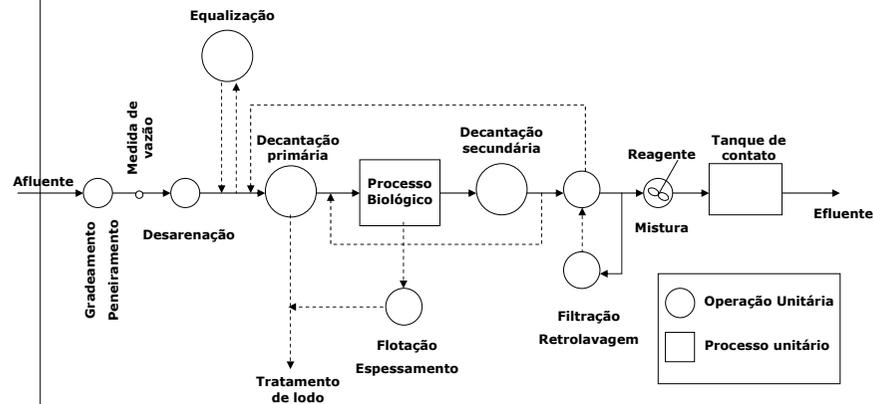


TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS



Localização de Operações Unitárias no Fluxograma de uma Planta de Tratamento de Águas Residuárias

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

TRATAMENTO PRELIMINAR

Remoção de Sólidos Grosseiros

Processo de remoção de materiais sólidos (todos os tipos) presentes e/ou lançados inadequadamente na água residuária.

> Finalidades

- ✓ Proteção dos dispositivos de transporte
- ✓ Proteção dos dispositivos de tratamento
- ✓ Proteção dos corpos receptores
- ✓ Aumento da eficiência do sistema de tratamento

> Características do sistema

- ✓ Dispositivo de retenção
- ✓ Dispositivo de remoção

> Processos Unitários

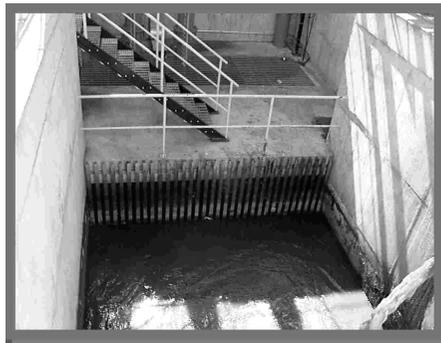
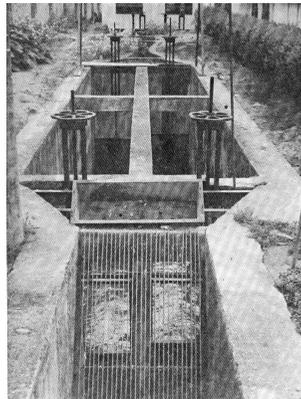
- ✓ Gradeamento
- ✓ Peneiramento

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

TRATAMENTO PRELIMINAR

Gradeamento

Barras de aço paralelas, posicionadas perpendiculares ou inclinadas ao fluxo dos efluentes, retendo o material grosseiro transportado pelas águas residuárias.



Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

TRATAMENTO PRELIMINAR

Gradeamento

> Dimensionamento

- ✓ Velocidade do efluente: 0,40- 0,75 m/s (0,60 m/s)
- ✓ Característica do efluente: espessura e espaçamento das barras

Características das Barras

Tipo Grades	Espaçamento (cm)	Seção da barra (pol.)
Grosseiras	4,0 - 10,0	$\frac{3}{8} \times 2$
		$\frac{3}{8} \times 2\frac{1}{2}$
		$\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$
Médias	2,0 - 4,0	$\frac{1}{2} \times 2$
		$\frac{5}{16} \times 2$
		$\frac{3}{8} \times 1\frac{1}{2}$
Finas	1,0 - 2,0	$\frac{3}{8} \times 2$
		$\frac{5}{16} \times 1\frac{1}{2}$
		$\frac{3}{8} \times 1\frac{1}{2}$

