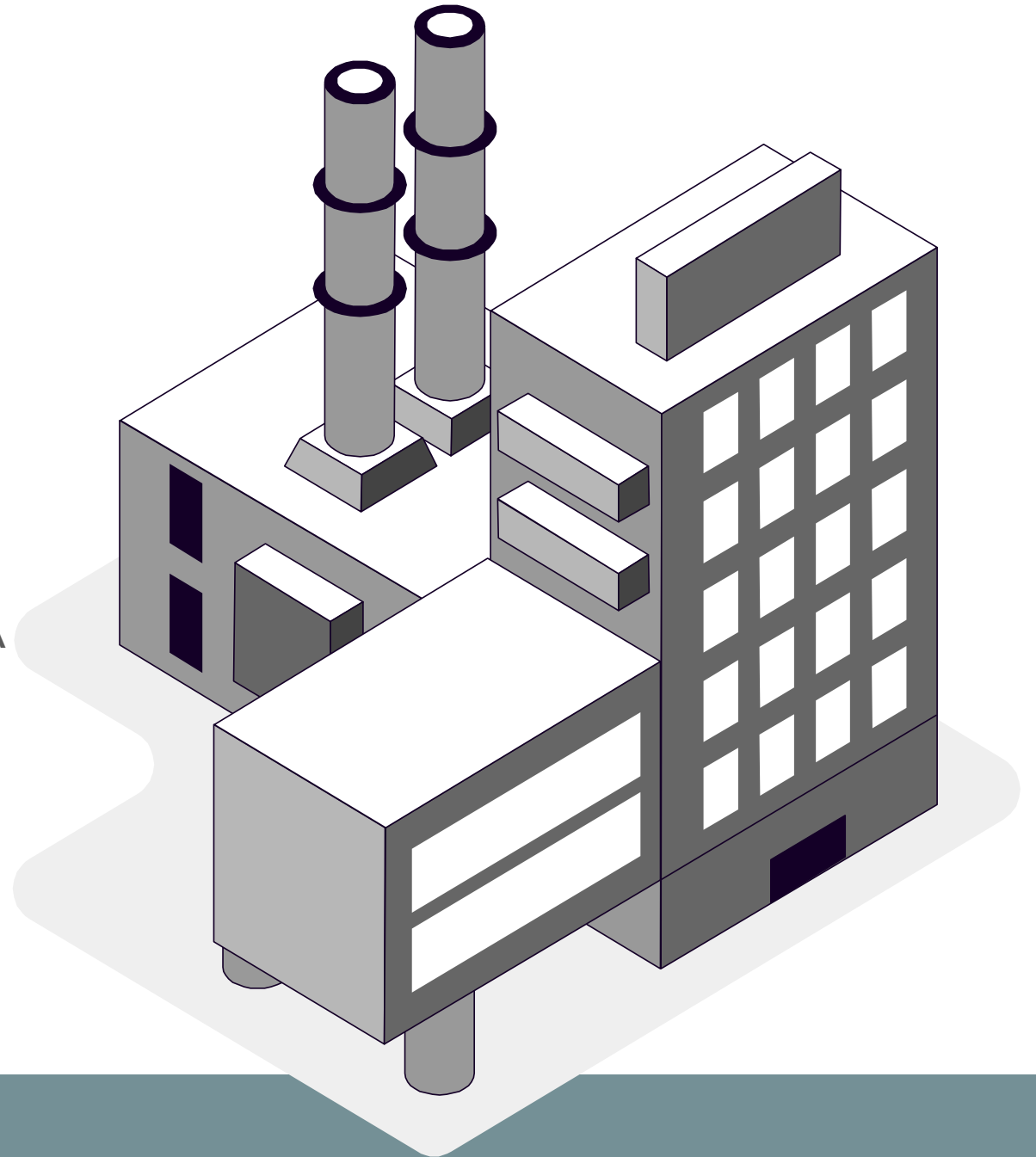


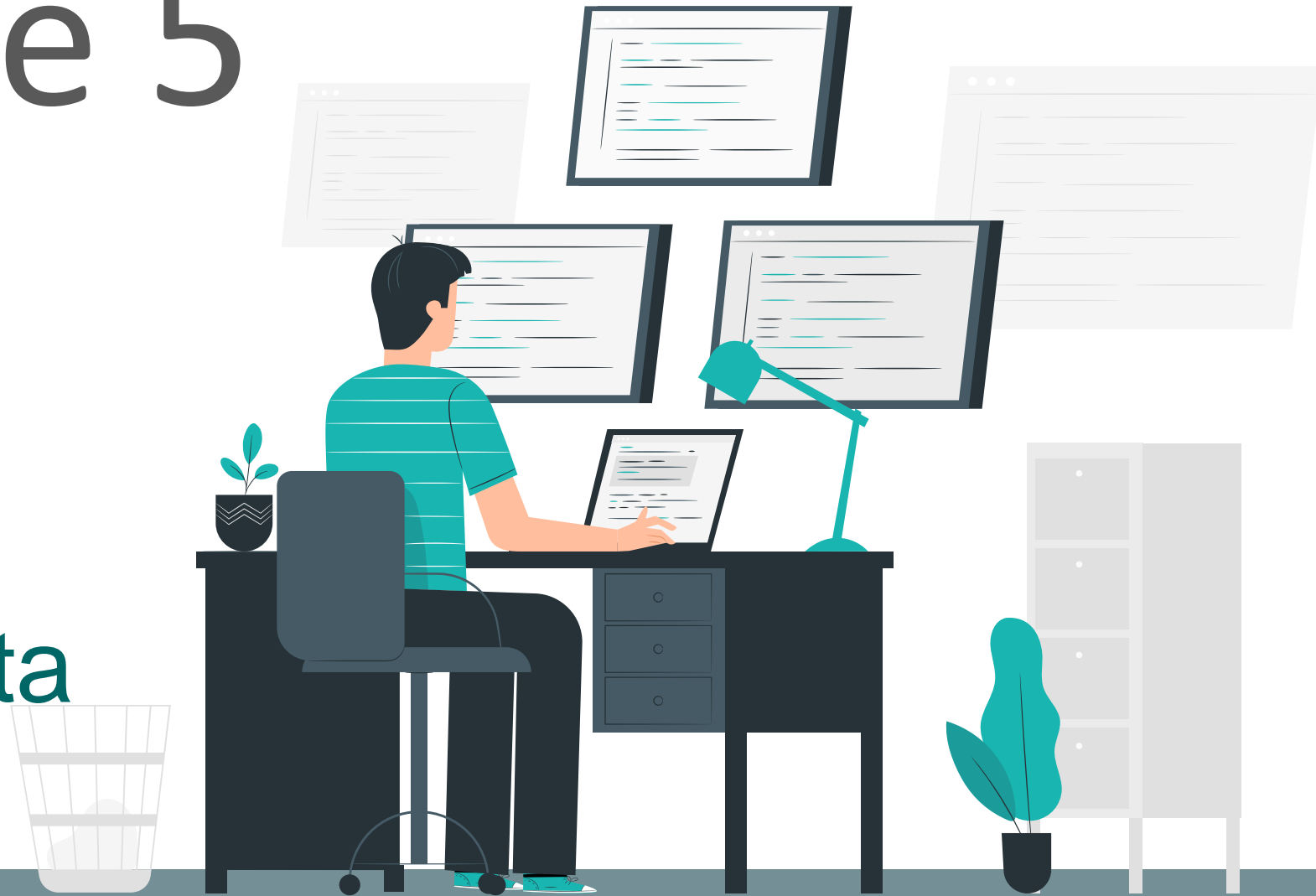
OPERAÇÕES UNITÁRIAS III

PROFª KASSIA G SANTOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
UFTM



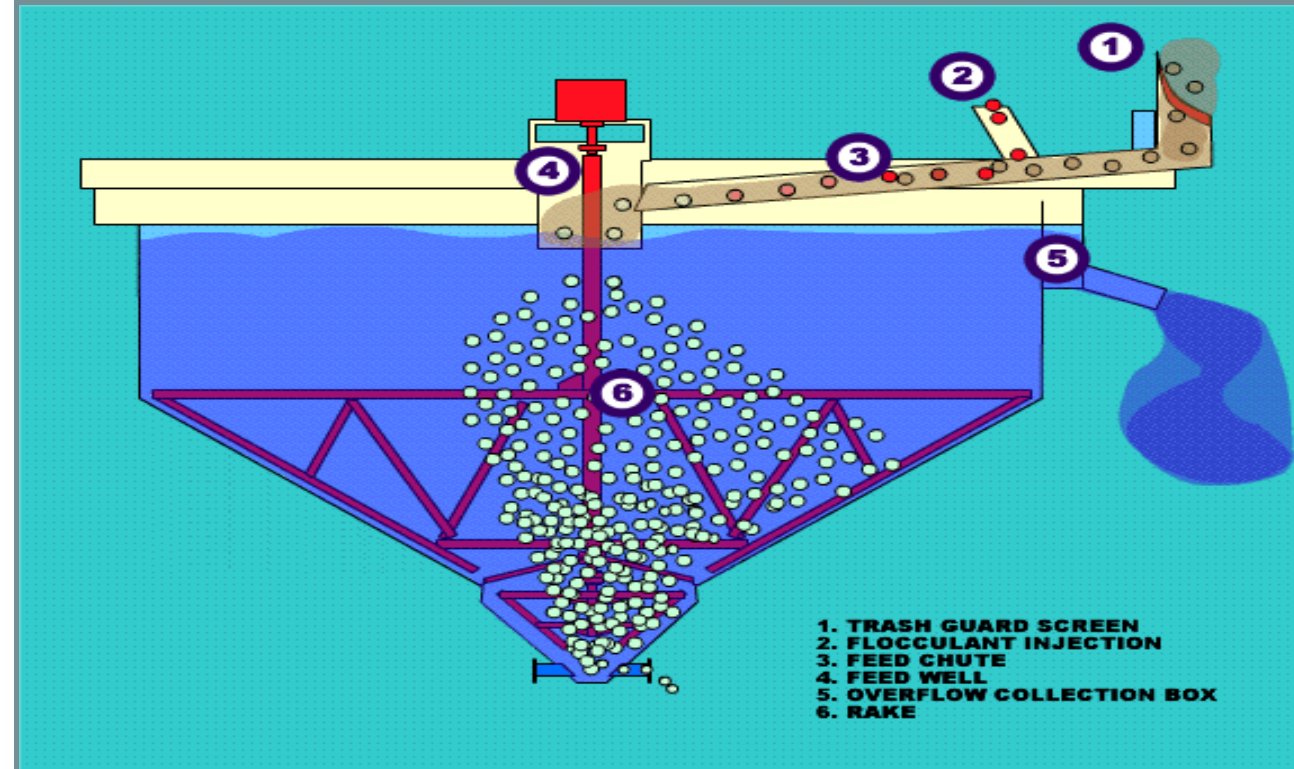
AULAS 4 e 5

Sedimentação
Industrial:
Teste de Proveta



SEDIMENTAÇÃO

Processo de separação sólido-líquido promovido pela ação do campo gravitacional atuando sobre a suspensão, que possui constituintes com diferentes densidades.

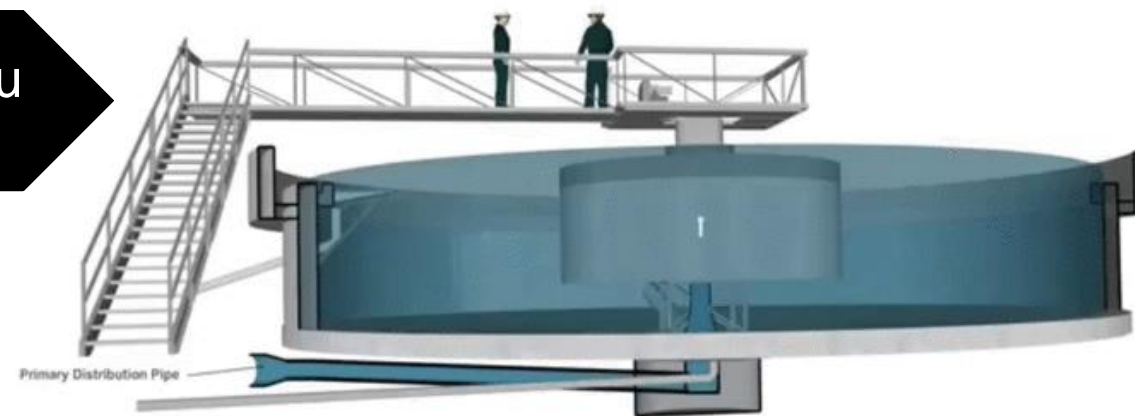


SEDIMENTAÇÃO

Equipamento
simples

Trabalha com
altas
capacidades (Q)

Batelada ou
contínuo



Clarificação

- ☐ Fluido limpo é o objetivo
- ☐ Pode ser necessário adicionar floculantes para remoção de sólidos finos.
- ☐ Exemplo: tratamento de água e rejeitos industriais.

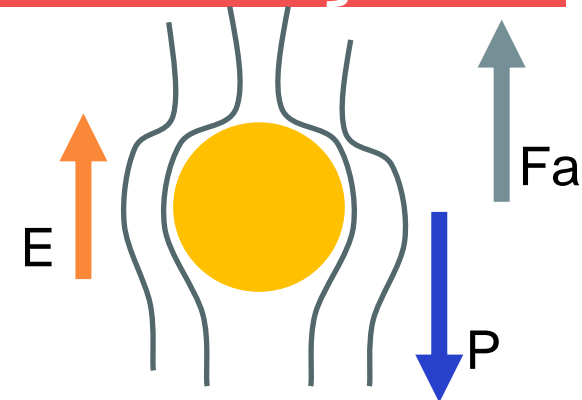
Espessamento

- ☐ Recuperação de sólidos;
- ☐ Adequar as concentrações a um processo subsequente;
- ☐ Facilitar transporte e descarte;
- ☐ Exemplo: processos de lixiviação, mineração, metalúrgicos, etc.

