro Gomide, pg124)**

$$P = \frac{(0,0003\ell^2V + 0,08C)L + CH}{300}$$

P é a potência (HP)

C é a capacidade (t/h)

V - velocidade da TC (m/min)

$\ell$  é a largura da correia (in)

L é o comprimento total (m)

H é a elevação (m)

Potência instalada deve ser 20% maior que a calculada.

Livro apresenta outras opções de cálculo da potência

## POTÊNCIA CONSUMIDA



# DIMENSIONAMENTO DE CORREIAS TRANSPORTADORAS

Verificar  
inclinação  
máxima permitida

Escolher  
velocidade de  
transporte

Calcular  
largura da  
correia

Potência  
Consumida

Detalhamento  
da unidade

## POTÊNCIA CONSUMIDA

Para pequenas Capacidades (<100m) (Gomide, pg124)

$$P = V \left( p_1' + p_4' \right) + \frac{C}{100} \left( p_2' + p_3' \right)$$

P é a potência (HP)

C é a capacidade (t/h)

V é velocidade da TC (m/s)

$p_1'$  é a potência para acionar o TC vazio à  $V=1$  m/s

$p_2'$  é a potência para transportar 100t/h à uma distância horizontal L [m]

$p_3'$  é a potência para transportar 100t/h à uma altura H [m]

$p_4'$  é a potência dissipada por atrito nas guias laterais à uma  $V=1$  m/s

Tabela IV-6  
(Gomide)

Livro apresenta outras opções de cálculo da potência

*Tabela IV-6  
valores de  $p_1'$  (HP)*

<i>L = largura da correia (pol)</i>	<i>L = comprimento do transportador (m)</i>												
	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110
16	0,37	0,47	0,54	0,61	0,70	0,80	0,90	1,01	1,10	1,20	1,31	1,42	1,53
20	0,45	0,55	0,64	0,72	0,81	0,95	1,09	1,20	1,32	1,43	1,54	1,67	1,80
24	0,57	0,70	0,83	0,91	1,01	1,20	1,33	1,52	1,67	1,80	1,92	2,06	2,19
30	0,69	0,81	0,97	1,10	1,22	1,44	1,66	1,83	2,04	2,19	2,39	2,55	2,71
36	0,75	0,94	1,08	1,23	1,35	1,58	1,80	2,03	2,24	2,45	2,64	2,84	3,03
42	0,85	1,01	1,22	1,39	1,54	1,80	2,04	2,28	2,52	2,76	2,95	3,17	3,38
48	1,02	1,20	1,32	1,64	1,80	2,13	2,40	2,71	2,98	3,23	3,48	3,74	4,00

*valores de  $p_2'$  (HP)*

<i>L (m)</i>	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110
$p_2'$ (HP)	0,50	0,63	0,74	0,81	0,95	1,11	1,25	1,42	1,50	1,64	1,75	1,87	2,05

*valores de  $p_3'$  (HP)*

<i>H (m)</i>	2	3	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30
$p_3'$ (HP)	0,80	1,2	1,9	2,8	3,7	4,7	5,6	6,5	7,4	8,4	9,3	10,2	11,1

*valores de  $p_4'$  (HP)*

<i>Comp. das guias (m)</i>	5	10	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
$p_4'$ (HP)	0,60	1,26	2,52	3,18	3,84	4,56	5,28	6,00	6,72	7,38	8,10	8,88	9,60

# TRANSPORTADORES DE CAÇAMBA

- Material é transportado no interior de caçambas suspensas em cabos ou eixos com roletes, ou correntes.
- Utilizado para grandes distâncias, para transportar e elevar sólidos.
- Dispositivos de baixa velocidade (até 20m/min)
- No ponto de descarga, inclina as caçambas cerca de 130°.

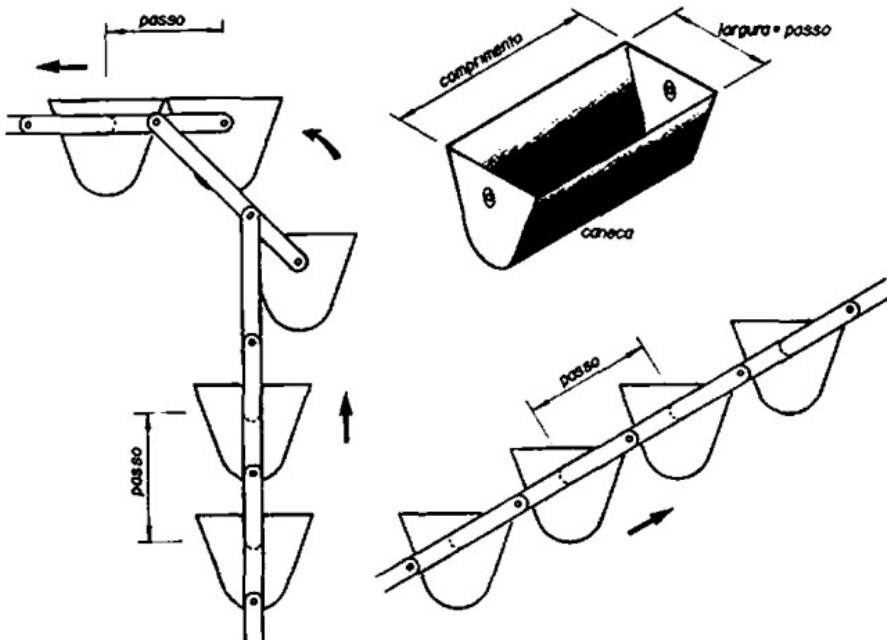


Fig. IV.12 – Transportador-elevador de caçambas.



# TRANSPORTADORES DE CAÇAMBA

## DIMENSIONAMENTO

Capacidade Nominal

Escolher a  
geometria da  
caçamba

Encontrar a  
velocidade

Potência  
Consumida

$$C_N = C \frac{0,8}{\rho_s}$$

*Tabela IV-11*  
MATERIAL DE DENSIDADE 0,8 t/m<sup>3</sup>

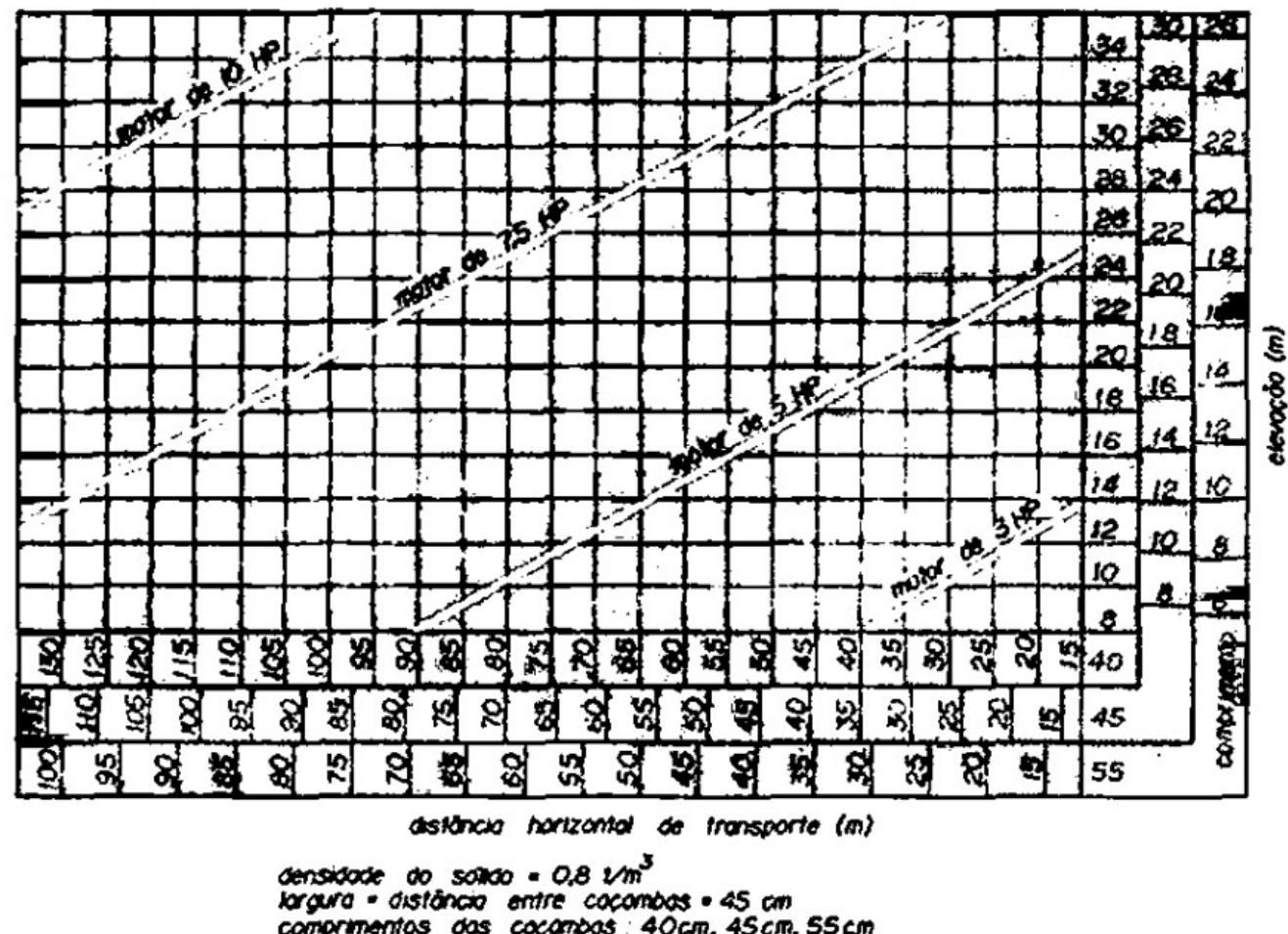
Medidas da caçamba largura x comprimento (cm)	Capacidade (t/h)	Velocidade (m/min)
45 x 40	15 – 20	10 – 12
45 x 45	20 – 25	10 – 12
45 x 55	25 – 30	10 – 12
60 x 45	35 – 45	12 – 15
60 x 60	50 – 60	12 – 15
60 x 75	60 – 75	12 – 15
60 x 90	79 – 90	12 – 15
75 x 60	80 – 105	14 – 18
75 x 75	95 – 130	14 – 18
75 x 90	115 – 155	14 – 18
90 x 90	160 – 225	15 – 25