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

GRADEAMENTO

Roteiro de Dimensionamento

- ✓ Cálculo das alturas (H) das lâminas para vazões (max, med e min) no medidor Parshall

$$H = \left(\frac{Q}{K}\right)^{\frac{1}{n}}$$

- ✓ Rebaixo (Z) do medidor Parshall

$$Z = \frac{Q_{\max} \cdot H_{\min} - Q_{\min} \cdot H_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}$$

- ✓ Área útil (A_u)

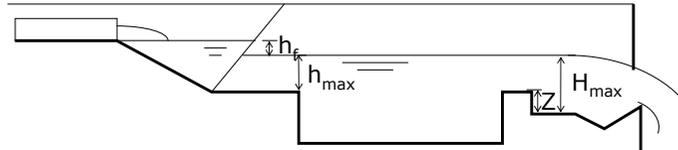
$$A_u = \frac{Q_{\max}}{V}$$

- ✓ Área total (A_t), considerando o escoamento à montante da grade

E: eficiência da grade
a: abertura entre as barras
t: espessura das barras

$$A_t = \frac{A_u}{E}$$

$$E = \frac{a}{a+t}$$



Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

GRADEAMENTO

Roteiro de Dimensionamento

- ✓ Largura do canal (b)

$$b = \frac{A_t}{h_{\max}}$$

- sem caixa de areia

$$b = \frac{A_t}{H_{\max}}$$

- ✓ Verificação das velocidades

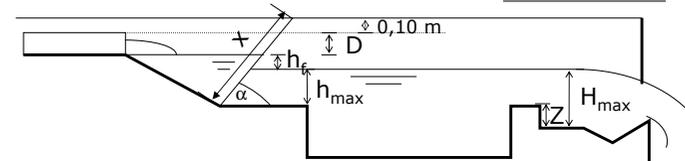
- ✓ Perda de carga (h_f)

$$h_f = 1,43 \cdot \frac{V^2 - v^2}{2g}$$

- $V = 2 \cdot V_0$ (considerando 50 % obstrução na grade)
- $v = V_0 \cdot E$ (velocidade à montante da grade)
- V_0 : velocidade na grade à vazão máxima

- ✓ Comprimento da grade (x)

$$x = \frac{h_{\max} + h_f + D + 0,10}{\text{sen } 45^\circ}$$



Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

GRADEAMENTO

Roteiro de Dimensionamento

- ✓ Quantidade de barras (n)

$$n = \frac{b}{t+a}$$

- ✓ Espaçamento entre as barras externas e a lateral (e)

$$e = b - [n \cdot t + (n-1) \cdot a]$$

Exemplo de Dimensionamento

Dimensionar uma grade para uma ETE, conhecendo-se as seguintes vazões:

- ✓ Vazão máxima: 29,5 L/s
- ✓ Vazão média: 18,4 L/s
- ✓ Vazão mínima: 11,4 L/s

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

GRADEAMENTO

Calha Parshall - Vazões (L/s)

MODELO	W	A	C	D	E	L	VAZÃO EM L/S		MASSA
							Pol.	mm	
ELP007	3	467	178	259	610	914	0,8	53,8	12
ELP015	6	621	394	397	610	1525	1,4	110,5	27
ELP022	9	880	381	575	762	1626	2,5	252,0	40
ELP030	12	1372	610	845	914	2867	3,1	456,0	120
ELP045	18	1448	762	1026	914	2943	4,2	696,6	133
ELP060	24	1524	914	1499	914	3019	11,9	937,3	140
ELP090	36	1676	1219	1572	914	3169	17,3	1427,2	150
ELP120	48	1829	1524	1937	914	3318	36,8	1922,7	190
ELP150	60	1981	1829	2302	914	3467	45,3	2423,9	220
ELP180	72	2134	2134	2667	914	3616	73,6	2930,8	250
ELP210	84	2286	2438	3032	914	3766	85,0	3437,7	260
ELP240	96	2438	2743	3397	914	3915	99,1	3950,2	294