FATORES QUE AFETAM A SEDIMENTAÇÃO

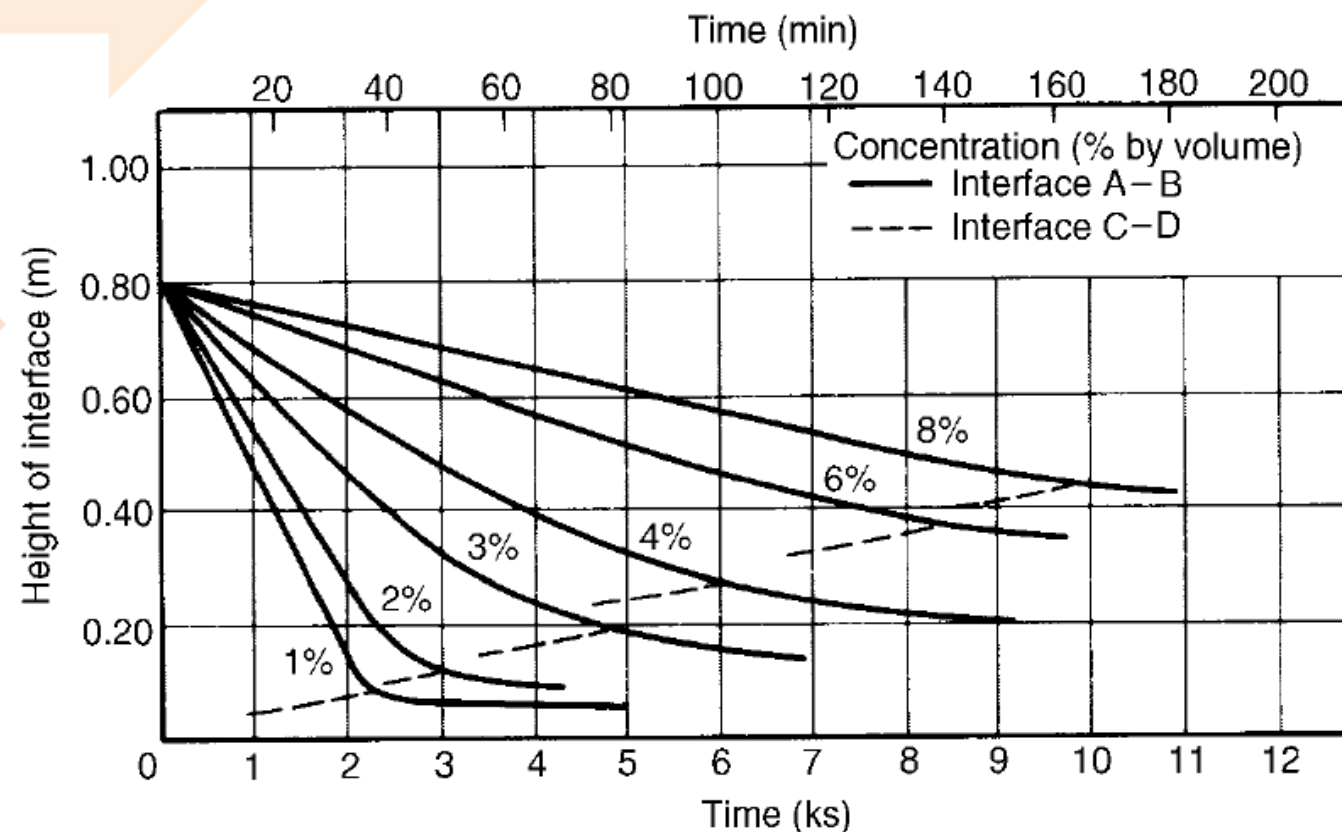
Natureza dos sólidos

- tamanho ($\uparrow dp \downarrow t$)
- forma ($\uparrow \phi \downarrow t$),
- densidade ($\uparrow \rho_p \downarrow t$)
- propriedades químicas



Concentração de Sólidos

- $\uparrow C_v \uparrow t$



SEDIMENTAÇÃO BATELADA

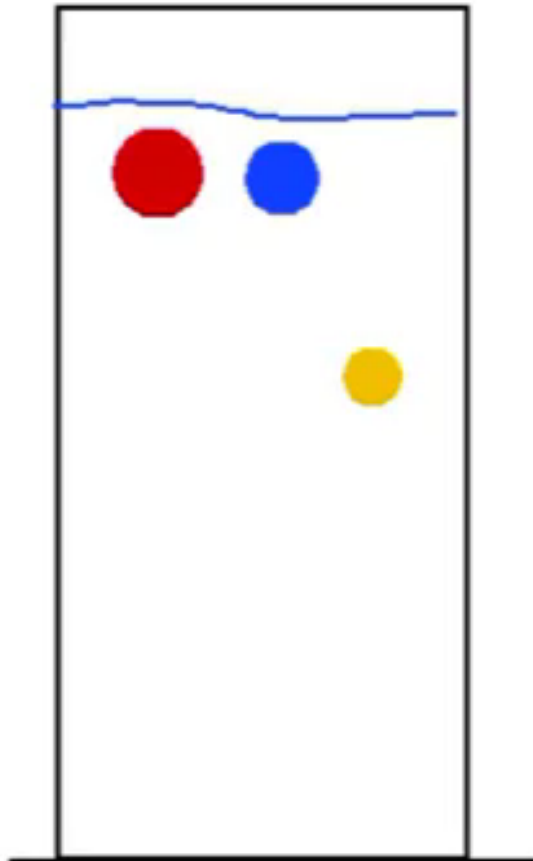
Teste de Proveta

Teste de proveta: acompanhamento da interface superior da suspensão com o tempo.

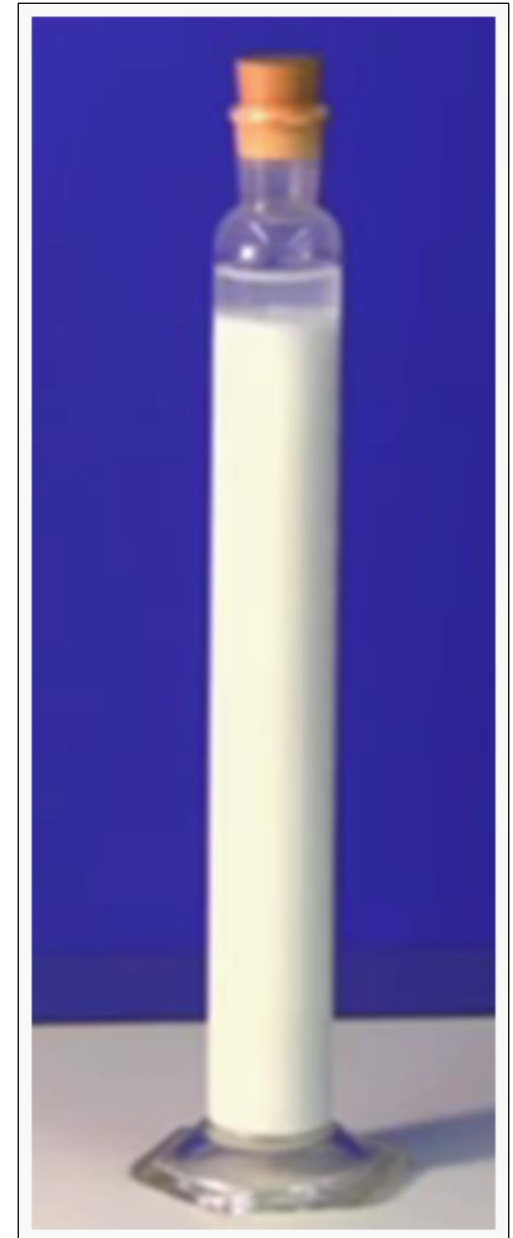
Teste de
proveta



Sedimentador
contínuo



Zonas de
Sedimentação



TESTE DE PROVETA

Hipóteses

1) Suspensão homogênea (C_v constante)

2) Formação das Zonas de sedimentação

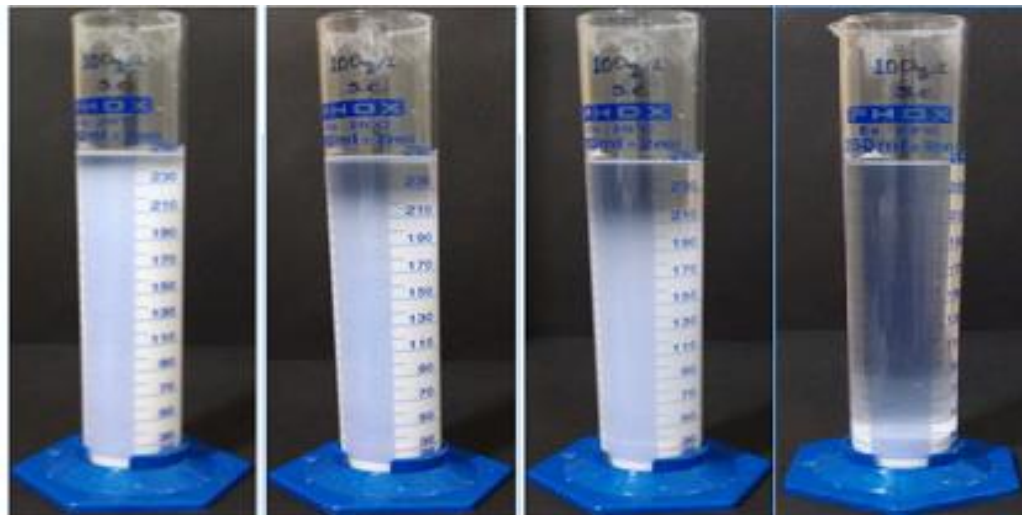
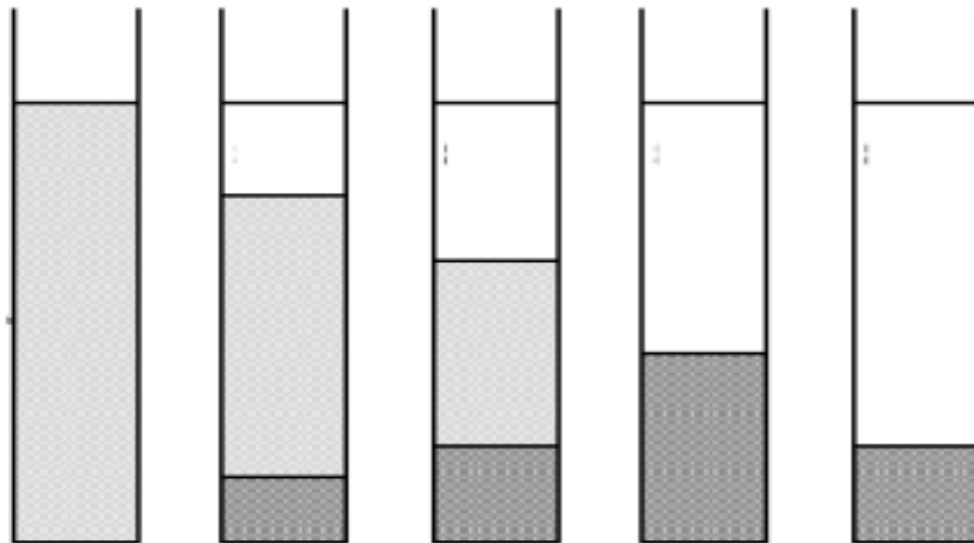
3) Alturas das Zonas A e D aumentam, Zona B desaparece

4) Compressão lenta dos sólidos, pequena variação na altura de D



SEDIMENTAÇÃO BATELADA

Teste de Proveta

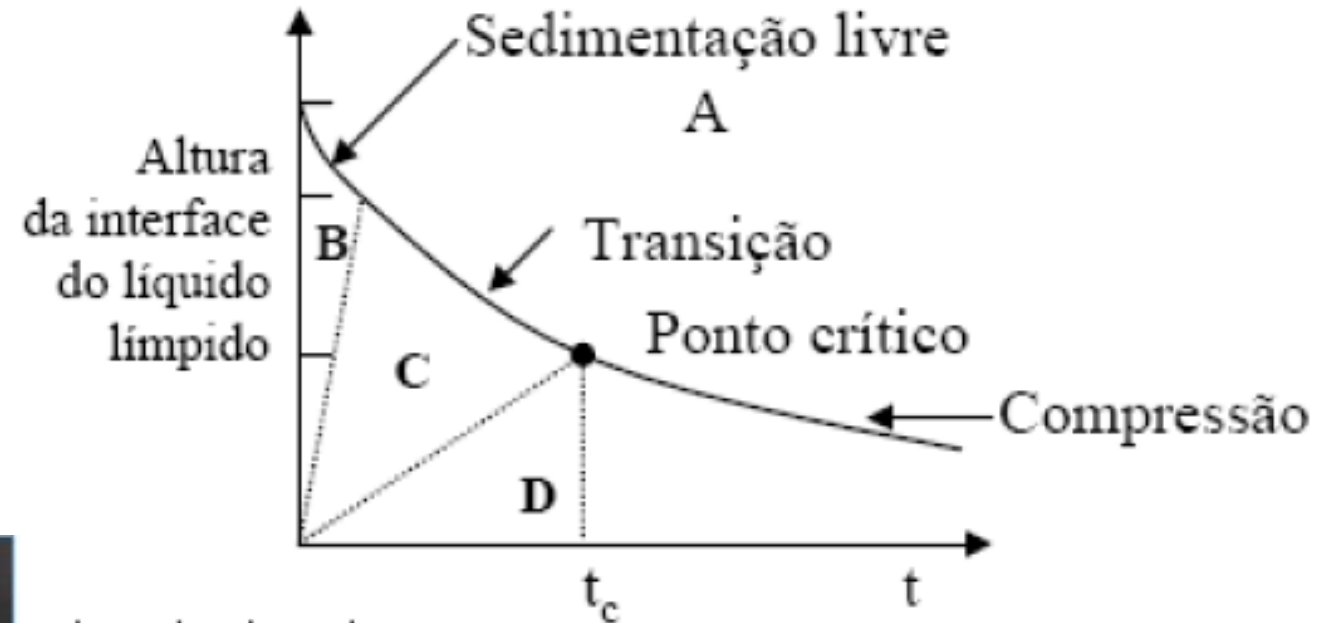


1 h

2 h

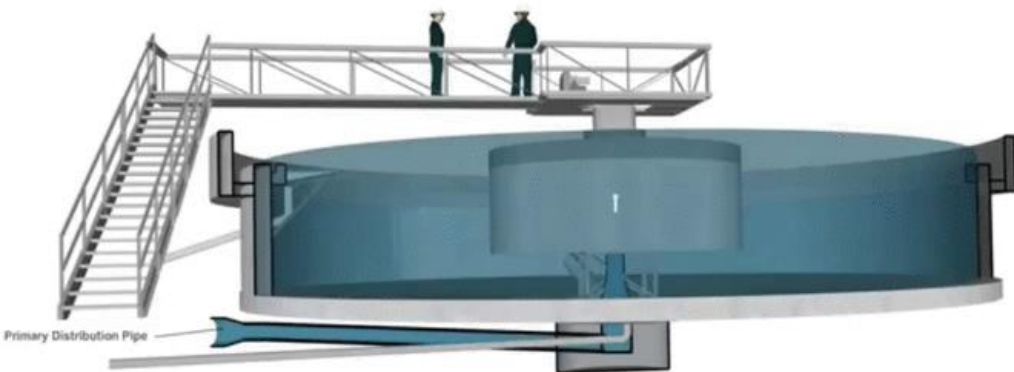
3 h

14 h



Ponto crítico se refere ao tempo e altura em que todas as partículas estão na região de compactação.

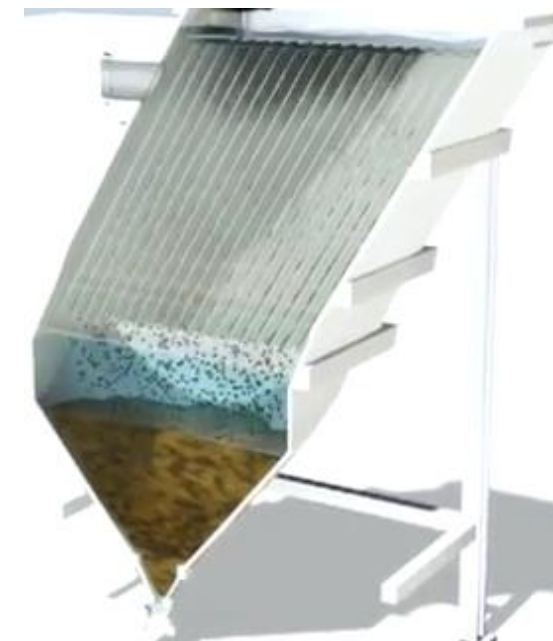
SEDIMENTADORES CONTÍNUOS



Área de Secção cilíndrica



Área de Secção retangular



Com paredes ou obstáculos

Área: controla o tempo de sedimentação dos sólidos. É importante na determinação da capacidade do equipamento.

Altura: não altera a taxa de sedimentação, nem C_L . É importante ter altura suficiente para que a sedimentação aconteça livremente.