# TRANSPORTADORES DE CAÇAMBA

## DIMENSIONAMENTO

Potência  
Consumida

Fig. IV.13  
(Gomide, pg135)



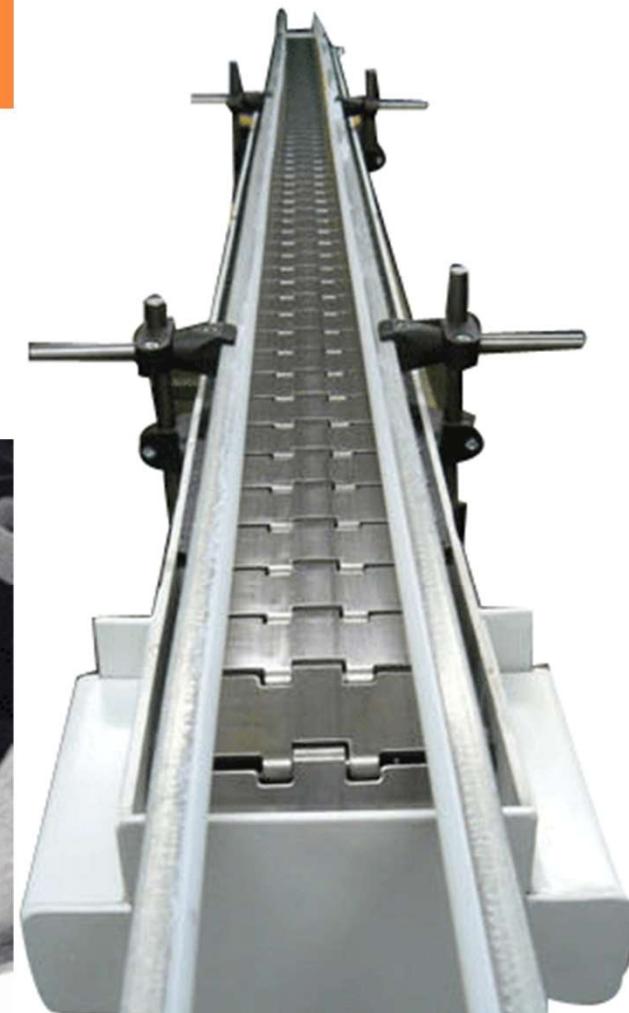
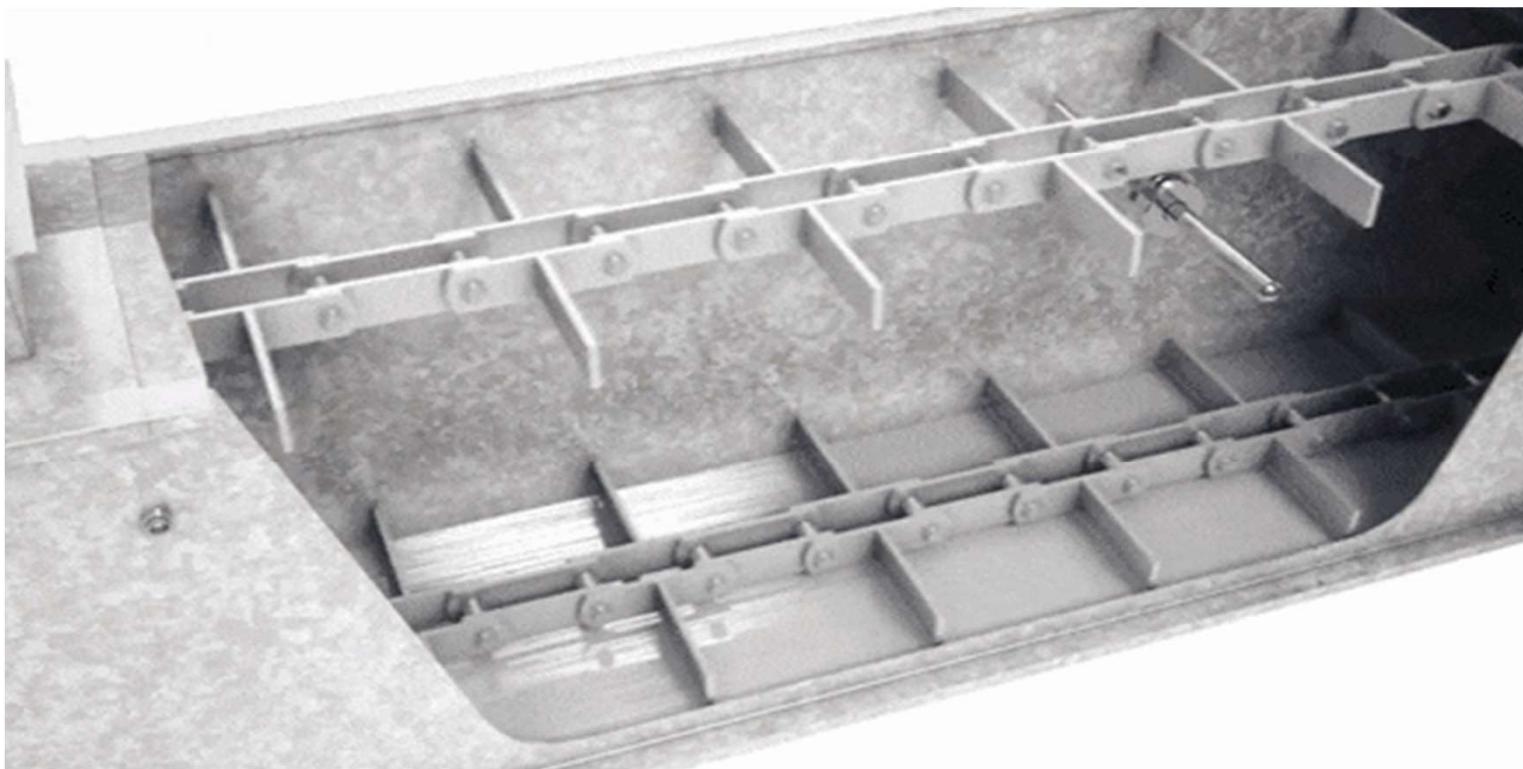
23 Tabela Especificações para o elevador de caçambas, com descarga centrífuga, cubas de ferro ou aço, montadas em correia (*Stephens-Adamson Mfg. Co.*)