Calha Parshall - Valores de n e k

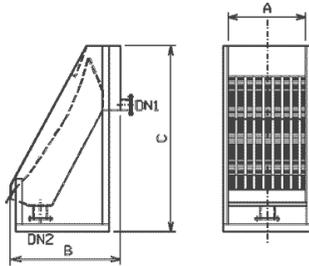
W	n	k
3"	1,547	0,176
6"	1,580	0,381
9"	1,530	0,535

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

TRATAMENTO PRELIMINAR

Peneiramento

Equipamento com aberturas, geralmente uniforme, que é utilizado para reter sólidos grosseiros presentes nas águas residuárias. (remoção de sólidos grosseiros > 0,25 mm)



✓ Peneiras estáticas ou hidrodinâmicas

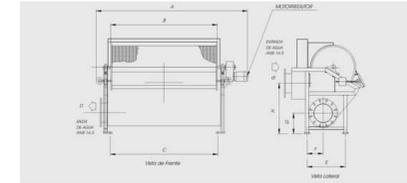
TIPOS	DIMENSÕES DAS PENEIRAS (mm)				
	A	B	C	DN1	DN2
PE 25	250	1200	2000	75	150
PE 50	500	1200	2000	125	200
PE 85	850	1200	2000	150	250
PE 100	1000	1200	2000	200	300
PE 125	1250	1200	2000	250	350

<http://www.benger.com.br/index.html>

de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

PENEIRAMENTO

✓ Peneiras rotativas



MODELO	DIÂMETRO TAMBOR (mm)	VAZÃO M ³ /H	POTÊNCIA MOTOR (CV)	DIMENSÕES (mm)								
				A	B	C	d	D	E	F	G	H
PR610/5/500	610	50	0,25	1100	500	545	6"	8"	550	210	185	720
PR610/5/1000	610	100	0,25	1600	1000	1015	8"	10"	550	210	230	720
PR610/5/1200	610	150	0,25	1800	1200	1215	8"	10"	550	210	230	720
PR610/5/1500	610	225	0,25	2100	1500	1515	10"	12"	550	210	230	720
PR610/5/2000	610	300	0,25	2600	2000	2015	12"	14"	550	210	295	720
PR610/5/2500	610	375	0,25	3100	2500	2515	12"	14"	550	210	295	720
PR610/5/2700	610	400	0,25	3300	2700	2715	14"	16"	550	260	330	720
PR610/5/3000	610	450	0,25	3600	3000	3015	14"	16"	550	250	330	720
PR610/5/3200	610	480	0,25	3800	3200	3215	16"	18"	550	250	350	720

<http://www.ecosan.com.br>

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

PENEIRAMENTO

Dimensionamento

✓ Taxa de aplicação (I)

$$I = \frac{Q_{\max}}{A} \left(\frac{m^3/h}{m^2} \right)$$

✓ Utilizar vazão máxima de projeto (Q_{\max})

✓ Informações catálogos de fabricantes

Peneiras – Taxa de aplicação

Abertura (mm)	Taxa de Aplicação (I) (m ³ /m ² .h)	
	Estática ou Hidrodinâmica	Rotativa
0,25	15	25
0,50	20	45
0,75	25	65
1,00	30	80
1,50	35	100

ETA – Engenharia de Tratamentos de Águas Ltda

Estática: comprimento (L) disponível 2 m

Rotativa: diâmetro (d) disponível 0,60 m

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

PENEIRAMENTO

Exemplo de dimensionamento

Exemplo 1: Dimensionar uma peneira estática ou hidrodinâmica para um sistema de tratamento de águas residuárias de uma indústria cuja vazão máxima é de 5,55 L/s. Adotar abertura da tela 0,75 mm.

Exemplo 2: Dimensionar uma peneira rotativa para um sistema de tratamento de águas residuárias de uma indústria cuja vazão máxima é de 25 L/s. Adotar abertura 0,50 mm.