SEDIMENTADORES CONTÍNUOS



SEDIMENTADORES CONTÍNUOS



SEDIMENTADORES CONTÍNUOS

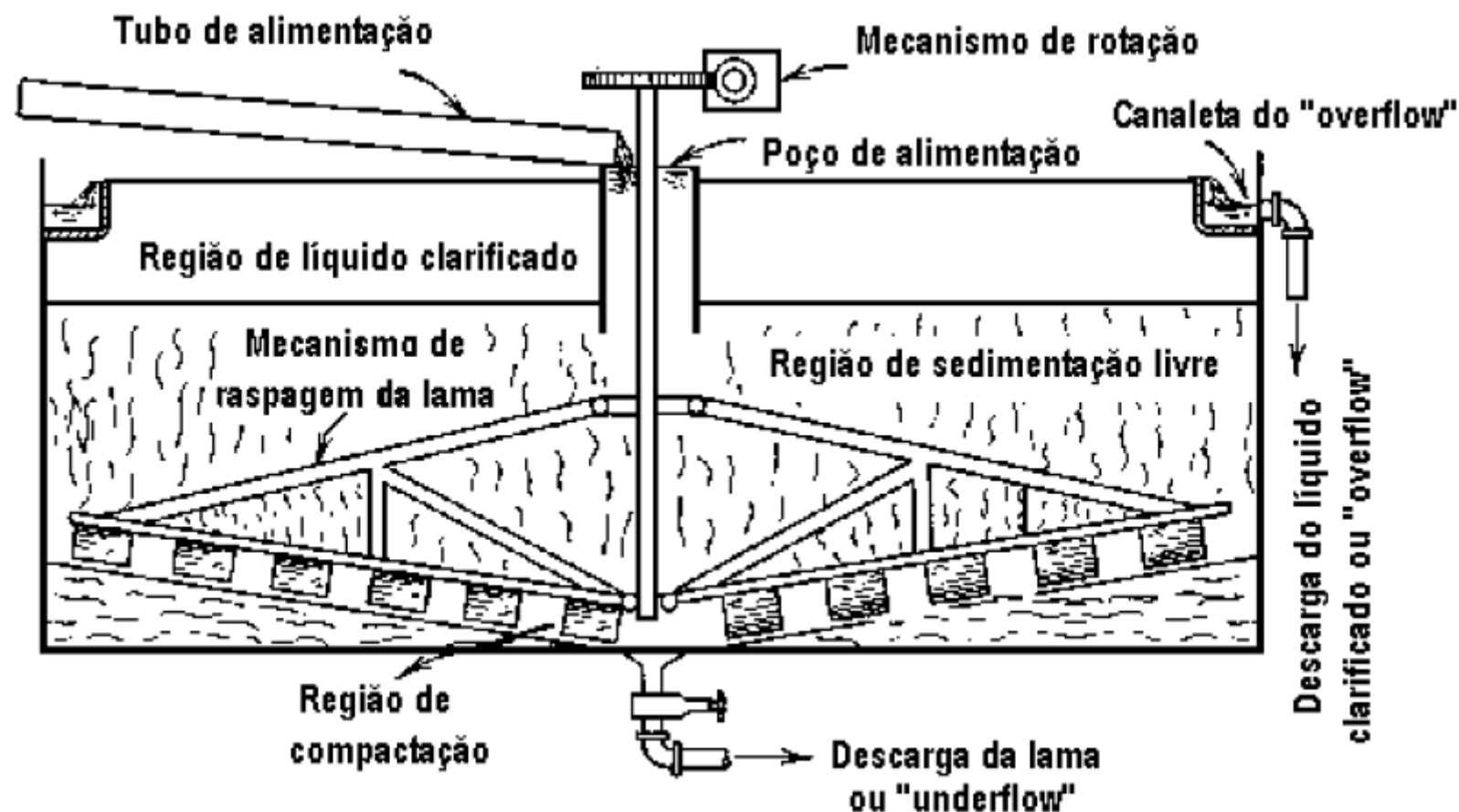


SEDIMENTADORES CONTÍNUOS

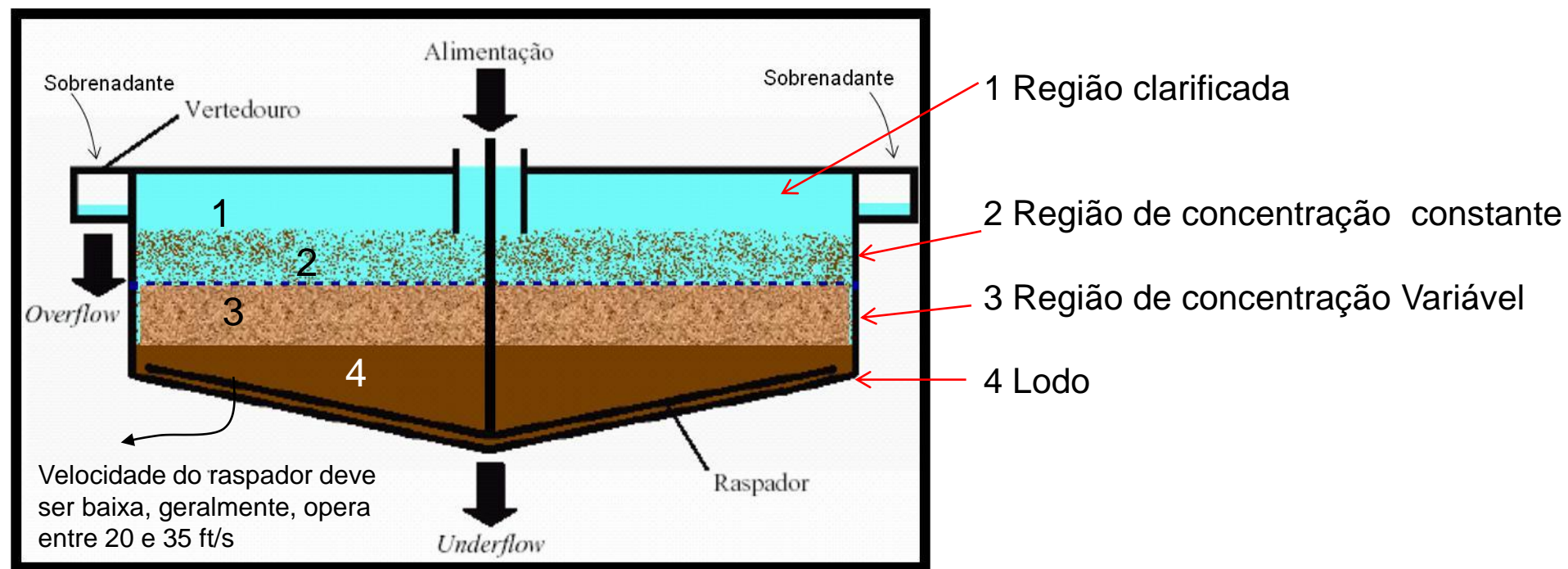


ESPESSADOR CONTÍNUO CONVENCIONAL

Tanque provido de um sistema de alimentação de suspensão e outro de retirada do espessado (raspadores), dispositivos para descarga do *overflow* e do *underflow*. É o *mais utilizado* industrialmente.



ESPESSADOR CONTÍNUO DORR OLIVER



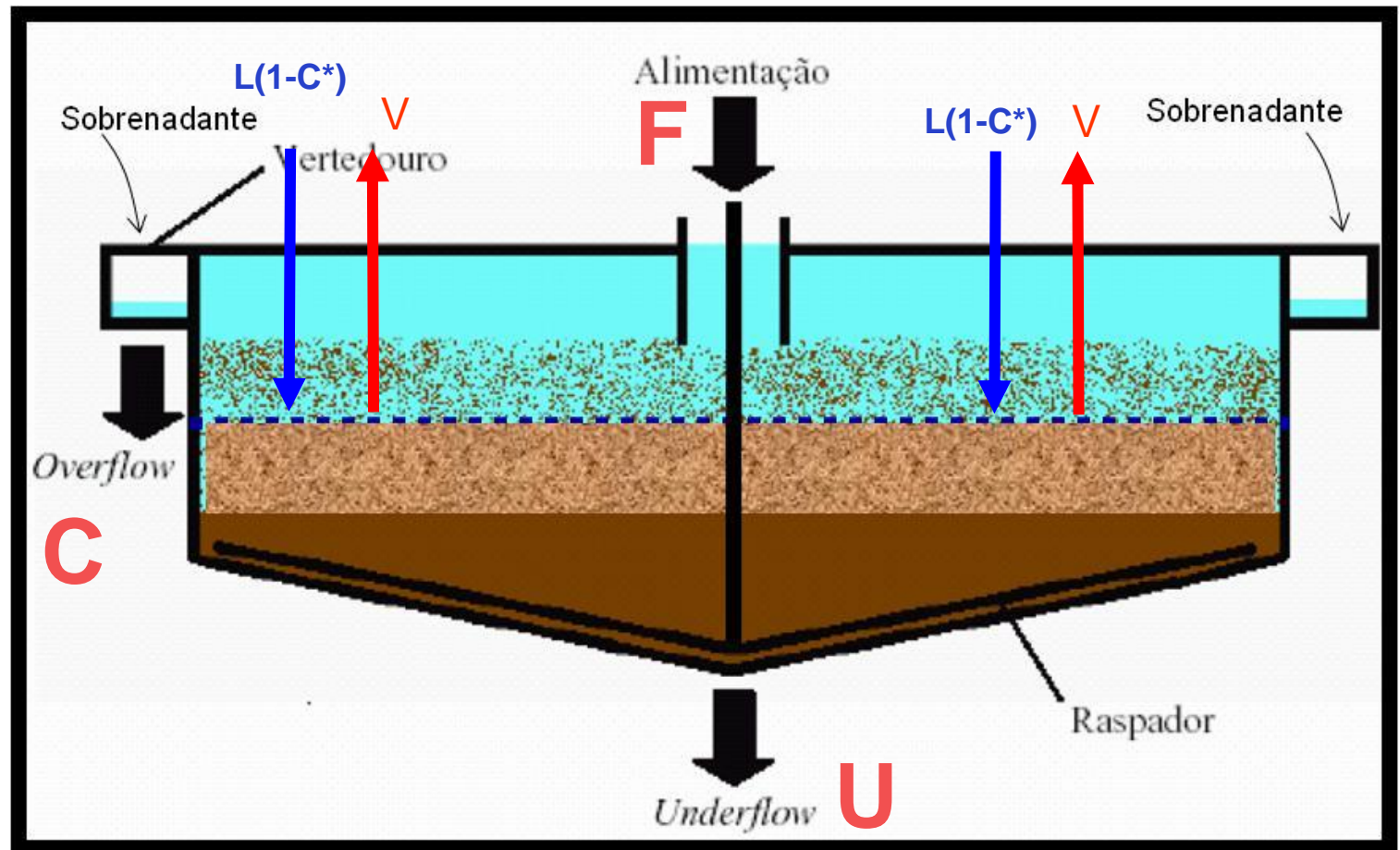
Sedimentador:

- ❑ tanque cilíndrico de grande diâmetro (concreto, aço (<100 ft), terra compactada ou cimento).
- ❑ alimentação é introduzida lentamente (mínimo de turbulência)
- ❑ um mecanismo de varredura, acionado externamente, conduz os sólidos depositados até o ponto de descarga
- ❑ possui um dispositivo para remover os sólidos concentrados e um outro para remoção do líquido clarificado.

- ❑ O funcionamento adequado de um espessador requer uma corrente de líquido clarificado isenta de sólidos.
- ❑ É necessário que a velocidade ascendente de líquido clarificado seja menor do que a velocidade de sedimentação dos sólidos, para que não ocorra o arraste dessas partículas.
- ❑ A capacidade do espessador é a medida do volume de suspensão que pode ser tratado por unidade de tempo, para a obtenção de um espessado com características pré-determinadas.
- ❑ Pra isso é necessário que o cálculo da capacidade seja feito para toda a faixa de concentrações de sólido existente dentro do espessador, desde a concentração de alimentação (C_a) até a concentração desejada da lama (L).
- ❑ O valor mínimo de capacidade é que deverá ser utilizado nos cálculos de projeto do espessador.

Nomenclatura

F= U+C



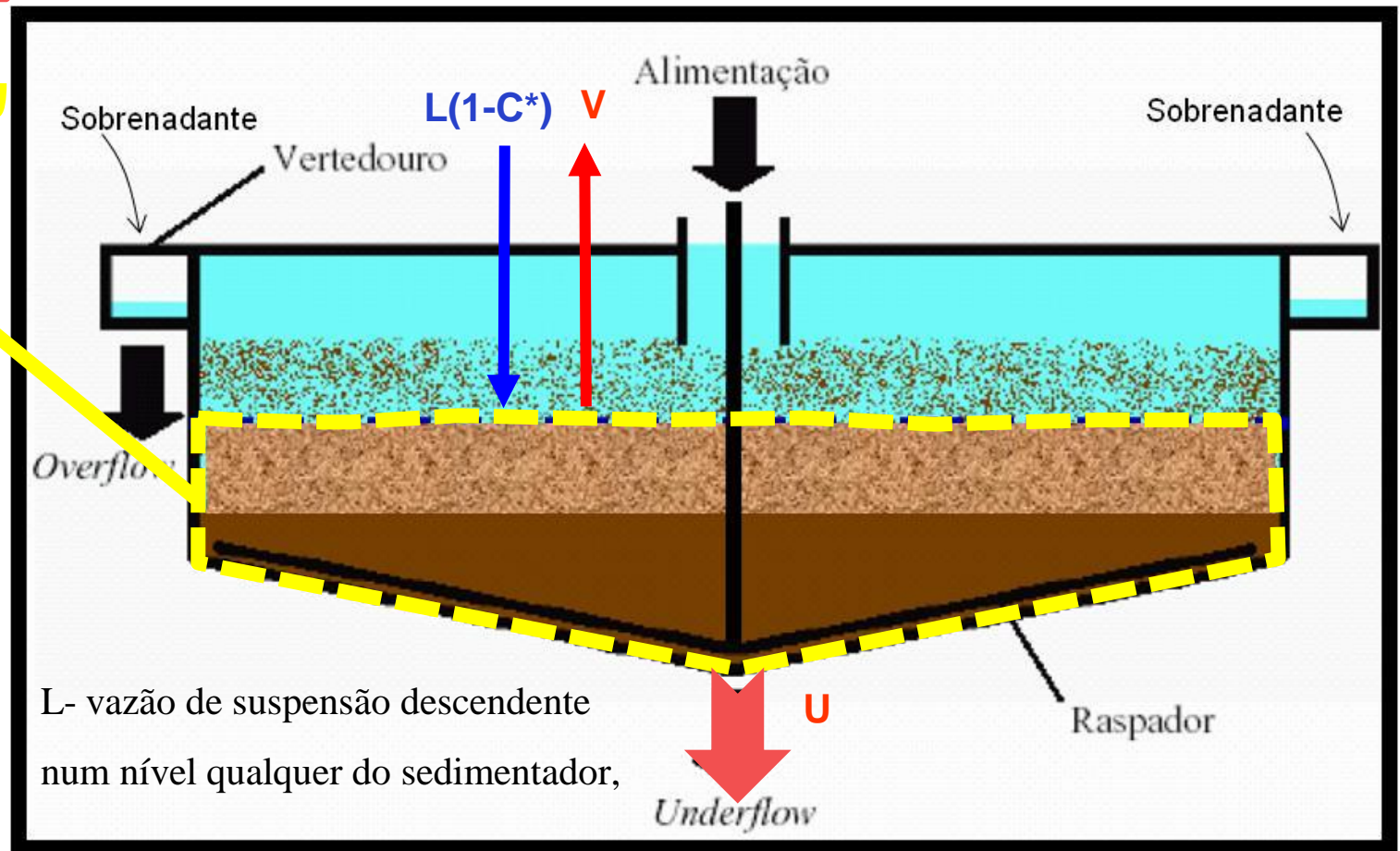
Balanco de massa de sólido: $m = \rho_s V_s$

$$\underbrace{\cancel{\rho_s} FC_a^*}_{\text{Alimentação}} = \underbrace{\cancel{\rho_s} LC^*}_{\text{Interior}} = \underbrace{\cancel{\rho_s} UC_L^*}_{\text{Underflow}}$$

$$\Rightarrow U = \frac{LC^*}{C_L^*}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} L = F \frac{C_a^*}{C^*} \\ U = F \frac{C_a^*}{C_L^*} \end{array} \right.$$