Tamanho das caçambas <sup>†</sup> cm	Elevação dos centros m	Capacidade <sup>‡</sup> ton/h	Tamanho das partículas <sup>§</sup> cm	Velocidade das caçambas m/s	Velocidade da polia motriz rpm	Potência no eixo motor <sup>‡</sup> HP	Potência adicional <sup>‡</sup> HP/m	Espaçamento das cubas cm	Diâmetro do eixo		Diâmetro da polia		Largura da cinta cm
									Motor	Livre	Motriz	Livre	
15 × 10 × 11	8	14	1,9	1,1	43	1,0	0,07	30	4,9	4,3	51	36	18
	15	14	1,9	1,1	43	1,6	0,07	30	4,9	4,3	51	36	18
	23	14	1,9	1,1	43	2,1	0,07	30	4,9	4,3	51	36	18
20 × 13 × 14	8	27	2,5	1,1	43	1,6	0,13	36	4,9	4,3	51	36	23
	15	30	2,5	1,3	41	3,5	0,16	36	4,9	4,3	61	36	23
	23	30	2,5	1,3	41	4,8	0,16	36	6,2	4,3	61	36	23
25 × 15 × 16	8	45	3,2	1,1	43	3,0	0,21	41	4,9	4,9	51	41	28
	15	52	3,2	1,3	41	5,2	0,23	41	6,2	4,9	61	41	28
	23	52	3,2	1,3	41	7,2	0,23	41	7,5	4,9	61	41	28
30 × 18 × 18	8	75	3,8	1,3	41	4,7	0,33	46	6,2	4,9	61	46	33
	15	84	3,8	1,5	38	8,9	0,38	46	7,5	4,9	76	46	33
	23	84	3,8	1,5	38	11,7	0,38	46	8,7	6,2	76	46	33
36 × 18 × 18	8	100	4,4	1,5	38	7,3	0,46	46	7,5	6,2	76	46	38
	15	100	4,4	1,5	38	11,0	0,46	46	8,7	6,2	76	46	38
	23	100	4,4	1,5	38	14,3	0,46	46	8,7	6,2	76	46	38
41 × 20 × 22	8	150	5,1	1,5	38	8,5	0,54	46	7,5	6,2	76	51	46
	15	150	5,1	1,5	38	12,6	0,54	46	8,7	6,2	76	51	46
	23	150	5,1	1,5	38	16,7	0,54	46	10,0	6,2	76	51	46

<sup>†</sup> O tamanho das caçambas é dado na seqüência largura × projeção × profundidade.<sup>‡</sup> Capacidade e potência para materiais com uma massa específica de referência de 1600 kg/m<sup>3</sup>. Para outros materiais, a capacidade e a potência variam em proporções diretas com a massa específica. Por exemplo, o elevador que operar com carvão de 800 kg/m<sup>3</sup> terá a metade da capacidade e exigirá aproximadamente a metade da potência que aparece na tabela.<sup>§</sup> Quando o volume das partículas ocupar menos de 15%, em média, do volume total, é possível operar com granulometrias o dobro mais altas.

## TRANSPORTADOR DE CORRENTE

- Montados com elos padronizados de corrente, encaixados ou montados com pinos.
- Simples e econômico, alta durabilidade, com grande variedade
- Ampla faixa de velocidade, capacidade e temperatura;
- Altos custos de manutenção tem diminuído sua aplicação



# TRANSPORTADOR DE CORRENTE

## DIMENSIONAMENTO

Escolha da velocidade

**Materiais Abrasivos** (cinzas, escoria, coque, minério, bauxita, areia):

**5 m/min**

**Materiais semi-abrasivos** (carvão, calcáreo, rocha fosfática, sal):

**20 m/min**

**Materiais pouco abrasivos** (milho, soja, cavacos de madeira, grãos, biomassas, etc):

**30 a 60 m/min**

Potência Consumida

$$P = \frac{FV}{76}$$

P é a potência (HP)

V é velocidade da TC (m/s)

F é força de tração na corrente (kg)

# TRANSPORTADOR DE CORRENTE



<https://www.agrowth.com/globalassets/brands-section/agi-brasil/brochures/2019-agi-bins-catalogue-pt.pdf>

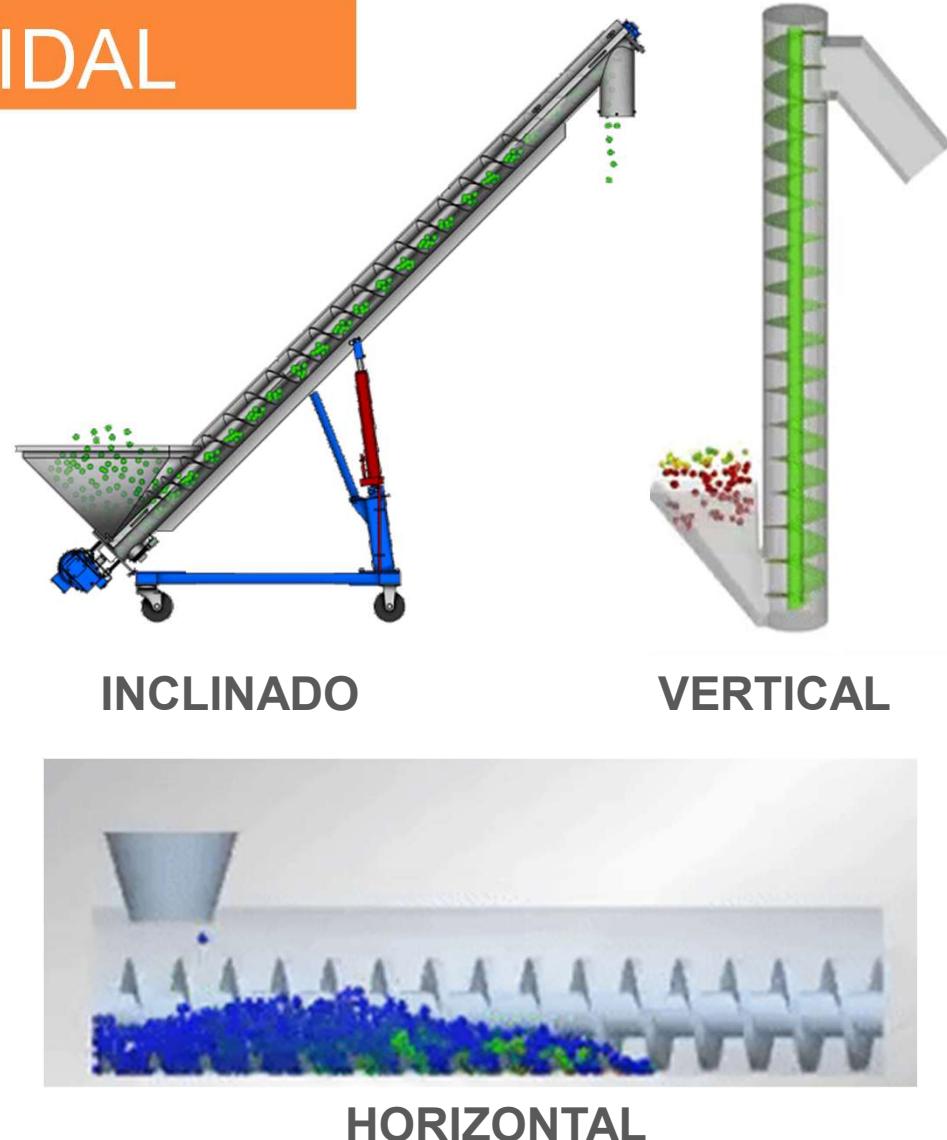
MODELO	CAPACIDADE (T/H)	COMPRIMENTO MÁXIMO (M)	DIMENSÕES (MM)						
			A	B	C	D	E	F	G
RDE-060	60	80	200	200	200	570	950	1178	461
RDE-090	90	98	240	240	250	570	950	1178	461
RDE-120	120	78	240	340	300	570	950	1178	461
RDE-150	150	65	320	320	330	570	950	1178	461
RDE-200	200	73	320	320	400	570	950	1178	555
RDE-240	240	64	320	320	400	570	950	1178	555
RDE-300	300	52	380	380	500	570	950	1178	555
RDE-400	400	40	380	380	600	570	950	1178	555

\* Os valores de capacidade são para transporte horizontal de cereais com peso específico de 0,75 t/m<sup>3</sup>, com inclinação máxima de 18°.