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

TRATAMENTO PRELIMINAR

Desarenação

Operação de separação de partículas granulares (areia, silte, cascalho, sementes, grãos, etc.) que possuem densidade específica ou velocidade de sedimentação maiores que a matéria orgânica particulada presente nas águas residuárias (geralmente materiais inertes e secos).

- ✓ Densidade: 2650 kg/m³
- ✓ Velocidade nos canais: 0,15-0,40 m/s (0,30 m/s)

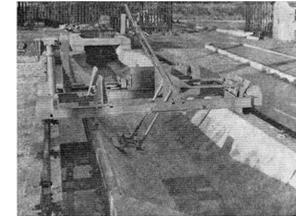
Finalidades

- ✓ Proteção dos dispositivos de transporte
- ✓ Proteção dos dispositivos de tratamento
- ✓ Aumento da eficiência do sistema de tratamento

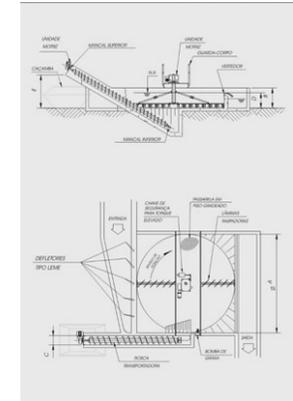
Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

DESARENAÇÃO

✓ Caixa de areia



✓ Caixa de areia mecanizada



MODELO	VAZÃO (M³/H)	DIÂMETRO (mm)	POTÊNCIA MOTOR (CV)	DIMENSÕES (mm)					
				DECAL. (mm)	A	B	C	D	E
L-3 X 3	620	3000	0,50	0,50	2000	1000	400	500	1500
L-4 X 4	950	4000	0,50	0,50	4000	1100	500	600	1800
L-5 X 5	1700	6000	0,50	0,50	6000	1200	500	600	1800
L-6 X 6	2500	6000	0,50	0,50	6000	1200	500	600	1800
L-7 X 7	3400	7000	0,75	0,50	7000	1200	500	600	1800
L-8 X 8	4400	8000	0,75	0,50	8000	1200	500	700	1875
L-9 X 9	5550	9000	0,75	0,75	9000	1300	600	700	1950

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

DESARENAÇÃO

Roteiro de Dimensionamento

✓ Cálculo das alturas (H) das lâminas para vazões (max, med e min) no medidor Parshall

$$H = \left(\frac{Q}{K} \right)^{\frac{1}{n}}$$

✓ Rebaixo (Z) do medidor Parshall

$$Z = \frac{Q_{\max} \cdot H_{\min} - Q_{\min} \cdot H_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}$$

✓ Altura máxima da lâmina de água na caixa (h_{max})

$$h_{\max} = H_{\max} - Z$$

✓ Largura (b) e verifica-se a velocidade

$$b = \frac{Q_{\max}}{h_{\max} \cdot V}$$

V: velocidade do efluente no canal (0,30 m/s)

✓ Comprimento (L) $L = 22,5 \cdot h_{\max}$

✓ A taxa de escoamento superficial (I) deverá situa-se entre 600-1200 m³/m².d

$$I = \frac{Q_{\max}}{A}$$

$$A = L \cdot B$$

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

DESARENAÇÃO

Exemplo de Dimensionamento

Dimensionar um desarenador de câmaras duplas para uma ETE, conhecendo-se as seguintes vazões:

- ✓ Vazão máxima: 29,5 L/s
- ✓ Vazão média: 18,4 L/s
- ✓ Vazão mínima: 11,4 L/s

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

MEDIDAS DE VAZÃO

Medidores de vazão

- ✓ Seleção
- ✓ Uso correto
- ✓ Manutenção



Eficiência do sistema de tratamento

Importância

- ✓ Controle de processo
- ✓ Monitoramento de processo
- ✓ Controle de lançamento de efluente