Só há saída de sólidos no underflow
(Concentração C^* são volumétricas)



Balanco de massa do líquido entre um nível qualquer e o fundo: $m=\rho V$

$$\underbrace{\rho_f L(1-C^*)}_{\text{Entrada no VC}} = \underbrace{\rho_f V}_{\text{Saída do VC}} + \underbrace{\rho_f U(1-C_L^*)}_{\text{Underflow}}$$

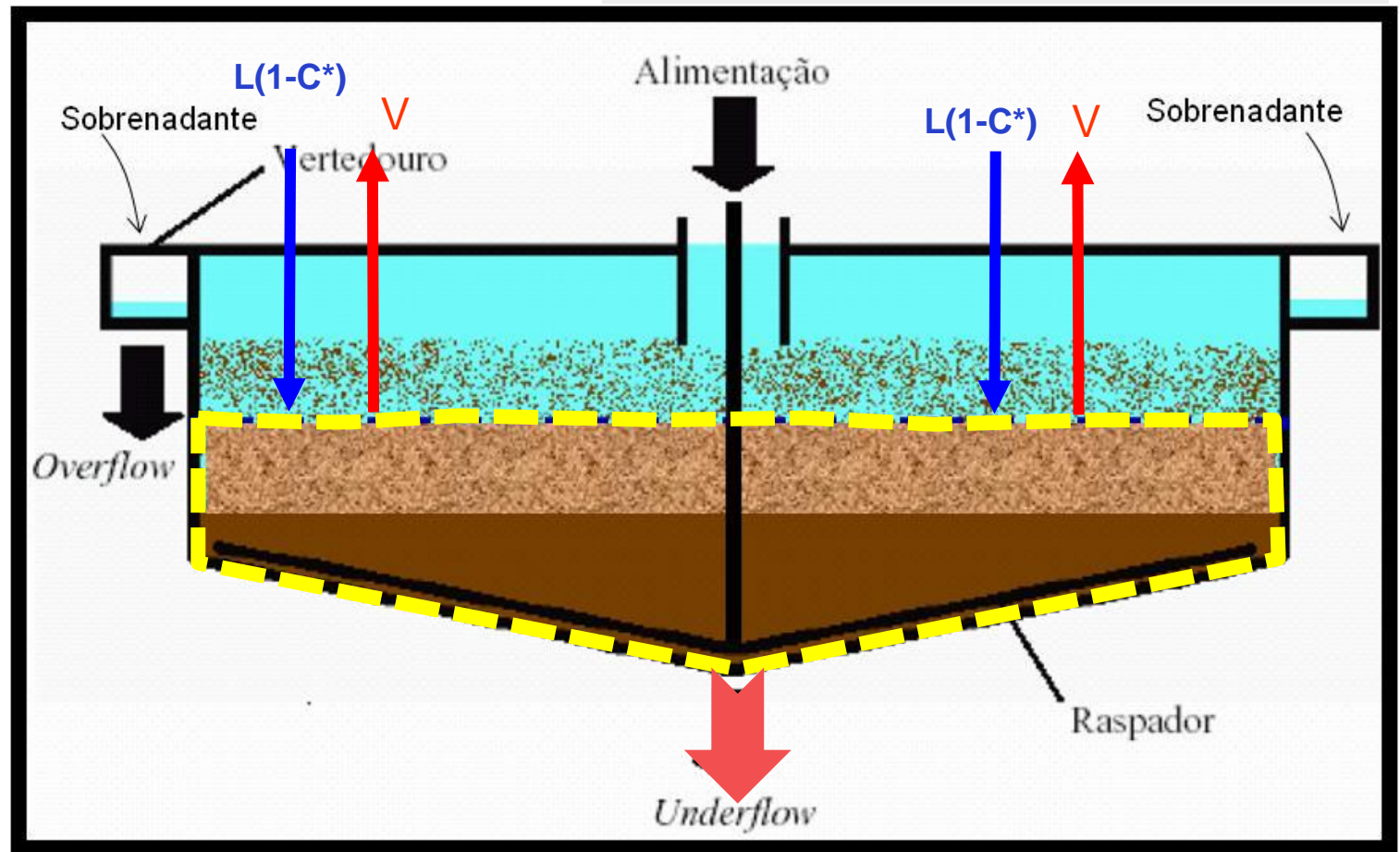
$$\Rightarrow U = \frac{LC^*}{C_L^*}; L = F \frac{C_a^*}{C^*}; U = F \frac{C_a^*}{C_L^*}$$

$$L(1-C^*) = V + \frac{LC^*}{C_L^*}(1-C_L^*)$$

$$\Rightarrow V = LC^* \left(\frac{1}{C^*} - \frac{1}{C_L^*} \right)$$

$$LC^* = FC_a^* \rightarrow V = FC_a^* \left(\frac{1}{C^*} - \frac{1}{C_L^*} \right)$$

$$\div A \Rightarrow \frac{V}{A} = \frac{FC_a^*}{A} \left(\frac{1}{C^*} - \frac{1}{C_L^*} \right) = v$$



Balanco de massa do líquido entre um nível qualquer e o fundo: $m=\rho V$

$$\frac{V}{A} = \frac{FC_a^*}{A} \left(\frac{1}{C^*} - \frac{1}{C_L^*} \right) = v$$

Mas $\frac{V}{A} = v \rightarrow$ velocidade do fluido

$$\frac{F}{A} = \frac{v}{C_a^* \left(\frac{1}{C^*} - \frac{1}{C_L^*} \right)}$$

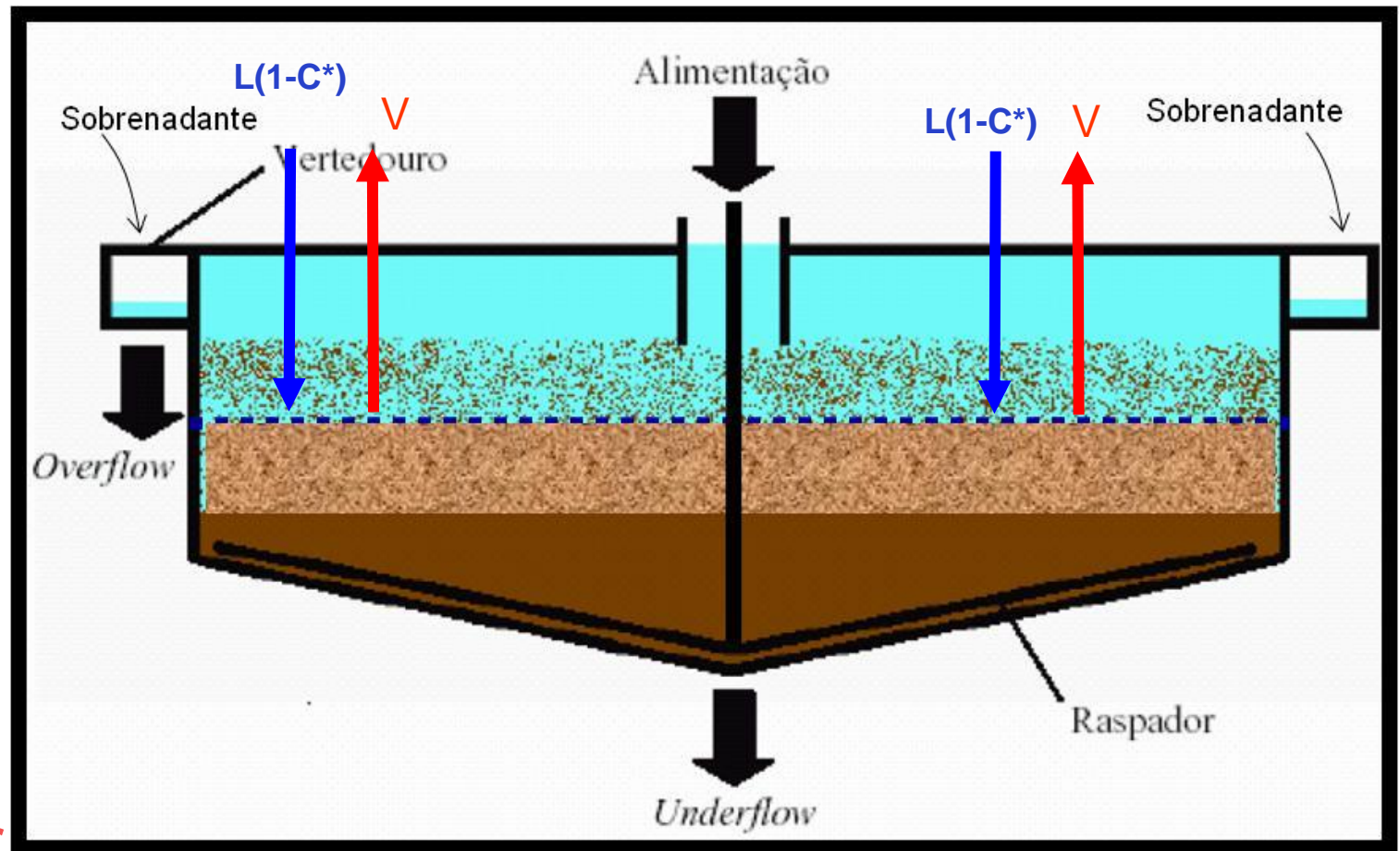
Concentração mássica:

massa de sólidos / volume suspensão

$$\rightarrow C = C^* \rho_s$$

$$\frac{F}{A} = \frac{1}{C_a} \frac{v}{\left(\frac{1}{C} - \frac{1}{C_L} \right)}$$

Equação de Projeto do Sedimentador

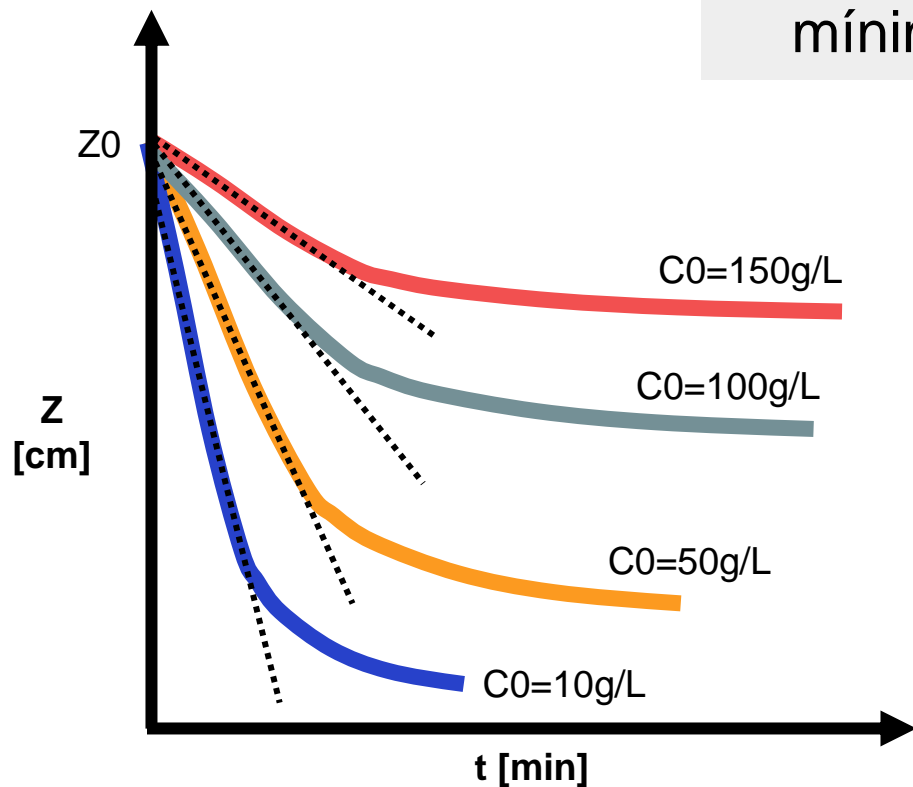


Cálculo da Área:

$$\frac{F}{A} = \frac{1}{C_a} \frac{v_0}{\left(\frac{1}{C_0} - \frac{1}{C_L} \right)}$$

Equação de Projeto do Sedimentador

- ❑ A relação (C)x(v) é estabelecida através vários testes de proveta, com diferentes C_0 , variando de C_a a C_L .
- ❑ Em cada teste é medida a velocidade de sedimentação livre (no início da sedimentação), que é relacionada com a respectiva concentração da suspensão.
- ❑ De posse dos diversos pares (v,C) pode-se calcular o valor mínimo de F/A na Eq. De projeto

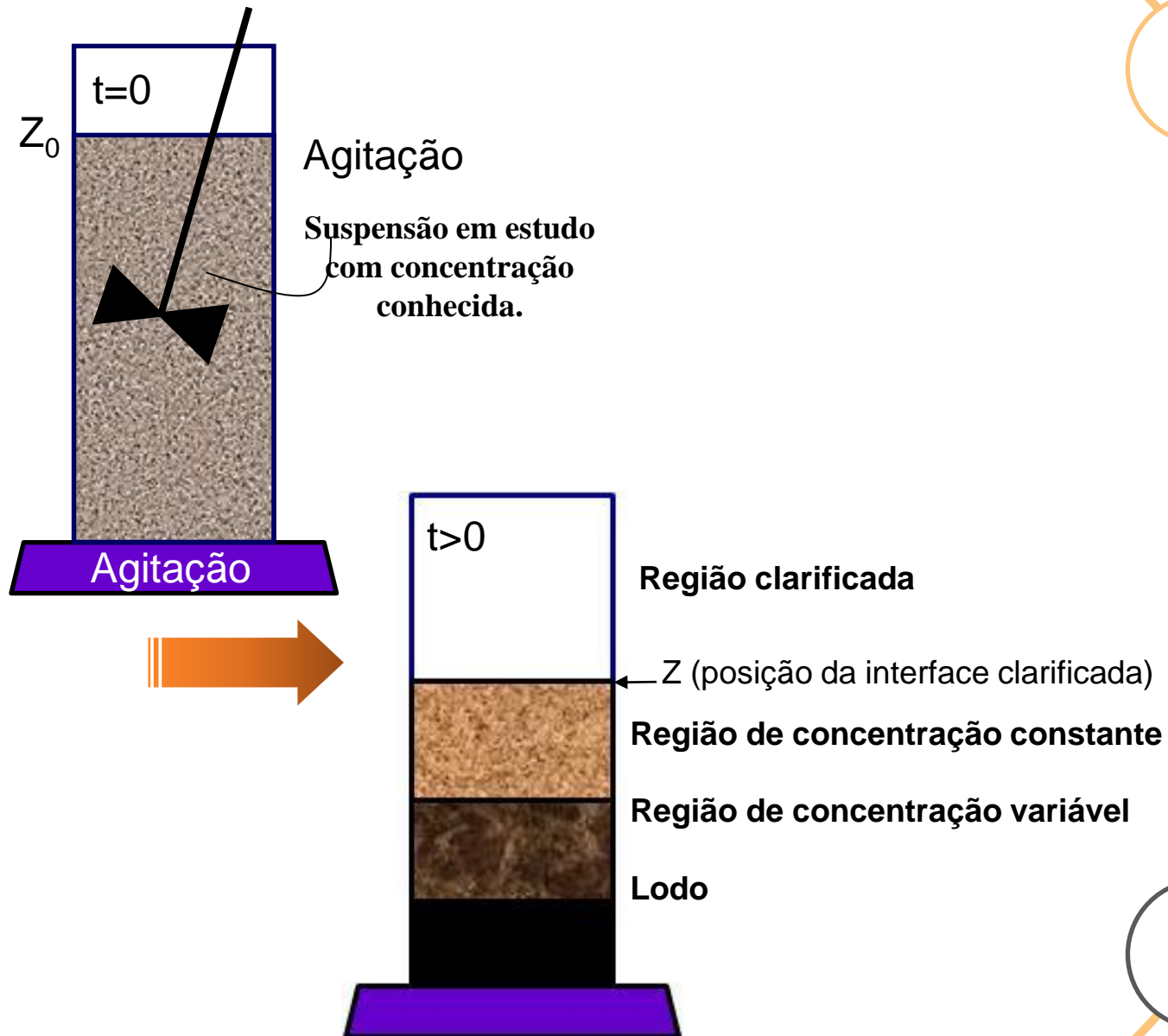


C_0 [g/L]	v_0 [cm/min]	F/A	A	D
10	30			
50	25			
100	10			
150	2			

Escolher a maior área,
para garantir que a
camada limitante irá
sedimentar

DIMENSIONAMENTO

Método de Kynch (1952)