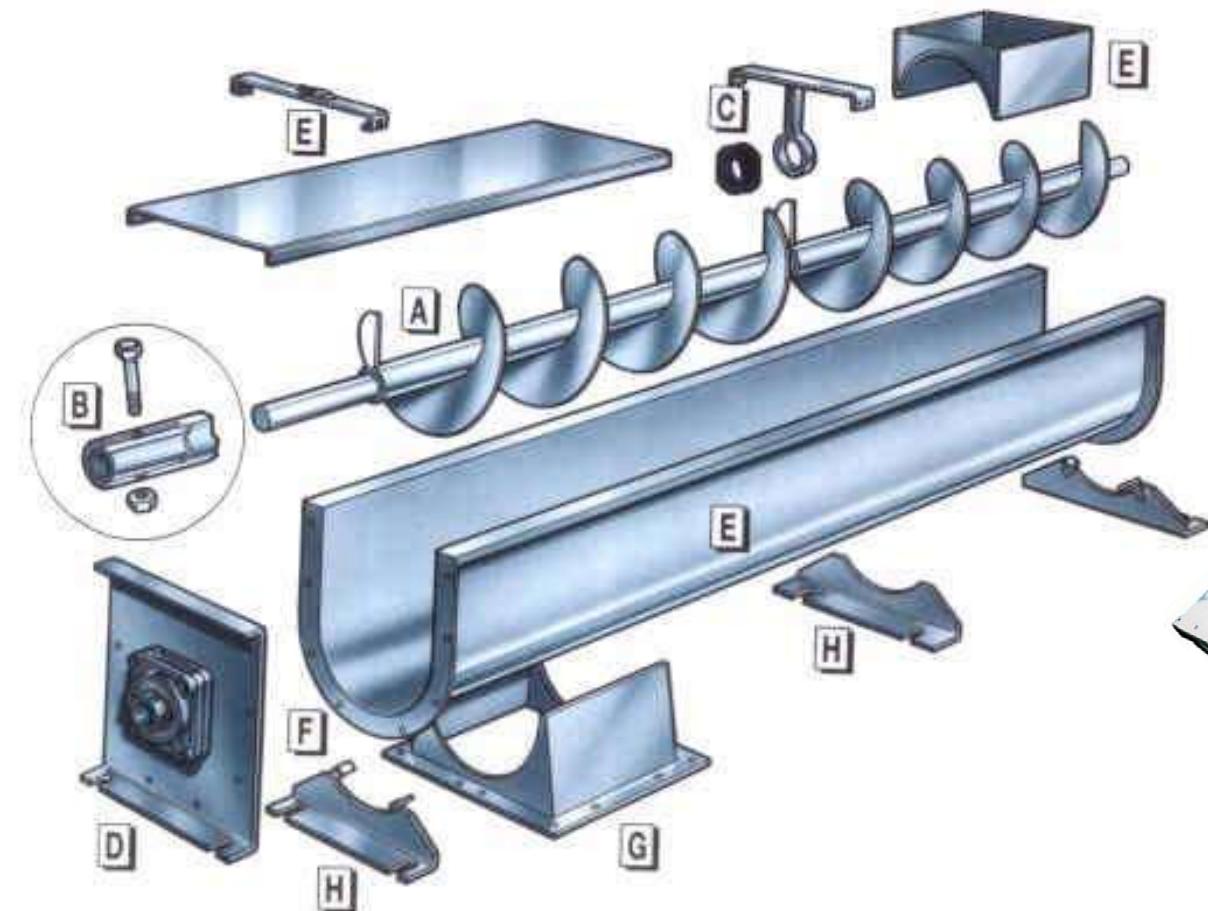
"Os dados constantes nesta tabela são ilustrativos e o fabricante se reserva ao direito de alterá-los sem prévio aviso em função da constante evolução dos equipamentos".

# TRANSPORTADOR HELICOIDAL

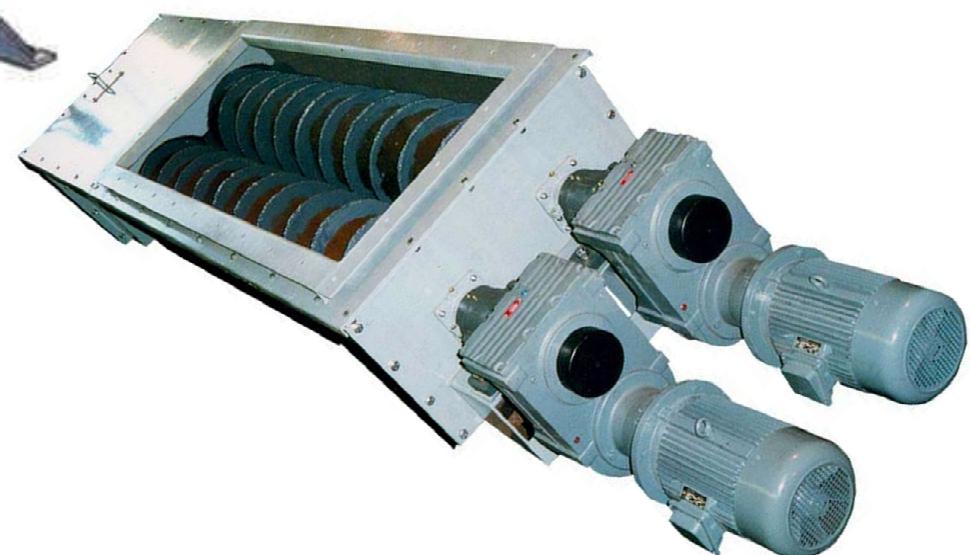
- ❑ É um dos mais antigos e versáteis, podendo ser resistentes à corrosão, abrasão ou calor.
- ❑ Indicado para transporte entre pequenas distâncias e baixas capacidades (<300 m<sup>3</sup>/h).
- ❑ Consiste numa canaleta de secção circular ou semi-circular no interior da qual gira um eixo com uma helicoide (hélice)
- ❑ São versáteis com relação a instalação: horizontal, inclinado ou vertical (se a calha for fechada).
- ❑ A taxa de ocupação em seu interior não deve ultrapassar 50 % do volume do transportador
- ❑ A capacidade é, em geral, restrita ao máximo de cerca de 300 m<sup>3</sup>/h.
- ❑ Podem ser adaptados a uma grande variedade de operações: mistura, lavagem, cristalização, resfriamento, aquecimento, resfriamento carga e descarga de material, ou secagem, etc.



# TRANSPORTADOR HELICOIDAL



- A – Hélice ou helicóide;
- B – Componentes de travamento e segurança;
- C – Mancais intermediários;
- D – Tampas de fechamento;
- E – Calha limitadora de carga (carcaça) e boca de entrada;
- F – Flange de fixação;
- G – Boca de descarga;
- H – Suporte de fixação;



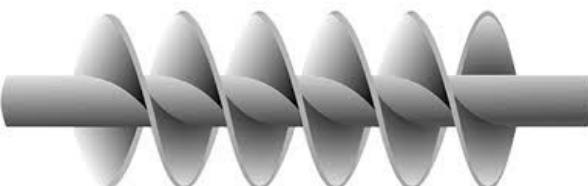
# TRANSPORTADOR HELICOIDAL

**Padrão:** Passo=D

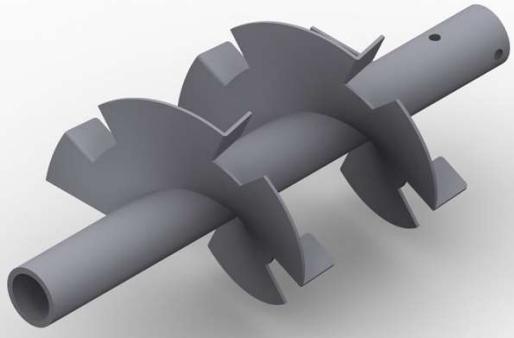
Inclinação<20°



**Passo duplo**



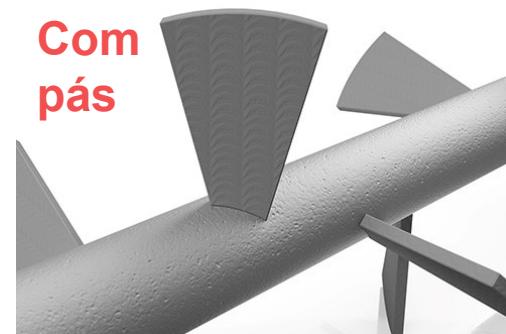
**Recortada, com dentes**



**Passo longo:** materiais de fácil escoamento



**Com pás**



**Furada**



**De tiras ou fitas:** para materiais pegajosos



# TRANSPORTADOR HELICOIDAL

## DIMENSIONAMENTO

1- Classificação Inicial do material (Fator F)

### Fator F (Gomide)

Classe A:  $F=0,4$

Finos, leves, não abrasivos e fácil escoamento,  $0,5 < \rho_s < 0,6 \text{ t/m}^3$ . (carvão, caroço de algodão, milho, trigo, cevada, arroz, malte, cal, farinha e linhaça)

Classe B:  $F=0,6$

Não abrasivos, em grãos pequenos misturados com finos,  $\rho_s < 0,8 \text{ t/m}^3$ . (grafite em flocos, cal hidratada, café, cacau, soja, farelos, etc)

Classe C:  $F=1,0$

Materiais semi-abrasivos em grãos pequenos e finos,  $0,6 < \rho_s < 1,2 \text{ t/m}^3$ . (sabão em pó, borax, carvão grosso, cinzas, sal grosso, cevada úmida, amido, açúcar refinado, leite em pó, polpa de celulose).