Sistema de medição

- ✓ Sensor ou detector: exposto ou afetado pelo fluxo
- ✓ Conversor: traduzir o sinal ou leitura do sensor

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

MEDIDAS DE VAZÃO

Metering device	Raw wastewater	Primary effluent	Secondary effluent	Primary sludge	Return sludge	Thickened sludge	Mixed liquor	Process water
For open channels								
Head/area								
Flume	✓	✓	✓					✓
Weir		✓	✓					✓
Other								
Magnetic (insert type)								✓
Velocity-head								
For closed conduits								
Head/pressure								
Flow tube	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Orifice								✓
Pitot tube								✓
Rotameter								✓
Venturi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Moving fluid effects								
Magnetic (tube type)	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Magnetic (insert type)								
Target								
Ultrasonic (doppler)	✓			✓	✓	✓		
Ultrasonic (transmission)		✓	✓					✓
Vortex shedding		✓	✓					✓
Positive displacement								
Propeller								✓
Turbine			✓					✓

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

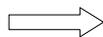
MEDIDAS DE VAZÃO

Critérios de seleção do medidor de vazão

- ✓ Aplicação: canal aberto ou fechado
- ✓ Tamanho: faixa de vazão
- ✓ Composição da água residuária
- ✓ Precisão e reprodutibilidade → controle processo
- ✓ Requisitos de instalação
- ✓ Condições ambientais: temperatura, interferências, umidade, etc.
- ✓ Manutenção requerida

Manutenção do medidor de vazão

- ✓ Limpeza
- ✓ Calibração
- ✓ Reparos

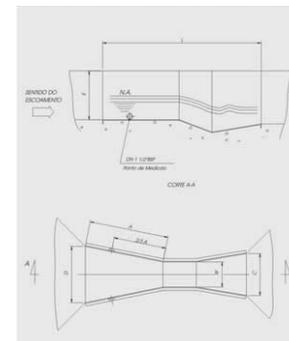


Desempenho desejado

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

MEDIDAS DE VAZÃO

Calha Parshall



MODELO	W	A	C	D	E	L	VAZÃO EM L/S		MASSA
							minima	máxima	
ELP007	3	467	178	259	610	914	0,8	53,8	12
ELP015	6	921	394	597	1510	1525	1,4	110,8	27
ELP022	9	880	381	575	782	1626	2,5	252,0	40
ELP030	12	1372	610	845	914	2867	3,1	456,0	120
ELP045	18	1448	762	1026	914	2943	4,2	696,0	133
ELP060	24	1624	914	1499	914	3019	11,9	937,0	140
ELP090	36	1676	1219	1572	914	3169	17,3	1427,2	150
ELP120	48	1829	1524	1937	914	3318	36,8	1922,7	190
ELP150	60	1981	1829	2302	914	3467	45,3	2423,9	230
ELP180	72	2134	2134	2667	914	3616	73,6	2930,8	250
ELP210	84	2286	2438	3032	914	3766	85,0	3437,7	260
ELP240	96	2438	2743	3397	914	3915	99,1	3950,2	294

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

MEDIDAS DE VAZÃO

✓Deslocamento Positivo



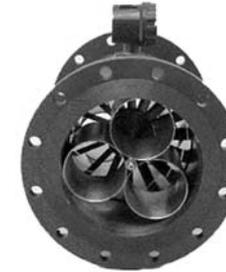
PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O medidor de vazão VDP utiliza duas engrenagens que são acionadas pelo fluido cuja vazão está sendo medida. Ímãs inseridos nas engrenagens sensibilizam um sensor externo, sem contato com o fluido, gerando pulsos de saída. Cada pulso representa um volume bem conhecido. A unidade eletrônica converte os pulsos em uma unidade de engenharia conhecida podendo ser mostrado a distância do display do indicador ou ser transmitido em sinal analógico de 4–20mA ou ainda interligado a um equipamento por comunicação serial RS485.