C é uniforme ao longo da seção horizontal

Efeitos de parede desprezíveis

v não é influenciada por tamanho ou forma ou gradientes de C

v só depende da concentração local das partículas (C)

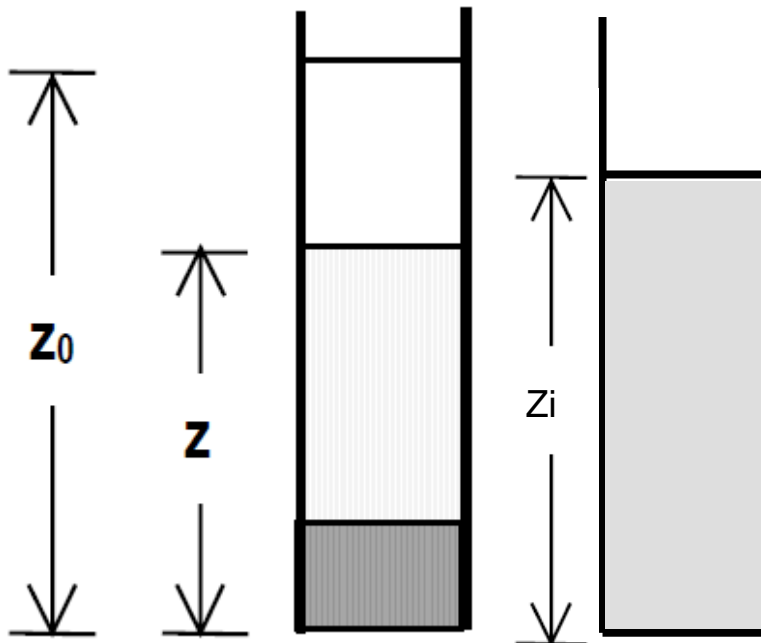
C_a da suspensão é uniforme

$v \rightarrow 0$ ao se aproximar da superfície da zona de compactação

Cálculo da Área:

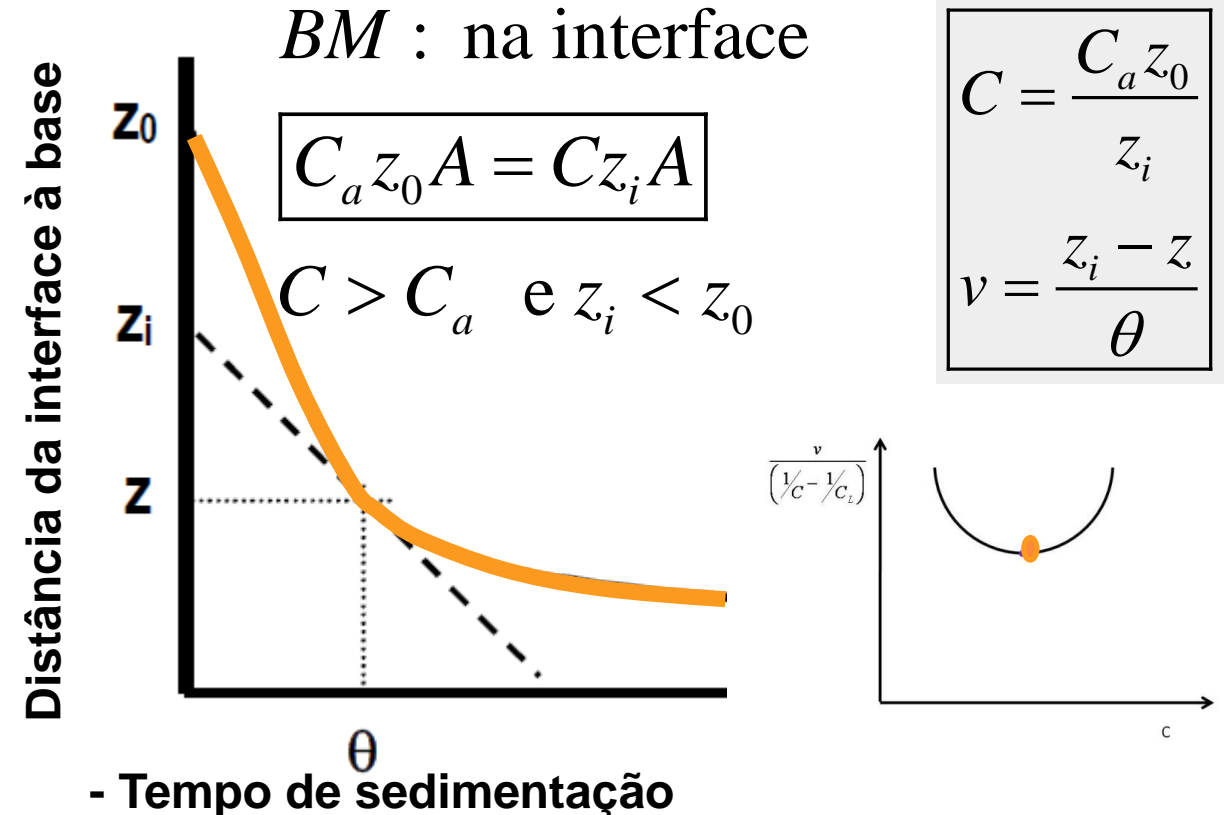
$$\frac{F}{A} = \frac{1}{C_a} \frac{v}{\left(\frac{1}{C} - \frac{1}{C_L} \right)}$$

Equação de Projeto do Sedimentador



z_i é altura que a suspensão ocuparia se tivesse a concentração homogênea C .

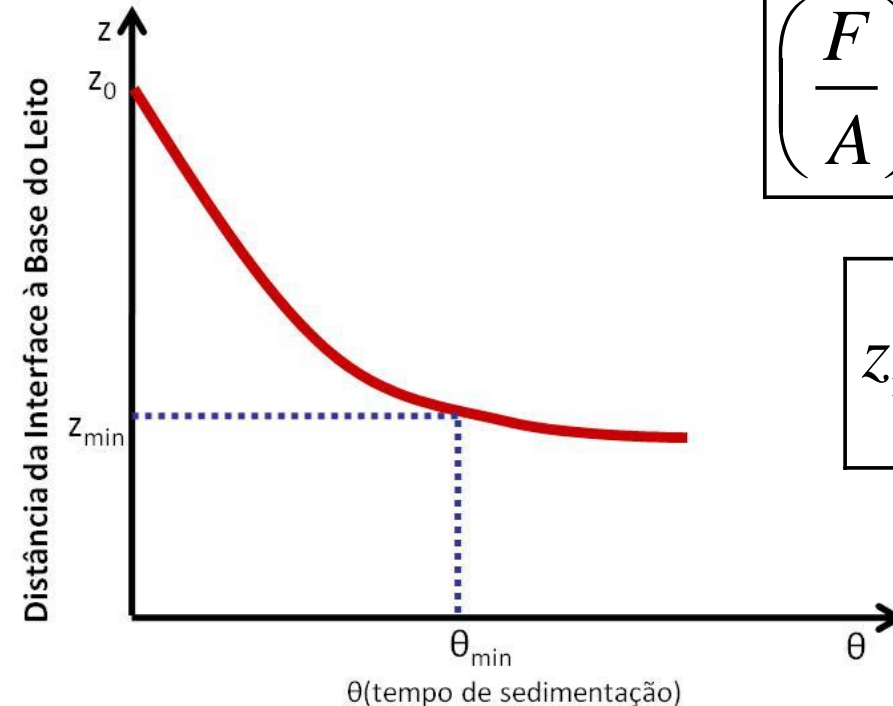
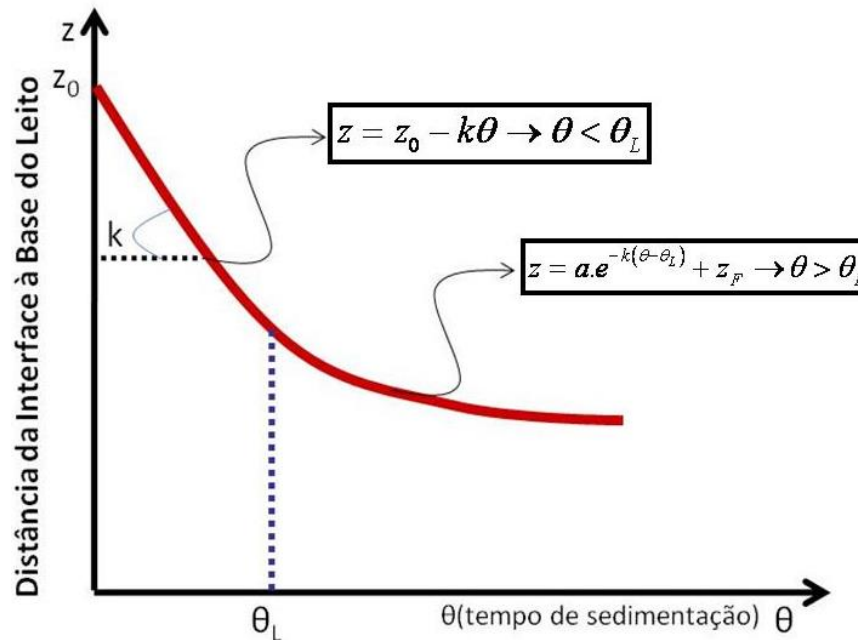
- ❑ A relação $(C) \times (v)$ é estabelecida através de 1 único ensaio de proveta, com a mesma C_a do equipamento industrial
- ❑ Calcular valores de A para $C_a \leq C \leq C_L$
- ❑ Projeto deve selecionar o maior valor de A obtido (ou menor capacidade F/A).



Cálculo da Área:

$$\left(\frac{F}{A}\right)_{\min} = \left(\frac{F}{A}\right)_{\min} = \frac{z_0}{\theta_{\min}}$$

- ❑ Utiliza 1 único ensaio de proveta, com a mesma C_a do equipamento industrial
- ❑ Divide a curva do teste de proveta em parte linear e parte exponencial
- ❑ Projeto deve calcular o menor F/A e usar um fator de segurança de $1,2 \times (F/A)_{\min}$.



$$\left(\frac{F}{A}\right)_{\min} = \frac{z_0}{\theta_{\min}}$$

$$z_{\min} = \frac{C_a z_0}{C_L}$$

DIMENSIONAMENTO

Cálculo da Altura

H1:

- Região Clarificada + região de Concentração constante.
- H1=0,45 a 0,75. Usualmente H1=0,6

H2

- Região cônica do fundo.
- H2=0,146*R

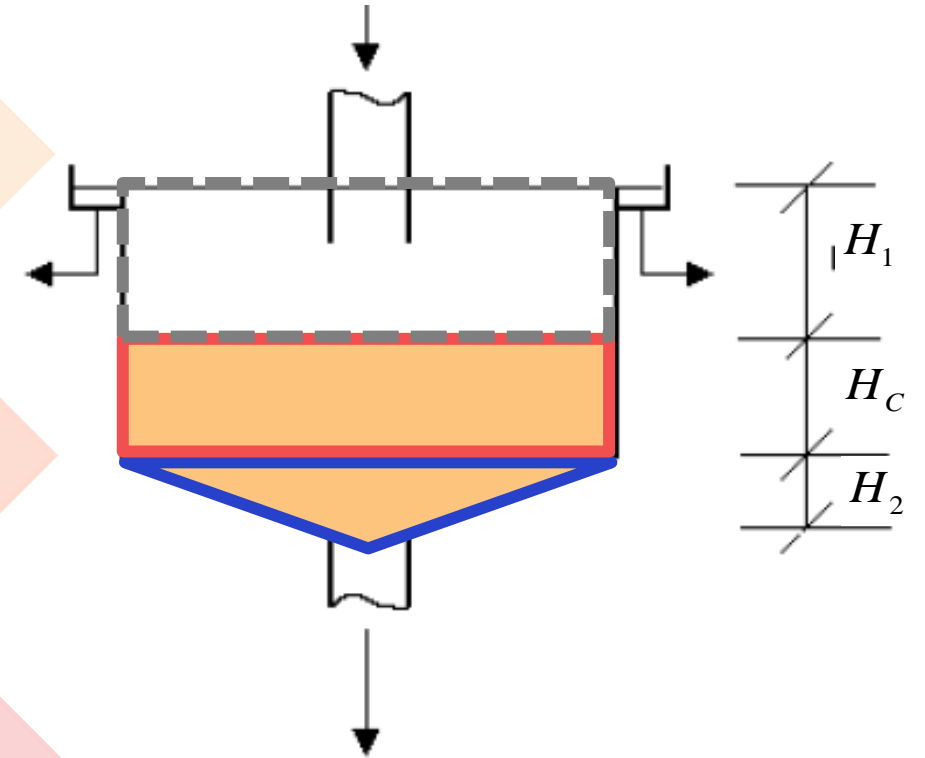
Hc

- Região de concentração variável e compactação. Usa-se a correlação de Orr.

H_T

$$H_c = \frac{4}{3} \frac{FC_a^* t}{A} \left[\frac{\rho_s - \rho}{\rho_L - \rho} \right]; \text{ mas } C_a^* = \frac{C_a}{\rho_s}$$

t - tempo de residência da região de compactação; ρ_s - densidade do sólido;
 ρ - densidade do líquido; ρ_L - densidade do lodo, C_a - Concentração mássica.