Classe D:  $F=1 \text{ a } 2$

Materiais semi-abrasivos ou abrasivos, granulares com finos, com  $0,8 < \rho_s < 1,6 \text{ t/m}^3$ . Ex: bauxita(1,8), cimento(1,4), giz (1,4), argila(2,0), areia seca(2), açúcar mascavo (1,8), etc.

Classe E:  $F>2$

Materiais abrasivos de escoamento difícil. Usa-se 50% da capacidade dada na Figura IV-21d e limita-se a 40 rpm, assim entra-se na Figura maerials da classe D com o dobro da capacidade do projeto. Ex: cinzas(4), fuligem (3,5), areia e sílica (2), quartzo em pó (2,5).

# TRANSPORTADOR HELICOIDAL

## DIMENSIONAMENTO

1- Classificação  
Inicial do material  
(Fator F)

Calcular  
capacidade  
nominal

Escolher  
diâmetro do  
helicóide

Inclinação  
e rotação

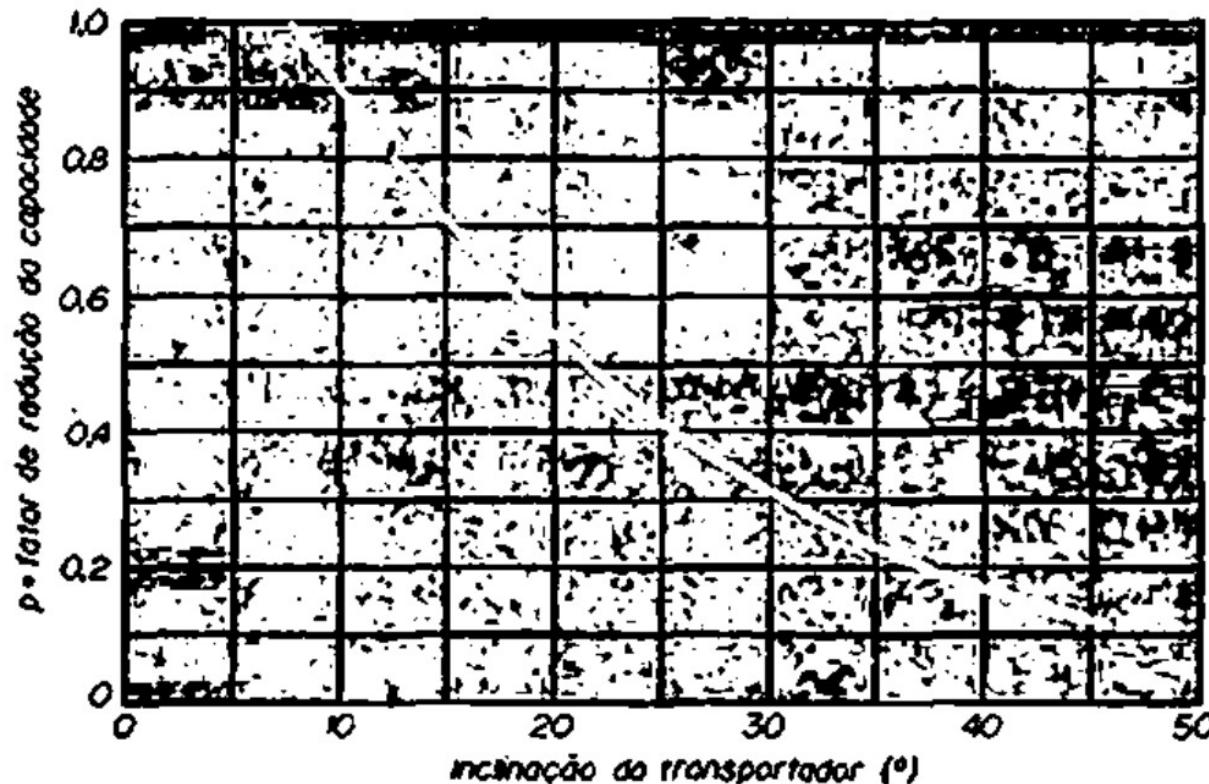
Potência  
Consumida

### Método 1- (Gomide, pg150)

i)Fator de Redução da Capacidade  
nominal devido à inclinação

$$Q_N = \frac{Q}{p}$$

*p – inclinação*



# TRANSPORTADOR HELICOIDAL

## DIMENSIONAMENTO

1- Classificação Inicial do material (Fator F)

Calcular capacidade nominal

Escolher diâmetro do helicóide

Inclinação e rotação

Potência Consumida

**Método 1- (Gomide, pg150)**

ii) Definir a rotação e o diâmetro

Cada classe de material tem um gráfico

iii) Potência Consumida

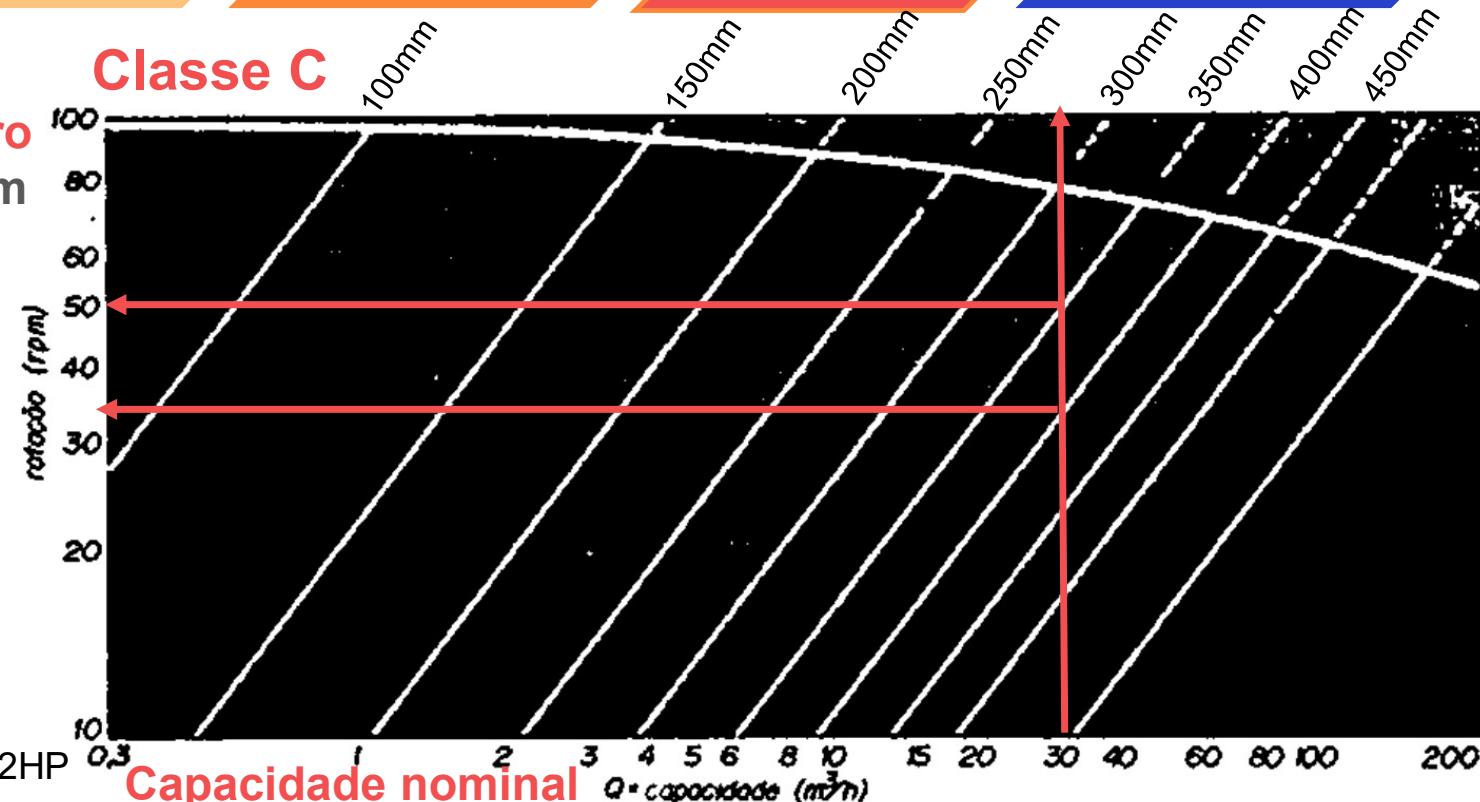
$$P = C \left( \frac{LF}{273} + \frac{H}{152} \right)$$