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

MEDIDAS DE VAZÃO

✓Tipo Turbina



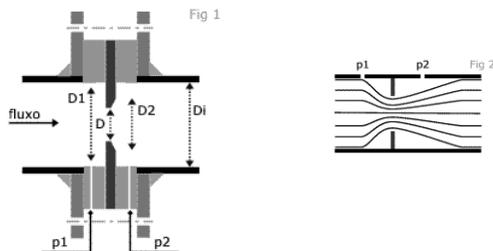
PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O medidor de vazão tipo turbina consiste basicamente de um rotor, montado entre buchas, que gira com uma velocidade proporcional à velocidade do produto dentro do corpo do medidor. Um sensor eletromagnético detecta a velocidade de giro do rotor gerando um trem de pulsos, que serão condicionados pelo circuito eletrônico, podendo ser lido em vazão instantânea ou totalização nas unidades de engenharia ou fornecendo sinal de saída em 4 a 20 mA.

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

MEDIDAS DE VAZÃO

✓Placa de orifício



PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

A placa (indicada em vermelho) provoca uma redução da seção do fluxo e é montada entre dois anéis que contêm furos para tomada de pressão em cada lado. O conjunto é fixado entre flanges, o que torna fácil sua instalação e manutenção.

A medição da diferença de pressão p_1 - p_2 pode ser feita por algo simples como um manômetro U e uma tabela ou uma fórmula pode ser usada para calcular a vazão. Ou pode ser coisa mais sofisticada como transdutores elétricos e o sinal processado por circuitos analógicos ou digitais para indicação dos valores de vazão

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

EQUALIZAÇÃO

A vazão de uma água residuária em uma unidade industrial pode variar amplamente dependendo do tipo e variedades de processos e em função das etapas específicas dos processos.

➤ Finalidade

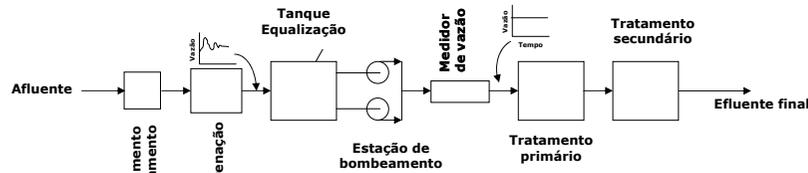
- ✓Regular a vazão
- ✓Homogeneizar a concentração

➤ Tipos de arranjos de equalização

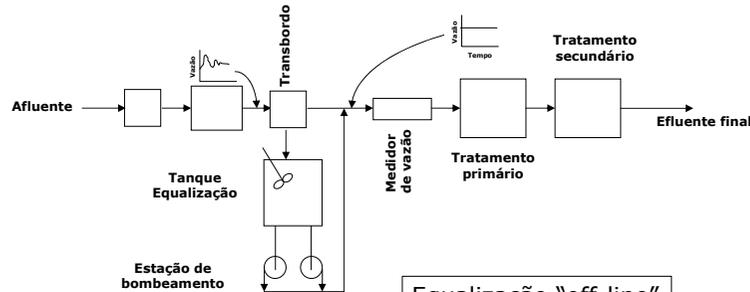
- ✓Na linha do processo: todo o fluxo passa pelo tanque de equalização
- ✓Fora da linha do processo: apenas uma fração do fluxo acima de uma vazão pré-determinada é direcionada para o tanque de equalização

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

EQUALIZAÇÃO



Equalização "in-line"



Equalização "off-line"

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

EQUALIZAÇÃO

➤ Benefícios da equalização

- ✓ Tratamento biológico: eliminação choque de cargas, diluição de substâncias inibidoras, estabilização do pH.
- ✓ Carga constante de sólidos no decantador secundário leva uma melhor qualidade do efluente
- ✓ Redução área de filtração do efluente, aumento da eficiência da filtração, uniformidade na retrolavagem dos filtros
- ✓ Plantas químicas, amortecimento das cargas aumenta o controle de alimentação dos reagentes e confiança do processo
- ✓ Opção atrativa para aumento da performance de plantas de tratamento sobrecarregadas.