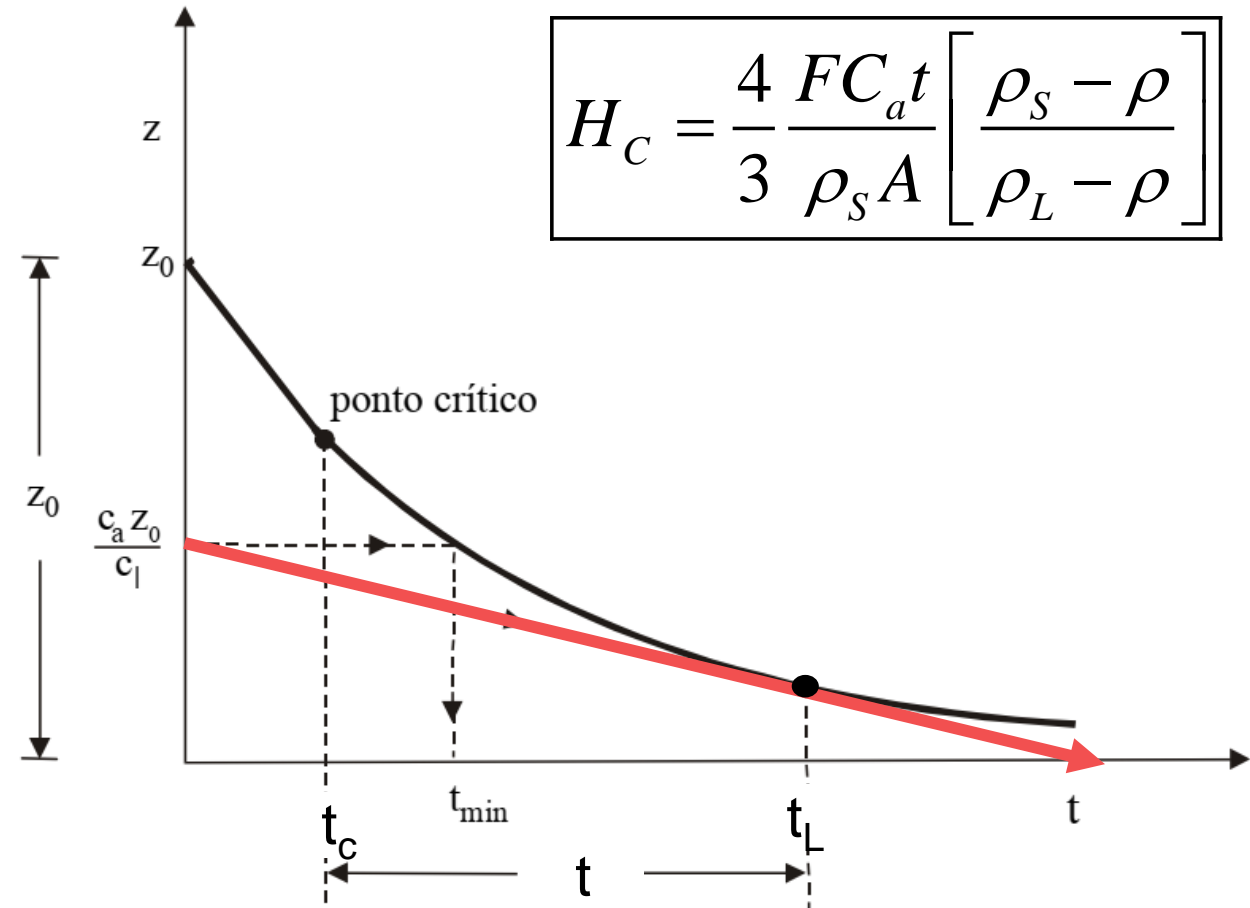


$$H_c = \frac{4}{3} \frac{FC_a t}{\rho_s A} \left[\frac{\rho_s - \rho}{\rho_L - \rho} \right]$$

□ Cálculo de t:

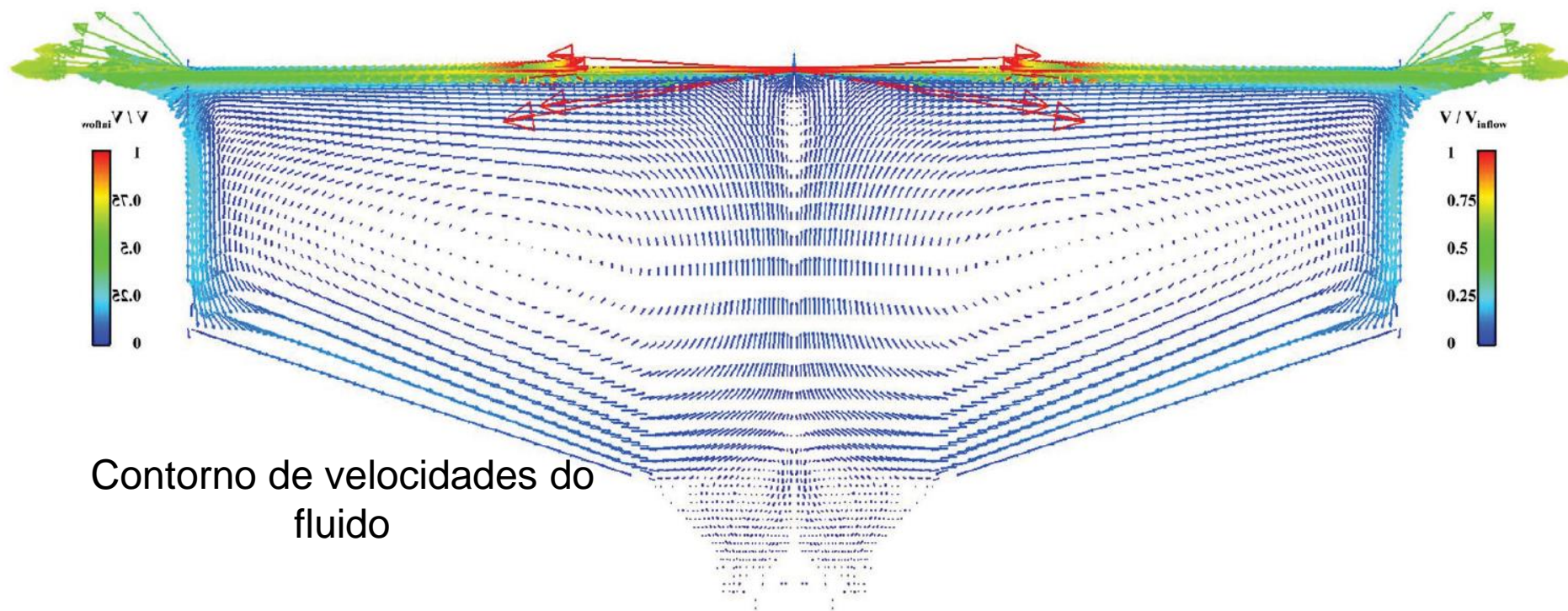
$$t = t_L - t_c$$

- t_c é o tempo em que a sedimentação deixa de ser livre (deixou de ser linear)
- t_L é o tempo para atingir a concentração do lodo C_L



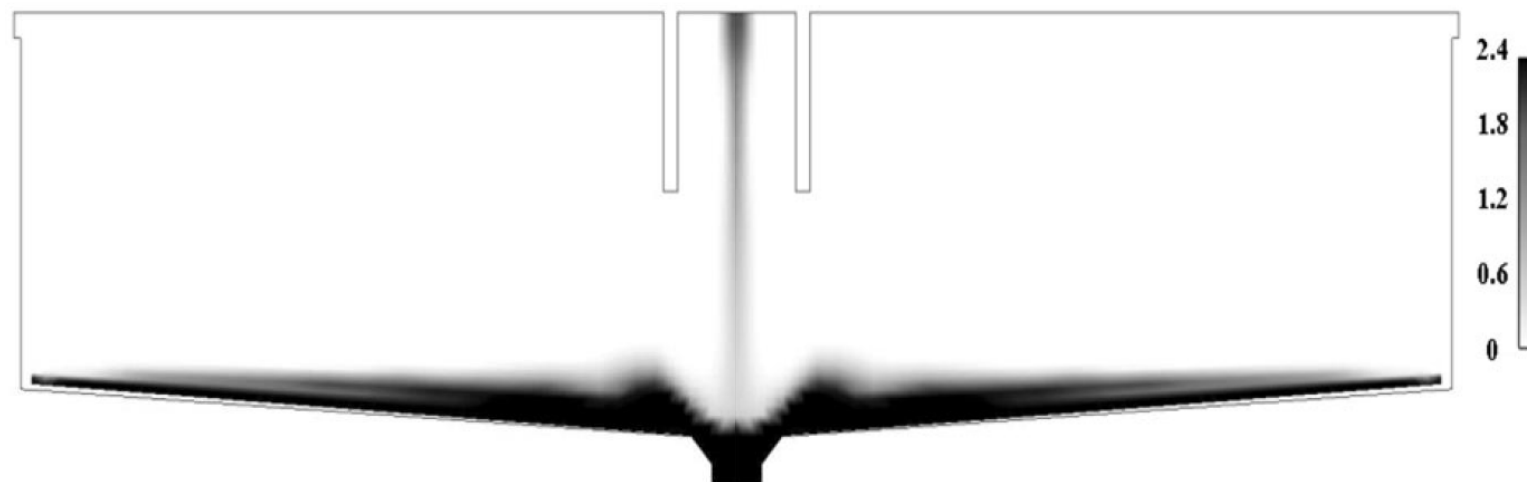
□ Cálculo de ρ_L :

$$\rho_L = \frac{m_L}{V_L} = \frac{m_s + m_A}{V_L} = \frac{m_s + \rho V_A}{V_L} = \frac{m_s + \rho(V_L - m_s / \rho_s)}{V_L}$$



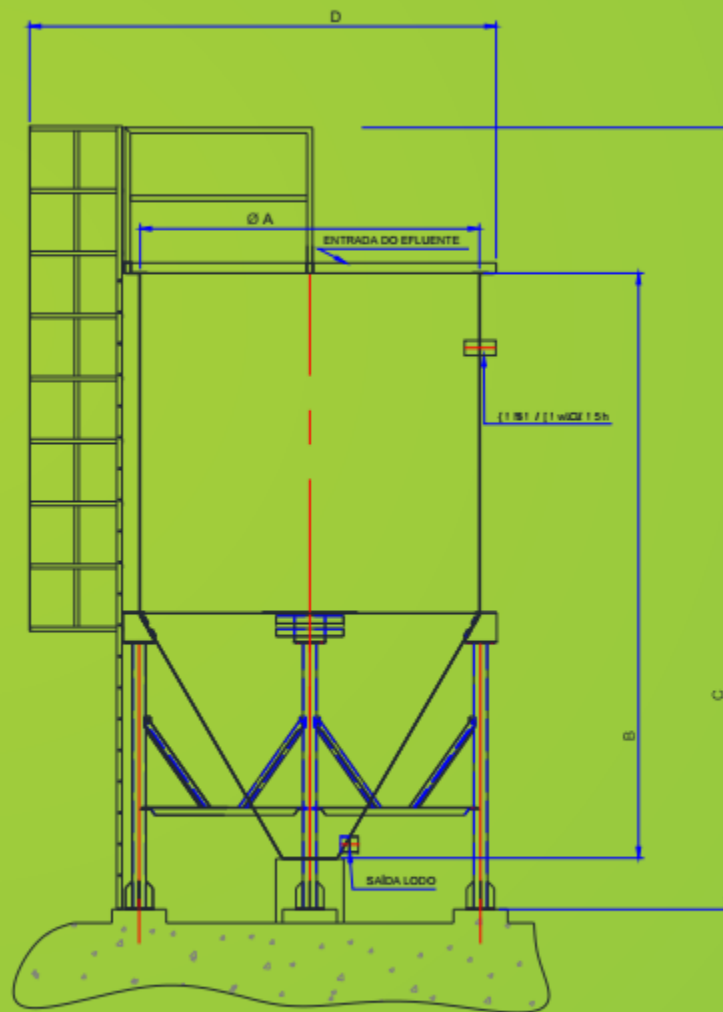
Contorno de velocidades do fluido

Contorno da razão de concentração de sólidos C/C_a



CATÁLOGO (BOMBAS BETO)

VOLUME (L)	Ø A (mm)	B (mm)	C (mm)	D
2500	1200	2860 mm	4060 mm	2000 mm
2750		3080 mm	4280 mm	
3000		3300 mm	4500 mm	
3250		3520 mm	4720 mm	
3500		3740 mm	4940 mm	
3750	1800	2310 mm	3810 mm	2600 mm
4750		2710 mm	4210 mm	
5750		3110 mm	4610 mm	
6750		3510 mm	5010 mm	
7750		3910 mm	5410 mm	
8000	2200	3110 mm	4610 mm	3000 mm
9000		3410 mm	4910 mm	
10000		3710 mm	5210 mm	
11000		4010 mm	5510 mm	
12000		4310 mm	5810 mm	
13000	2500	3800 mm	5260 mm	3300 mm
14000		4050 mm	5510 mm	
15000		4300 mm	5760 mm	
16000		4550 mm	6010 mm	
17000		4800 mm	6260 mm	
18000	2800	4560 mm	5860 mm	3600 mm
19000		4760 mm	6060 mm	
20000		4960 mm	6260 mm	
21000		5160 mm	6460 mm	
22000		5360 mm	6660 mm	
23000	3000	4800 mm	6160 mm	3800 mm
24000		4950 mm	6310 mm	
25000		5100 mm	6460 mm	
26000		5250 mm	6610 mm	
27000		5400 mm	6760 mm	
35000	3500	5135 mm	6615 mm	4600 mm



Referências:

- ☐ G.J. Kynch, A Theory of Sedimentation, Trans. Faraday, 48, 166, 1952.
- ☐ F.M. Tiller, Revision of Kynch Sedimentation Theory, AIChE J., 275, 823, 1984.
- ☐ Cremasco, Operações Unitárias em Sistemas Particulados e Fluidomecânicos, Blusher, 2012.
- ☐ Perry 19.41 a 19.52.
- ☐ Massarani, Fluidodinâmica de Sistemas Particulados, 2001.

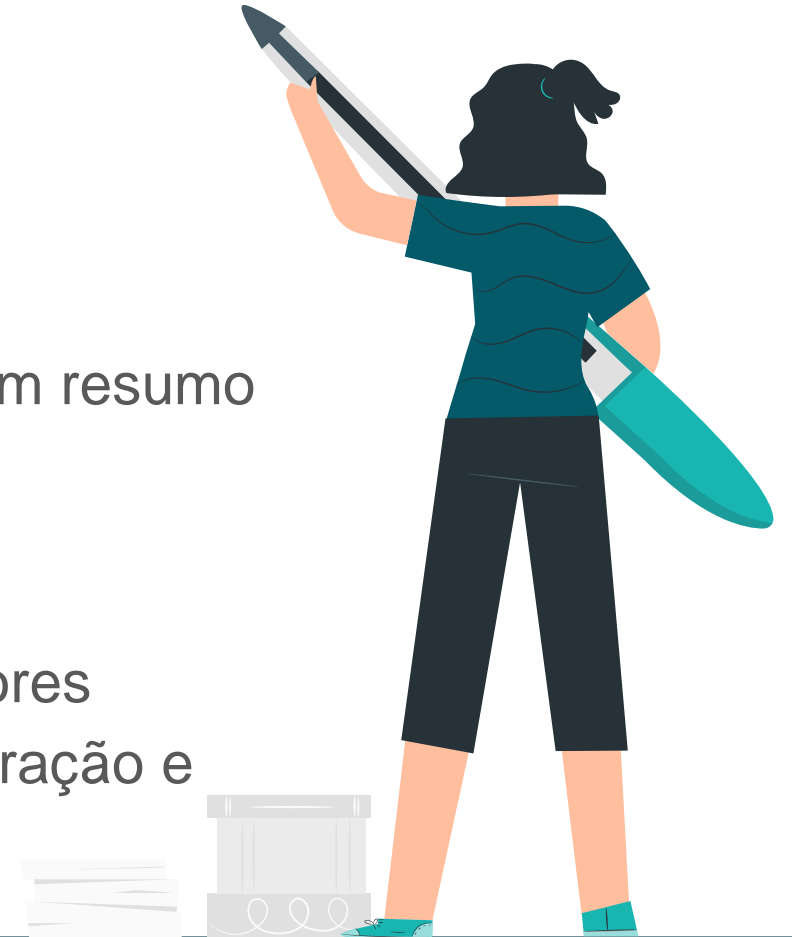
Atividades da Aula 5

Individual:

- ☐ Ler a teoria no livro Cremasco ou outros livros e fazer um resumo de 1 folha.