Se  $L > 20$ : Multiplicar resultado por 1,15

Se  $P < 2\text{HP}$ : Multiplicar resultado por 2

Se  $P < 4\text{HP}$ : Multiplicar resultado por 1,5

Carregamento por gravidade (silo): +1 ou 2HP



# TRANSPORTADOR HELICOIDAL

## DIMENSIONAMENTO

### Método 2- (Gomide, pg150)

Estimar a rotação em rpm usando D da tabela

Recalcular D

Calcular Capacidade

$$N = \frac{92,2}{D^{0,4}}$$

$$D = \frac{Q^{0,385}}{15}$$

$$C = 12,3D^3 \rho N$$

*Tabela IV-15*

$D(m)$	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60
$N(rpm)$	230	200	175	160	150	140	133	127	122	113

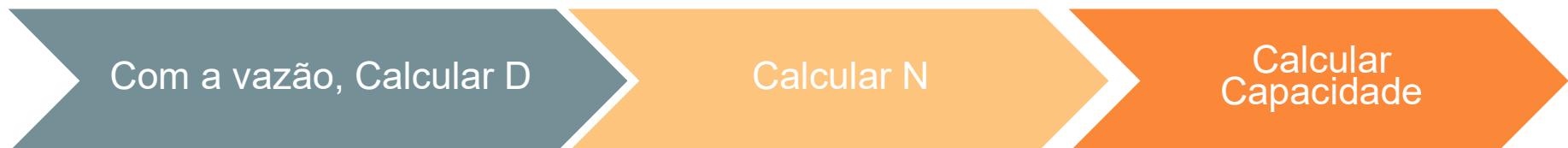
### Observação:

Tende a superestimar a rotação.  
Como não usa informações do tipo de material, ela apresenta grande desvio das demais

# TRANSPORTADOR HELICOIDAL

## DIMENSIONAMENTO

Método 3- (Gomide, pg151)



$$D = \frac{Q^{0,5}}{15,2}$$

$$N = \frac{18,75}{D}$$

$$C = 12,3D^3\rho N$$

Partindo da rotação econômica

# TRANSPORTADOR HELICOIDAL

## DIMENSIONAMENTO

### Método 4- (Gomide, pg151)

Usar a tabela, que relaciona comprimentos, capacidades e rotações padrão, pra 3 tipos de materiais

*Tabela IV-16*

<i>D</i> Diâmetro (m)	<i>L</i> Comprimen- to padrão (m)	Materiais leves não abrasivos		Materiais pesados não abrasivos		Materiais pesados abrasivos	
		<i>C</i> (m <sup>3</sup> /h)	<i>N</i> (rpm)	<i>C</i> (m <sup>3</sup> /h)	<i>N</i> (rpm)	<i>C</i> (m <sup>3</sup> /h)	<i>N</i> (rpm)
0,10	2,50	4,84	220	2,44	110	1,30	90
0,15	3,00	14,2	200	7,22	100	3,82	80
0,20	3,00	33,4	180	16,7	90	8,50	75
0,25	3,00	58,1	160	29,2	80	14,6	65
0,30	3,50	93,5	150	47,0	75	23,2	60
0,35	3,50	113	140	56,6	70	34,0	55
0,40	3,50	198	130	96,3	65	46,2	50
0,45	3,50	255	120	127	60	59,5	45
0,50	3,50	340	115	164	55	81,0	40

# T. HELICOIDAL

## DIMENSIONAMENTO

Outra Classificação Inicial do material

**Exemplo: Um material particulado, muito solto, ligeiramente abrasivo, e fracamente corrosivo seria: C, 1, 7, P  
Recebendo a codificação C17P**

Tabela 4. Classificação e massa específica de materiais particulados (maioria dos dados da *Link-Belt Co.*)

Material	Massa específica média/(kg/m <sup>3</sup> ) <sup>†</sup>	Classificação <sup>‡</sup>
Ácido oxálico, cristais	960	B36L
Ácido bórico, fino	880	B26
Aço, aparas esmagadas	1600–2400	D38
Açúcar, de cana ou beterraba, bruto	880–1040	B36Z <sup>§</sup>
Açúcar, granulado	800–880	B26KT
Alume, fragmentado	800–960	D26 <sup>§</sup>
Alume, pulverizado	720–960	B26 <sup>§</sup>
Alumina	960	B28
Alumina, gel	720	B27
Amianto, desfiado	320–400	H37WZ
Amido	400–800	<sup>§</sup>

Tabela 3. Sistema de classificação de sólidos a granel (*Link-Belt Co.*)

	Características do material	Classe
Tamanho	Muito fino – menos de 100 mesh Fino – de 100 mesh a $\frac{1}{8}$ in Granulado – $\frac{1}{8}$ in a $\frac{1}{2}$ in Fragmentado – com partículas > $\frac{1}{2}$ in Irregular – fibroso, encordoado	A B C D H
Fluidez	Muito solto – ângulo de repouso até 30° Solto – ângulo de repouso entre 30° e 45° Peguento – ângulo de repouso > 45°	1 2 3
Abrasividade	Não abrasivo Ligeiramente abrasivo Muito abrasivo	6 7 8
Características especiais	Contaminável, alterando-se uso ou valor Higroscópico Muito abrasivo  Fracamente corrosivo Expele poeira ou fumo insalubre Contém poeira explosiva  Degradável, alterando-se uso ou valor Muito leve e penuginoso Enovela-se ou acama-se, resistindo à separação  Aera-se e fica fluido, solto Aglomera-se sob pressão	K L N  P R S  T W X  Y Z

# T. HELICOIDAL

## DIMENSIONAMENTO

Classificação  
Inicial do material

Calcular  
capacidade  
mássica, rotação  
e diâmetro

$$C[t/h] = V \rho_s = 60 \frac{\pi D^2}{4} S \cdot n \cdot \rho_s \cdot \psi \cdot p$$

**D** = diâmetro em m;

**S** = passo da rosca em m;

**n** – velocidade de rotação, rpm;

**$\rho_s$**  = densidade bulk (t/m<sup>3</sup>)

**p**= fator que considera a inclinação do transportador;

**$\psi$** = a eficiência da capacidade da aera da seção  
transversal da área da rosca, eficiênciacarregamento

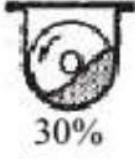
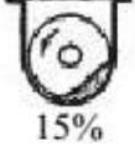
**0,125 - fluxo lento com materiais abrasivos;**

**0,25 - fluxo médio de materiais com média abrasividade.**

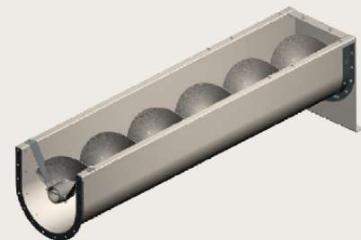
**0,32 - fluxo livre de materiais com média abrasividade;**

**0,4 - fluxo livre de materiais não abrasivos.**

Tabela 5. Capacidades e condições de carga dos transportadores parafuso  
(Link-Belt Co.)