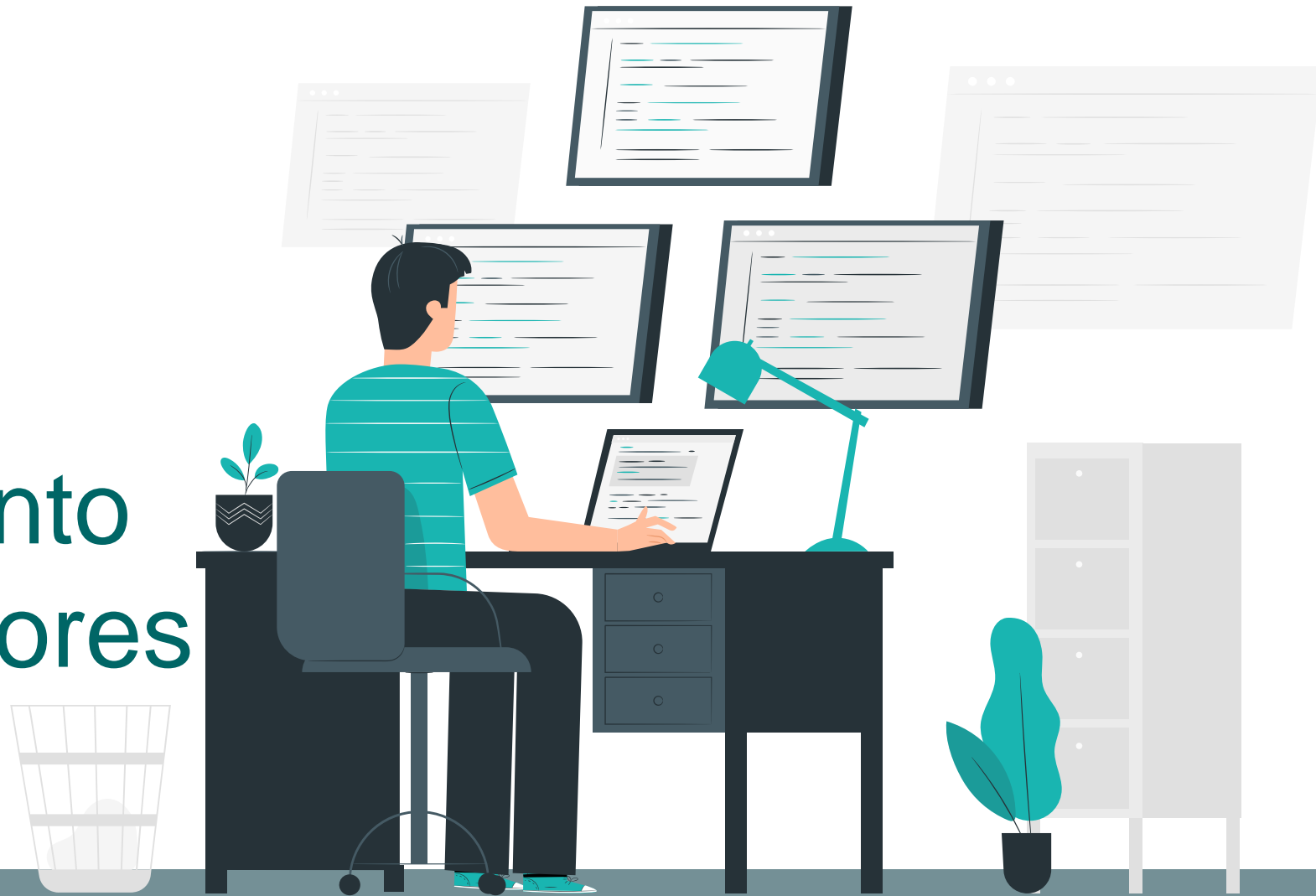
Empresa

- ☐ Procurar vídeos sobre o funcionamento de sedimentadores contínuos, suas aplicações industriais e cuidados e operação e colocar no site da empresa



AULA 6

Exercícios de Dimensionamento de Sedimentadores Contínuos



EX3 (Massarani, ex 12, pg142) Calcular o diâmetro e a altura do sedimentador Dorr-Oliver para operar com 30 m³/h de suspensão aquosa de cal. Dados: concentração de sólido na alimentação 0,08 g/cm³ de suspensão, concentração de sólido no lodo 0,25 g/cm³ de suspensão, densidade da cal 2,2 g/cm³ e temperatura 25°C. Ensaio de proveta a 25°C (0,08 g/cm³ de suspensão):

ti [min)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
z (cm)	40	32,8	25,5	18,8	14,2	11,2	9,6	6,6	5,2	4,0

Dados:

D=? E H=?

Q= 30 m³/h
= 500000 cm³/min

Ca=0,08 g/cm³

CL=0,25 g/cm³

ρC=2,2g/cm³

Água (ρ=1g/cm³;
μ=1 cP).

1º- Fazer o gráfico

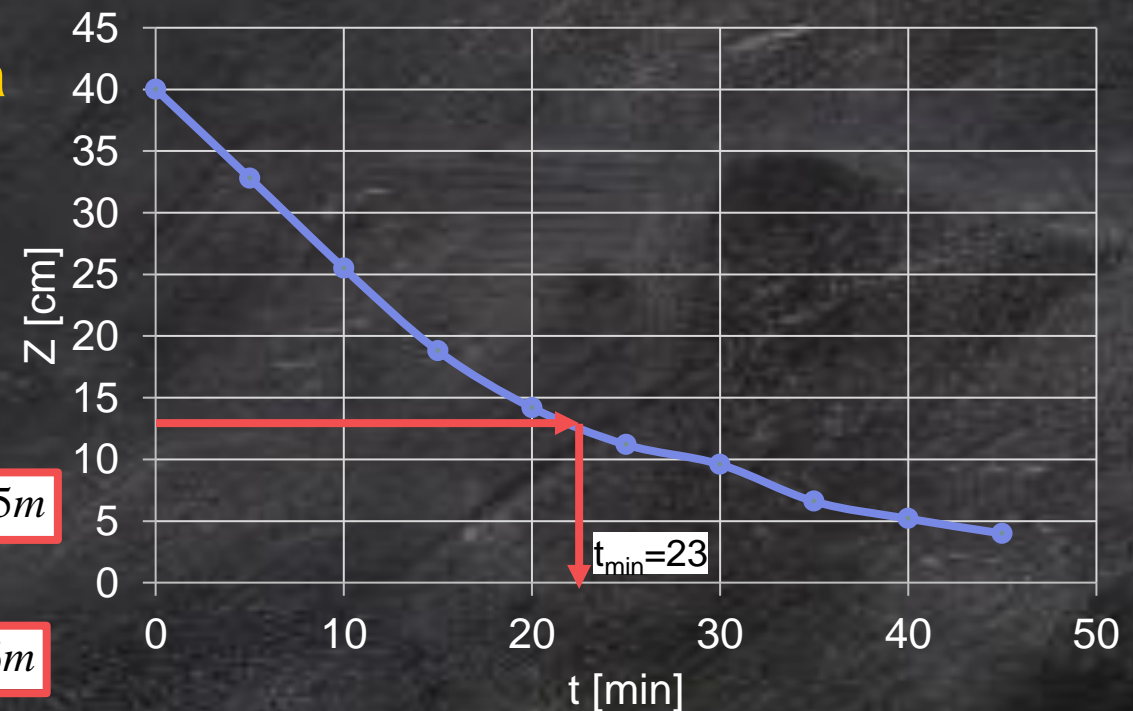
2º- Calcular (F/A)min - Biscaia

$$\left(\frac{F}{A}\right)_{\min} = \frac{z_0}{\theta_{\min}} = \frac{40}{23} = 1,739 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

$$z_{\min} = \frac{C_a z_0}{C_L} = \frac{0,08 \cdot 40}{0,25} = 12,8 \text{ cm}$$

$$A = \frac{500000}{1,739} = 287500 \text{ cm}^2 \rightarrow D = 6,05 \text{ m}$$

$$A_p = 1,2 A = 345000 \text{ cm}^2 \rightarrow D = 6,6 \text{ m}$$



EX3 (Massarani, ex 12, pg142) Calcular o diâmetro e a altura do sedimentador Dorr-Oliver para operar com 30 m³/h de suspensão aquosa de cal. Dados: concentração de sólido na alimentação 0,08 g/cm³ de suspensão, concentração de sólido no lodo 0,25 g/cm³ de suspensão, densidade da cal 2,2 g/cm³ e temperatura 25°C. Ensaio de proveta a 25°C (0,08 g/cm³ de suspensão):

Dados:

D=? E H=?

Q= 30 m³/h
= 500000 cm³/min

Ca=0,08 g/cm³

CL=0,25 g/cm³

ρC=2,2g/cm³

Água (ρ=1g/cm³;
μ=1 cP).

$$\left(\frac{F}{A}\right)_p = \frac{500000}{345000} = 1,45$$

3º - Cálculo de H:

$$H = H_1 + H_2 + H_C$$

Calculando t:

$$t = t_L - t_c = 41 - 11 = 30 \text{ min}$$

Calculando ρ_L:

$$\rho_L = \frac{m_s + \rho(V_L - m_s / \rho_s)}{V_L}$$

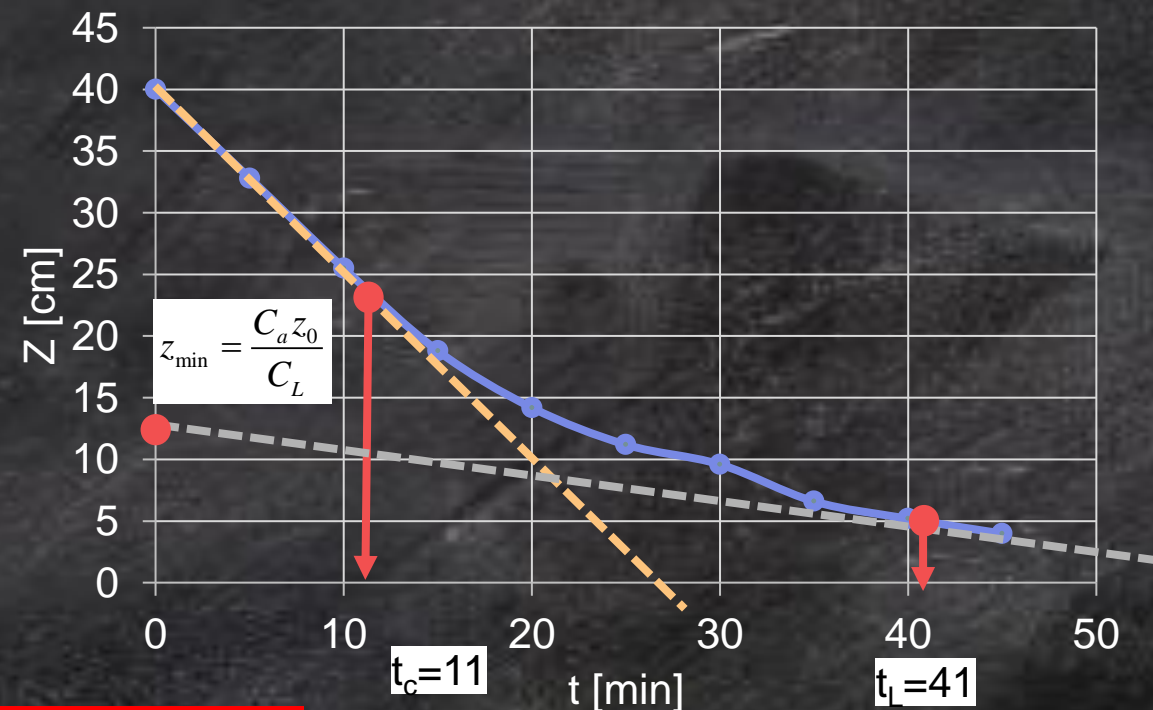
$$\rho_L = \frac{0,25 + 1(1 - 0,25 / 2,2)}{1} = 1,14$$

$$H_c = \frac{4}{3} \frac{1,45 \cdot 0,08 \cdot 30}{2,2} \left[\frac{2,2 - 1}{1,14 - 1} \right] = 18,6 \text{ cm}$$

$$H = 0,60 + 0,48 + 0,22 = 1,30 \text{ m}$$

$$H_C = \frac{4}{3} \frac{FC_a t}{\rho_s A} \left[\frac{\rho_s - \rho}{\rho_L - \rho} \right]$$

$$H_1 = 0,6 \text{ m}; \quad H_2 = 0,146 R = 0,146 \frac{6,6}{2} = 0,48 \text{ m}$$



Conclusão: Sedimentador deve ter D=6,6 m e H=1,3 m

EX4 (Cremasco, ex 13.1, pg340) Dimensionar o sedimentador para realizar a clarificação de licor branco bruto , operando a 30 m³/h de suspensão, $C_a= 60 \text{ g/L}$ de suspensão e $C_L= 170 \text{ g/L}$ de suspensão, $\rho_C=2,7 \text{ g/cm}^3$ e $\rho=1,1 \text{ g/cm}^3$.

ti [min)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
z (cm)	40	32,8	25,5	18,8	14,2	11,2	9,6	6,6	5,2	4,0

Método Kynch

Dados:

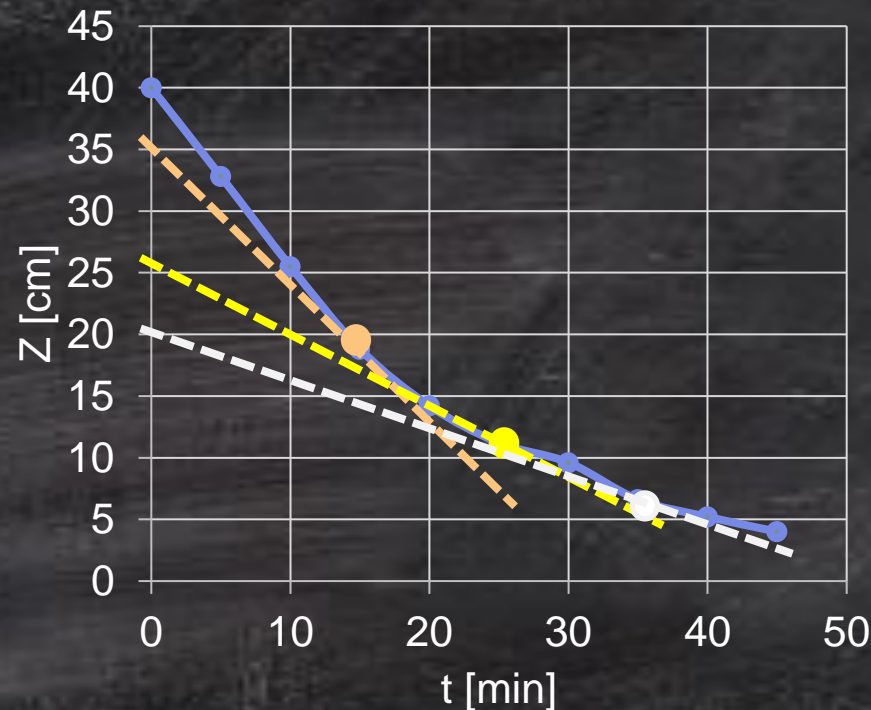
$D=?$ E $H=?$

$Q= 30 \text{ m}^3/\text{h}$
 $= 500000 \text{ cm}^3/\text{min}$

$C_a=0,06 \text{ g/cm}^3$
 $C_L=0,17 \text{ g/cm}^3$
 $\rho_s=2,7 \text{ g/cm}^3$

Fluido:
 $\rho=1,1 \text{ g/cm}^3$

1º- Fazer o gráfico e obter Z_i manualmente



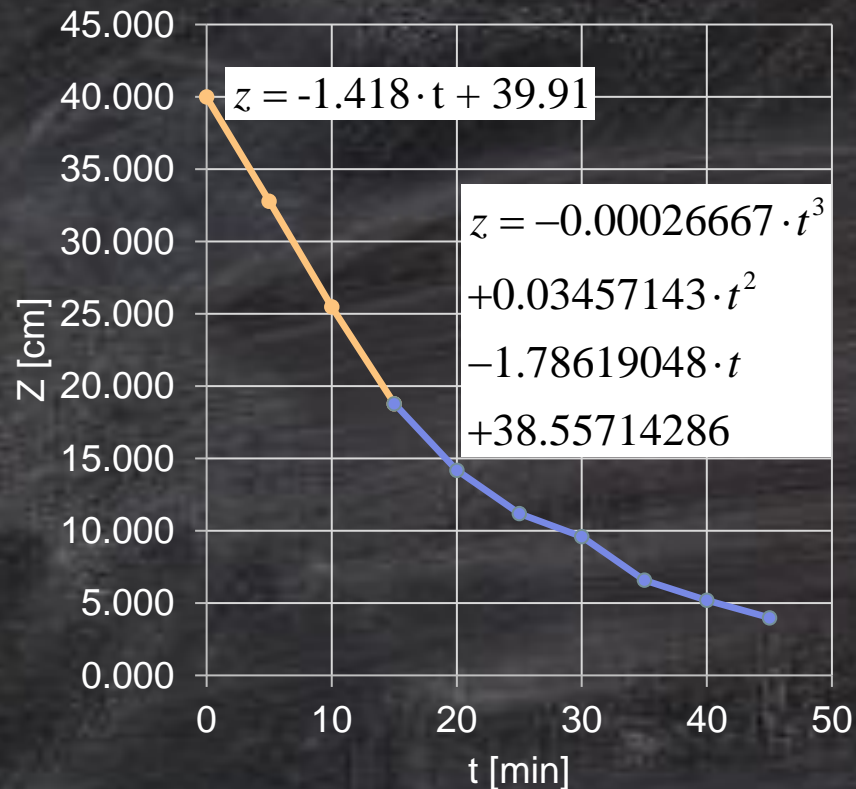
t	z	Z_i	$C = \frac{C_a z_0}{z_i}$	$v = \frac{z_i - z}{t}$	$\frac{v}{\left(\frac{1}{C} - \frac{1}{C_L}\right)}$
15	18,8	35,8	-	-	-
25	11,2	26	-	-	-
35	6,6	20,5	-	-	-

EX4 (Cremasco, ex 13.1, pg340) Dimensionar o sedimentador para realizar a clarificação de licor branco bruto , operando a 30 m³/h de suspensão, Ca= 60 g/L de suspensão e CL= 170 g/L de suspensão, $\rho_C=2,7 \text{ g/cm}^3$ e $\rho=1,1 \text{ g/cm}^3$.

ti [min)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
z (cm)	40	32,8	25,5	18,8	14,2	11,2	9,6	6,6	5,2	4,0

Método Kynch

1º- Ajustar equações para Z x t. Obter Zi pela derivada da função.



t [min]	Z [cm]	Z pred [cm]	-dz/dt [cm/min]	Zi [cm]	v [cm/min]	C [g/cm³]	D [m]
0	40.000	39.910		40.000	1.450	0.060	5.330
5	32.800	32.820		40.000	1.440	0.060	5.348
10	25.500	25.730		40.000	1.450	0.060	5.330
15	18.800	18.643	-0.929	32.736	0.929	0.073	5.648
20	14.200	14.529	-0.723	28.667	0.723	0.084	5.658
25	11.200	11.343	-0.558	25.141	0.558	0.095	5.609
30	9.600	8.886	-0.432	22.557	0.432	0.106	5.577
35	6.600	6.957	-0.346	18.717	0.346	0.128	4.598
40	5.200	5.357	-0.320	18.001	0.320	0.133	4.394
45	4.000	3.885	-0.294	17.244	0.294	0.139	4.112

$$z_i = z - \frac{dz}{dt} \cdot t$$

$$v = \frac{z_i - z}{t}$$

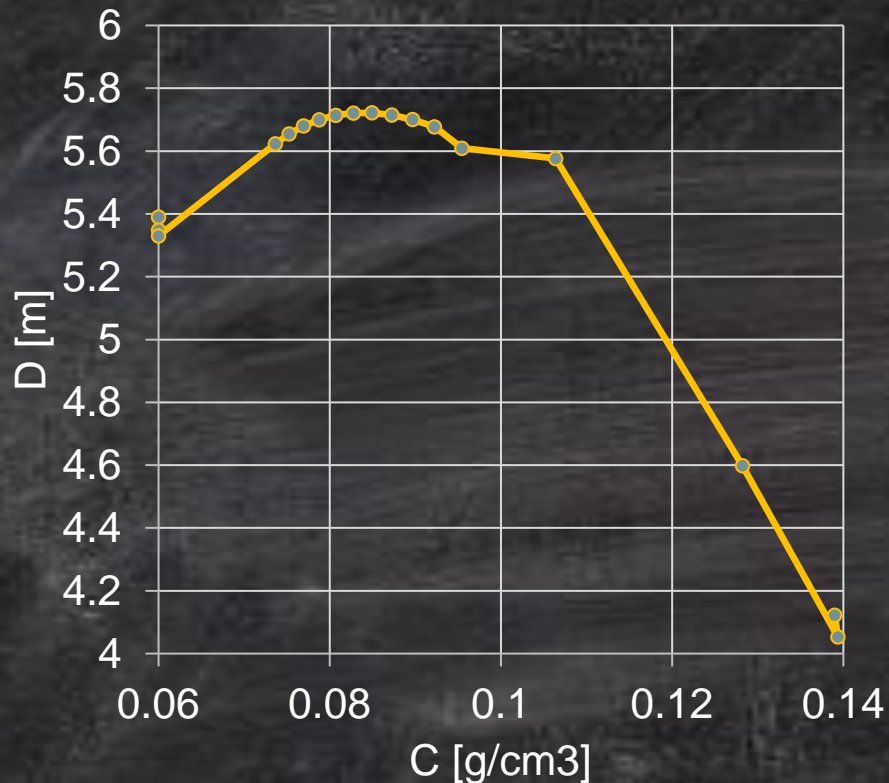
EX4 (Cremasco, ex 13.1, pg340) Dimensionar o sedimentador para realizar a clarificação de licor branco bruto, operando a 30 m³/h de suspensão, $C_a = 60$ g/L de suspensão e $C_L = 170$ g/L de suspensão, $\rho_C = 2,7$ g/cm³ e $\rho = 1,1$ g/cm³. Método Kynch

$$D = -88,88997C^3 - 543,13469C^2 + 94,77386C + 1,64145$$

$$\frac{dD}{dC} = -88,88997 \cdot 3 \cdot C^2 - 543,13469 \cdot 2 \cdot C + 94,77386 = 0$$

$$C = 0,0855 \text{ g / cm}^3$$

$$D = 5,72 \text{ m}$$



t [min]	Z [cm]	Z pred [cm]	-dz/dt [cm/min]	Zi [cm]	v [cm/min]	C [g/cm³]	D [m]
0	40.000	39.910		40.000	1.450	0.060	5.330
5	32.800	32.820		40.000	1.440	0.060	5.348
10	25.500	25.730		40.000	1.450	0.060	5.330
15	18.800	18.643	-0.929	32.736	0.929	0.073	5.648
20	14.200	14.529	-0.723	28.667	0.723	0.084	5.658
25	11.200	11.343	-0.558	25.141	0.558	0.095	5.609
30	9.600	8.886	-0.432	22.557	0.432	0.106	5.577
35	6.600	6.957	-0.346	18.717	0.346	0.128	4.598
40	5.200	5.357	-0.320	18.001	0.320	0.133	4.394
45	4.000	3.885	-0.294	17.244	0.294	0.139	4.112

$$z_i = z - \frac{dz}{dt} \cdot t$$

$$v = \frac{z_i - z}{t}$$

EX4 (Cremasco, ex 13.1, pg340) Dimensionar o sedimentador para realizar a clarificação de licor branco bruto, operando a 30 m³/h de suspensão, Ca= 60 g/L de suspensão e CL= 170 g/L de suspensão, ρC=2,7 g/cm³ e ρ=1,1 g/cm³.

Método Kynch

Dados:

D=? E H=?

Q= 30 m³/h

= 500000 cm³/min

Ca=0,06 g/cm³

CL=0,17 g/cm³

ρs=2,7g/cm³

Fluido:

ρ=1,1g/cm³

3º - Cálculo de H:

$$H = H_1 + H_2 + H_c$$

$$H_1 = 0,6m; \quad H_2 = 0,146R = 0,146 \frac{5,7}{2} = 0,42m$$

$$H_c = \frac{4}{3} \frac{FC_a t}{\rho_s A} \left[\frac{\rho_s - \rho}{\rho_L - \rho} \right]$$

Calculando t: $t = t_L - t_i = 38 - 11 = 27 \text{ min}$

Calculando ρL:

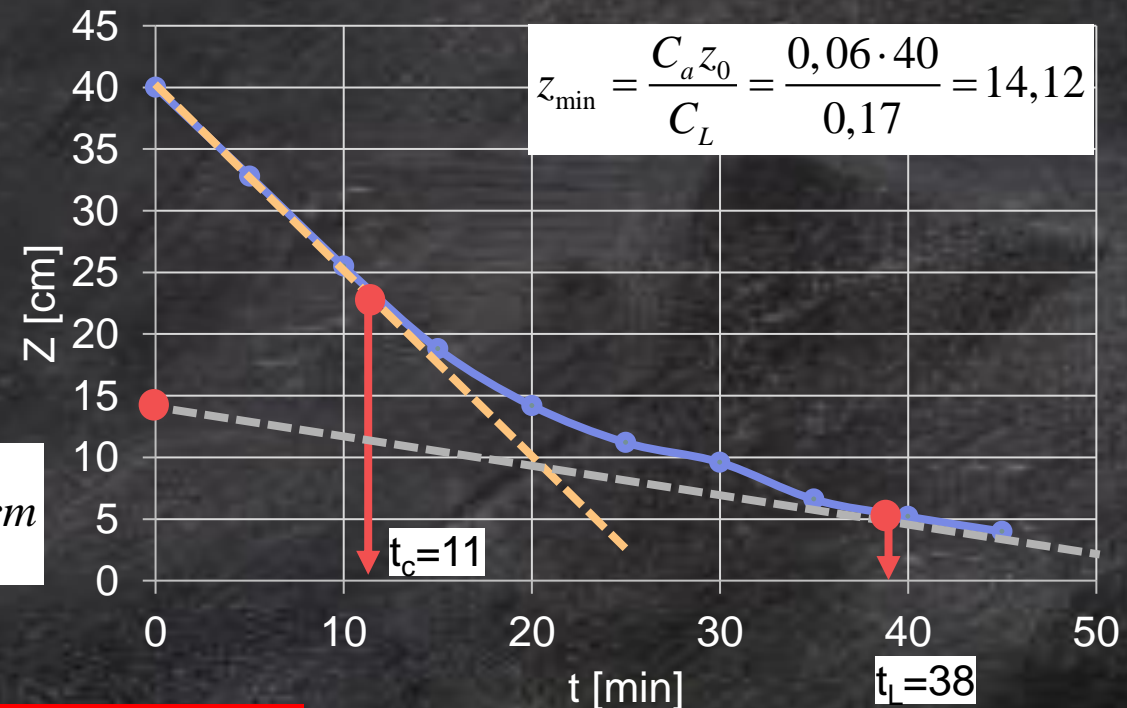
$$\rho_L = \frac{m_s + \rho(V_L - m_s / \rho_s)}{V_L}$$

$$\rho_L = \frac{0,17 + 1,1(1 - 0,17 / 2,7)}{1} = 1,2$$

$$\left(\frac{F}{A} \right)_p = \left(\frac{F}{A} \right)_{\min} = \frac{500000 \cdot 4}{\pi 572^2} = 1,94 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

$$H_c = \frac{4}{3} \frac{1,94 \cdot 0,06 \cdot 27}{2,7} \left[\frac{2,7 - 1,1}{1,2 - 1,1} \right] = 24,8 \text{ cm}$$

$$H = 0,75 + 0,42 + 0,25 = 1,42m$$

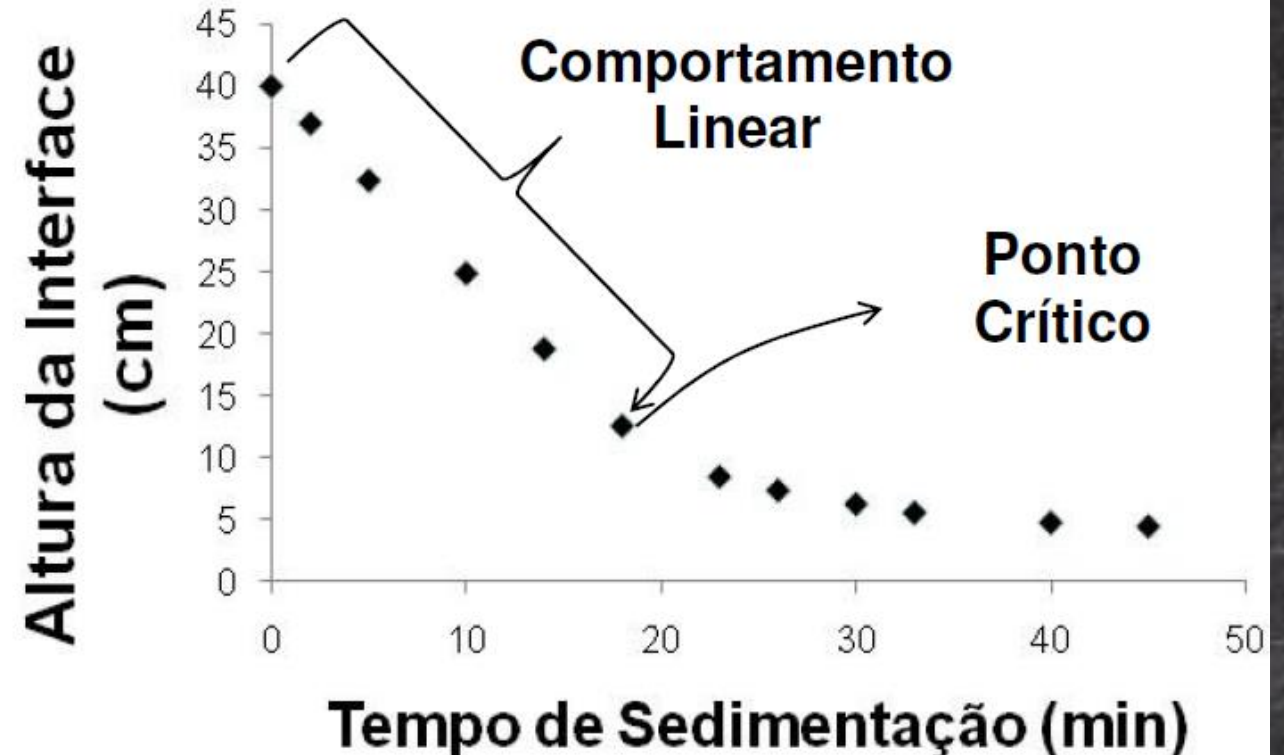


Conclusão: Sedimentador deve ter D=5,7 m e H=1,42 m

Atividade da aula: Resolva usando o Método Kynch e de Biscaia Jr

Ex: Determinar o diâmetro e a altura de um espessador Dorr para operar com 20 m³/h de uma suspensão aquosa de barita ($\rho_s=4,1\text{g/cm}^3$) a 30°C. A concentração de sólidos na alimentação é de 103g/L de suspensão e o lodo final deve ter 346g/L de suspensão. Ensaio de proveta a 30°C conduziu aos seguintes resultados:

Tempo de sedimentação (min)	Altura da Interface Clarificada (cm)
0	40
2	37
5	32,4
10	24,9
14	18,8
18	12,6
23	8,5
26	7,4
30	6,3
33	5,6
40	4,8
45	4,5



Atividades da Aula 6

Individual:

- ☐ Refazer exercícios e fazer exercícios propostos de outros livros.

Empresa

- ☐ Fazer o Projeto Orientado de Sedimentadores. Escolher o tema. Procurar na literatura dados de teste de proveta do material escolhido. Usar os métodos de Kynch e Biscaia Jr e comparar. Usar uma área de projeto 20% superior a mínima.