Classe do material *	Diâmetro do	Tamanho máximo dos fragmentos/in		Capacidade (m <sup>3</sup> /h) <sup>†</sup>		Área ocupada
		25% de fragmentos	100% de fragmentos	A 1 rpm	A rotação máxima <sup>‡</sup>	
A, B, C, D e H  16, 26, 36	6	¾	½	0,064	10,6	
	9	1 ½	¾	0,227	34,0	
	12	2	1	0,547	76,5	
	14	2 ½	1 ¼	0,872	113	
	16	3	1 ½	1,32	159	
	18	3	2	1,87	215	
	20	3 ½	2	2,69	283	
A, B, C, D e H  17, 27, 37	6	¾	½	0,042	2,12	
	9	1 ½	¾	0,159	7,93	
	12	2	1	0,377	18,8	
	14	2 ½	1 ¼	0,597	29,9	
	16	3	1 ½	0,889	44,5	
	18	3	2	1,29	64,3	
	20	3 ½	2	1,76	87,9	
A, B, C, D e H  18, 28, 38	6	¾	½	0,021	0,708	
	9	1 ½	¾	0,079	2,55	
	12	2	1	0,190	5,66	
	14	2 ½	1 ¼	0,297	8,50	
	16	3	1 ½	0,445	12,0	
	18	3	2	0,643	16,7	
	20	3 ½	2	0,881	22,1	

## Transportador Helicoidal



MODELO	CAPACIDADE (T/H)	COMPRIMENTO MÁXIMO (M)	DIMENSÕES (MM)				DIMENSÕES (M)		DIÂMETRO HELICOIDE (MM)
			A	B	C	D	E	F	
THE-040	40	35	200	200	358	462	2 ou 2,5 ou 3	2 ou 2,5 ou 3	250
THE-060	60	30	200	200	408	505	2 ou 2,5 ou 3	2 ou 2,5 ou 3	300
THE-090	90	26	240	240	458	553	2 ou 2,5 ou 3	2 ou 2,5 ou 3	350
THE-120	120	20	240	240	508	582	2 ou 2,5 ou 3	2 ou 2,5 ou 3	400
THE-150	150	16	320	320	558	654	2 ou 2,5 ou 3	2 ou 2,5 ou 3	450

\* Os valores de capacidade são para transporte horizontal de cereais com peso específico de 0,75 t/m<sup>3</sup>, com inclinação máxima de 20°.

"Os dados constantes nesta tabela são ilustrativos e o fabricante se reserva ao direito de alterá-los sem prévio aviso em função da constante evolução dos equipamentos".

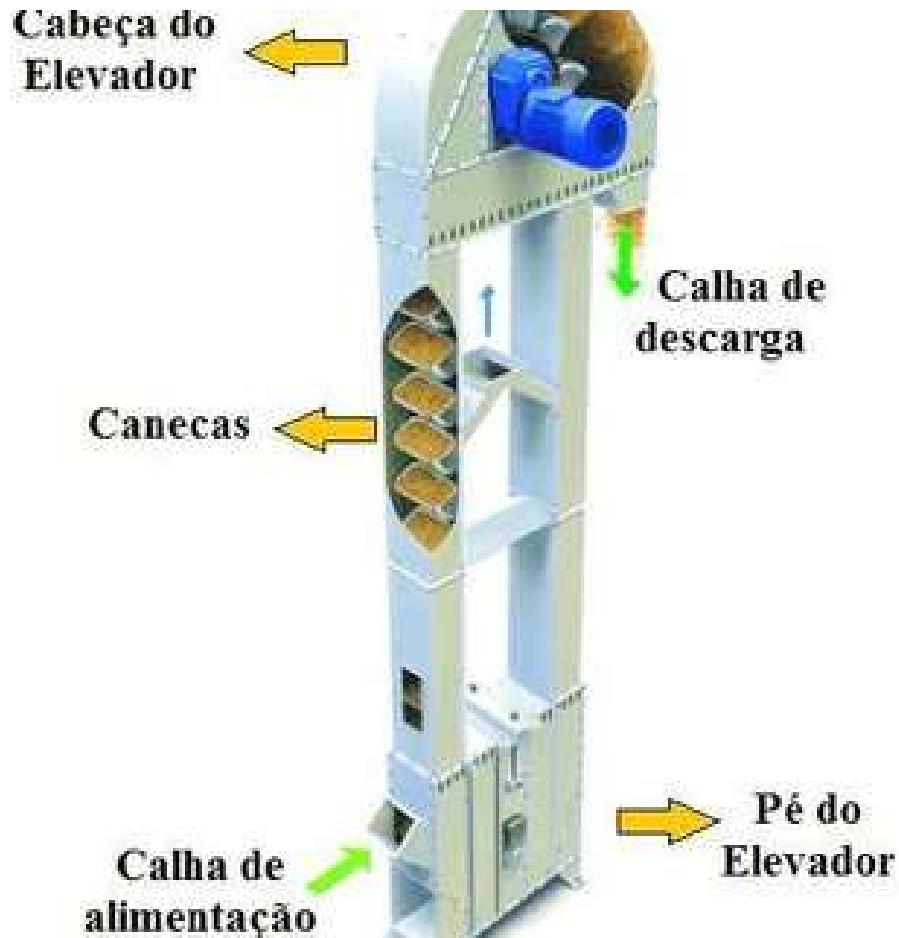
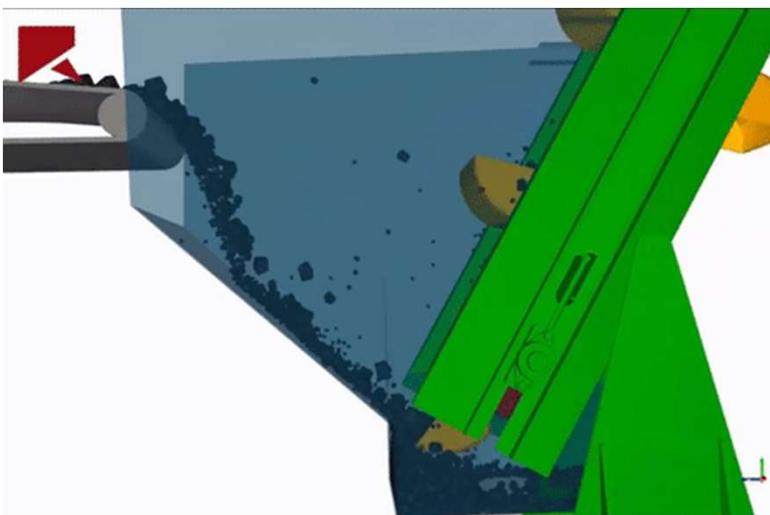
## Rosca varredora



MODELO	CAPACIDADE NOMINAL ROSCA	DIAMETRO/PASSO HELICOIDE (M)	POTENCIA DIMENSIONADA (CV)	COMPRIMENTO ROSCA (MM)
RV-SL-18	60	300	7,50	2520
RV-SL-21	60	300	7,50	2975
RV-SL-24	60	300	7,50	3430
RV-SL-27	60	300	7,50	3885
RV-SL-30	60	300	7,50	4340
RV-SL-33	60	300	7,50	4795
RV-SL-36	60	300	7,50	5245
RV-SL-42	120	350	20,00	6155
RV-SL-48	120	350	20,00	7065
RV-SL-54	120	350	20,00	7975
RV-SL-60	120	350	25,00	8855
RV-SL-72	120	350	25,00	10675
RV-SL-90	120	350	30,00	13405
RV-SL-108	120	350	40,00	16130

# ELEVADOR DE CANECA

- ❑ ELEVADORES DE DESCARGA CENTRÍFUGA
- ❑ CONJUNTO DE CANECAS FIXADAS SOBRE CORREIAS OU CORRENTES VERTICais OU DE GRANDE INCLINAÇÃO;
- ❑ AS CANECAS MOVIMENTAM-SE GERALMENTE NO INTERIOR DE CAIXAS DE MADEIRA OU DE AÇO.
- ❑ A ALTURA DE ELEVAÇÃO PODE CHEGAR A 100 m.
- ❑ CAPACIDADE MODERADA, ATÉ 50 OU 200 t/h
- ❑ MATERIAL ADERENTE (CANECAS CHATAS)
- ❑ MATERIAIS PESADOS/GROSSOS (CANECAS FECHADAS).



# ELEVADOR DE CANECA

## DIMENSIONAMENTO

Definir a velocidade de transporte

Calcular geometria das canecas

Potência Consumida

*Tabela IV-17*

Material	Velocidade (m/min)
coque	30
pedra partida	38
carvão bruto	38
cinzas	45
cal e cimento	45
minérios (média)	53
pedra britada	53
areia e pedregulho	53
carvão fino	60

*Tabela IV-18*

Tipo de elevador	Velocidade recomendada (m/min)
Centrifugo	65 a 90
Contínuo	38 a 45

# ELEVADOR DE CANECA

## DIMENSIONAMENTO

Definir a velocidade de transporte

Calcular geometria das canecas

Potência Consumida

**1) Dimensões:** Relacionada à capacidade.

$$C = \frac{0,0035 \cdot l_c w^2 V \rho}{d}$$

$$Q = \frac{0,0035 \cdot l_c w^2 V}{d}$$

C é a capacidade (t/h)

Q é a capacidade volumétrica (m<sup>3</sup>/h)

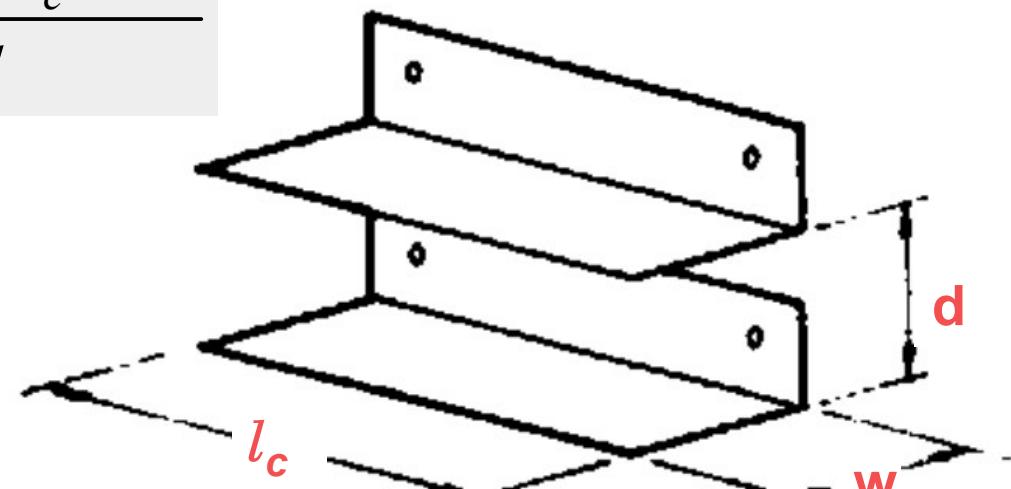
V é velocidade (m/min)

*l<sub>c</sub>* é o comprimento da caneca (cm)

w é largura da caneca (cm)

d é a distância entre canecas (30, 40 ou 45 cm)

*ρ* é a densidade aparente (t/m<sup>3</sup>)



# ELEVADOR DE CANECA

## DIMENSIONAMENTO

Definir a velocidade de transporte

Calcular geometria das canecas

Potência Consumida

ii) Dimensões: Fig. IV-28

Com a capacidade C, densidade e a velocidade, determina-se a secção transversal do duto de elevação (S).

$$S = \frac{190C}{V\rho}$$

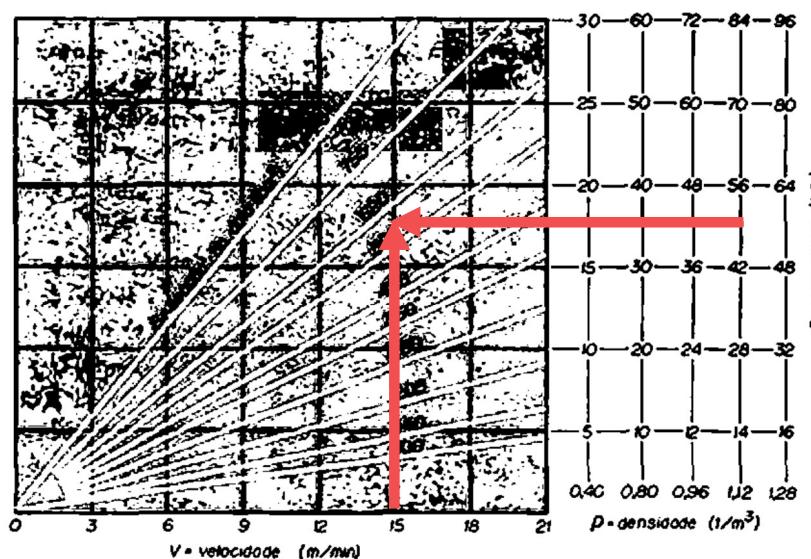


Fig. IV.28 – Carta para dimensionar elevadores de escoamento contínuo.

Ex: 50 t/h de material, densidade 1,12t/m<sup>3</sup>, transportado a V=15 m/min.  
O duto recomendado será de 620cm<sup>2</sup>

Perry (Vertical):

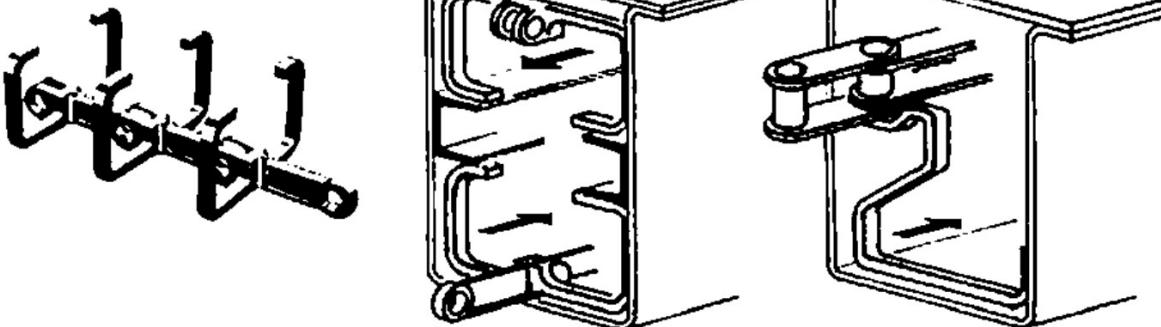
$$P = \frac{CH}{152}$$

P é a potência [HP]  
C é a capacidade (t/h)  
H é a elevação [m]

# ELEVADOR DE CALHA

- SIMPLES E DE BAIXO CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO, MAS ALTO CUSTO DE MANUTENÇÃO E GASTO ENERGÉTICO
- PREFERENCIALMENTE PARA TRANSPORTE CURTO E INCLINADO;
- DENTRO DA CALHA MOVIMENTAM-SE RASPADEIRAS (PRESAS POR CORRENTES) QUE LEVAM O MATERIAL.
- VELOCIDADE USUAL DE TRANSPORTE: 30 M/MIN
- O TIPO ESQUELETO É USADO QUANDO AS PARTÍCULAS SE TRAVAM MUTUAMENTE

Tipo esqueleto



Cablevey conveyor



# ELEVADOR DE CALHA

## DIMENSIONAMENTO

Calcular inclinação

Definir geometria da raspadeira (altura, largura, área, distância entre raspadeiras)

Definir velocidade de transporte e tempo de transporte

Potência Consumida

p – fração da capacidade máxima para transporte inclinado

Tabela IV-13

$\alpha$  = ângulo de inclinação com a horizontal

p = fração da capacidade máxima

20°

0,77

30°

0,55

40°

0,33

Método 1

D usual:  
30, 40, 50  
ou 60 cm

Método 2

$$S = \frac{4,4CD}{\rho Vp}$$

Tabela IV-12

PARA MATERIAIS DE DENSIDADE 0,8 t/m<sup>3</sup>

Dimensões das raspadeiras altura x largura (cm)

P = peso nominal por compartimento (kg)

10 x 25

7

10 x 30

9

12 x 30

11

12 x 40

14

15 x 45

19

20 x 45

27

20 x 50

32

20 x 60

41

25 x 60

52

# ELEVADOR DE CALHA

## DIMENSIONAMENTO – Método 1

Calcular inclinação

Definir geometria da raspadeira (altura, largura, área, distância entre raspadeiras)

Definir velocidade de transporte e tempo de transporte

Potência Consumida

Tempo de transporte:

$$t = \frac{L}{60V}$$

Número de compartimentos:

$$N_c = \frac{L}{D}$$

Peso de sólidos no transportador:

$$M = \frac{1000CL}{60V}$$

Peso real /compartimento:

$$M_{1C} = \frac{1000CD}{60V}$$

Peso nominal/compartimento:

$$P_N = \frac{13,33CD}{\rho Vp}$$

Velocidades econômicas de transporte

Tabela IV-14

Material	V (m/min)
pedra partida	38
coque	30
carvão	38
cinzas	45
cal e cimento	45
minérios	53
pedra, areia e pedregulho	53
carvão fino	60

Liddel:

$$P_{instalada} = x1,2$$

$$P = \frac{KCL + CH}{300}$$

P é a potência [HP]

C é a capacidade (t/h)

H é a elevação [m]

L é p comprimento

K é 0,78 (raspadeiras em roldanas) e 0,933 (raspadeiras em sapatas)

# Atividades da Aula 16

## Empresa

- Baixar catálogos de diferentes tipos transportadores mecânicos industriais
- Selecionar vídeos de diferentes transportadores mecânicos e colocar no site da empresa.
- Pesquisar possível tema para projeto orientado de transportadores mecânicos