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

EQUALIZAÇÃO

➤ Análise sobre a equalização

- ✓ Localização da unidade de equalização:

localização ótima varia com o tipo de tratamento e as características do efluente.

- ✓ Equalização "in line" ou "off line":

Características do processo produtivo e do efluente, variabilidade da concentração e vazão. "in line" considerável equalização da carga poluente.

- ✓ Volume do tanque:

determinação do volume pode ser realizado por método da conservação de massa ou método gráfico

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

EQUALIZAÇÃO

Volume de Equalização

➤ Método Conservação de Massa

- ✓ Atividades industriais descontínuas
- ✓ Tratamento de águas residuárias contínuo.

$$V_t = V_{eq} + V_{min}$$

$$V_{eq} = (Q_e - Q_s) \cdot t$$

V_t : volume total do tanque

V_{eq} : volume de equalização

V_{min} : volume mínimo

Q_e : vazão de entrada

Q_s : vazão de saída

t : número diário de horas de funcionamento da indústria

➤ Exemplo de dimensionamento

Dimensionar um tanque de equalização para uma indústria têxtil de pequeno porte, com atividade descontínua, cujo período de funcionamento é de 16 horas por dia, a vazão média e de 25 m³/h e o tratamento físico químico precede sistema de lodos ativados, cujo funcionamento é contínuo.

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

EQUALIZAÇÃO

Volume de equalização

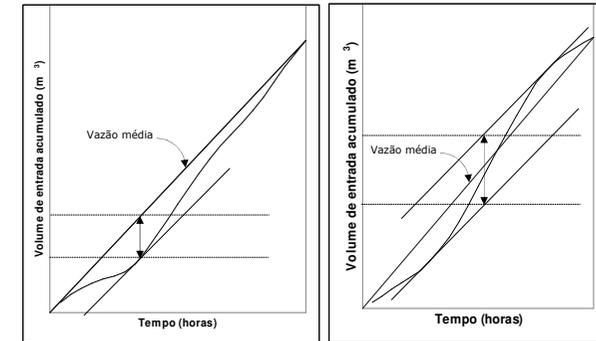
➤ Método gráfico

- ✓ Plotar o diagrama do volume acumulado em função do tempo (horário);
- ✓ Traçar a linha vazão média (origem – ponto final do diagrama);
- ✓ Traçar uma paralela à linha de vazão média, tangente à curva do volume acumulado; (ou duas paralelas conforme o tipo de diagrama obtido);
- ✓ O volume de equalização requerido é a distância vertical do ponto de tangência à linha de vazão média ou a distância entre as duas paralelas.

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

EQUALIZAÇÃO

➤ Volume de equalização – Método gráfico



Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

EQUALIZAÇÃO

Exemplo de Dimensionamento

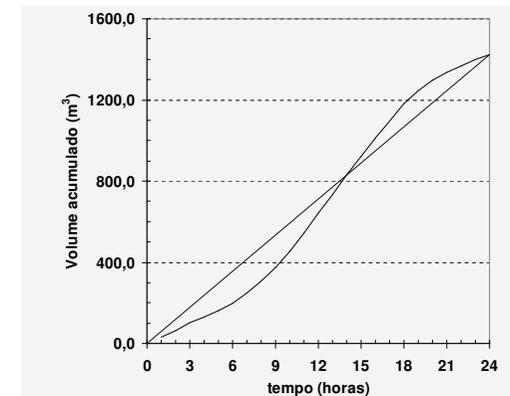
Dimensionar um tanque de equalização para uma indústria, com atividade contínua, considerando os dados na tabela a seguir:

Horário	pH	T (°C)	Vazão média m³/h	Volume m³
1	12,0	45,0	31,0	31,0
2	12,0	56,0	34,0	65,0
3	10,0	36,0	36,0	101,0
4	9,0	47,0	30,0	131,0
5	9,0	46,0	32,0	163,0
6	8,0	31,0	35,0	198,0
7	5,0	35,0	52,0	250,0
8	5,0	35,0	59,0	309,0
9	5,0	31,0	67,0	376,0
10	9,0	40,0	78,0	454,0
11	5,0	34,0	90,0	544,0
12	11,0	41,0	98,0	642,0
13	11,0	44,0	92,0	734,0
14	14,0	34,0	97,0	831,0
15	10,0	52,0	92,0	923,0
16	10,0	45,0	89,0	1012,0
17	7,0	31,0	85,0	1097,0
18	5,0	29,0	87,0	1184,0
19	5,0	27,0	60,0	1244,0
20	12,0	37,0	52,0	1296,0
21	9,0	44,0	40,0	1336,0
22	9,0	44,0	32,0	1368,0
23	6,0	28,0	30,0	1398,0
24	5,0	28,0	25,0	1423,0

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

EQUALIZAÇÃO

Exemplo de Dimensionamento



Volume de equalização = 300 m³

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

EQUALIZAÇÃO

Exemplo de Dimensionamento

Dimensionar um tanque de equalização para uma indústria, com atividade contínua, considerando os dados na tabela a seguir:

Horário	Vazão média (L/s)	Concentração média DBO -(mg/L)
1	274,51	150
2	220,7	115
3	164,1	75
4	130,2	50
5	104,7	45
6	99,1	60
7	118,9	90
8	203,8	130
9	353,8	175
10	410,4	200
11	424,5	215
12	430,2	220
13	424,5	220
14	404,7	210
15	384,9	200
16	350,9	190
17	325,5	180
18	325,5	170
19	328,3	175
20	365,1	210
21	399,0	280
22	399,0	305
23	379,2	245
24	345,3	180

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

MISTURA

A mistura é uma importante operação unitária em várias etapas do tratamento de águas residuárias. O vigor da operação pode ser caracterizada qualitativamente por:

➤ **Homogeneização**

envolve uma movimentação branda que visa uniformizar líquidos miscíveis para se conseguir algum grau de uniformidade.

➤ **Mistura**

é uma operação mais vigorosa, visando a uniformização de substâncias que podem ou não ser miscíveis.

➤ **Agitação**

envolve a movimentação intensa do sistema para se atingir diversas finalidades: uniformização, mistura, suspensão de um sólido num líquido, dispersão de um gás num líquido ou promoção da turbulência necessária para acelerar os processos de transferência de massa ou calor.

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

MISTURA

➤ **Finalidades**

- ✓ Misturar completamente uma substância em outra;
- ✓ Misturas suspensão líquida;
- ✓ Homogeneização de líquidos miscíveis;
- ✓ Floculação de sólidos;
- ✓ Transferência de calor

➤ **Classificação da mistura em tratamento**

- ✓ Mistura rápida-contínua
- ✓ Mistura contínua

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

MISTURA

Classificação da mistura em tratamento

➤ **Mistura rápida-contínua**

principal objetivo é misturar completamente uma substância em outra, variando de uma fração de segundo até 30 segundos.

- ✓ Salto hidráulico em canais abertos
 - ✓ Bocal tipo venturi
 - ✓ Tubulação
 - ✓ Bombeamento
- } turbulência no regime de escoamento
- ✓ Misturadores estáticos: turbulência induzida por dissipação de energia
 - ✓ Misturadores mecânicos: turbulência induzida por entrada de energia por meio da rotação de impelidores

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

MISTURA

Classificação da mistura em tratamento

➤ Mistura contínua

principal objetivo é para manter o conteúdo do reator ou do tanque em completo estado de mistura.

- ✓ Misturadores mecânicos
- ✓ Misturadores pneumáticos (injeção de gases)
- ✓ Misturadores estáticos ou de linha
- ✓ Bombeamento

Dissipação de energia na mistura

Energia/ unidade volume



Sistema

↑ Entrada energia



↑ Maior turbulência



Eficiência da mistura

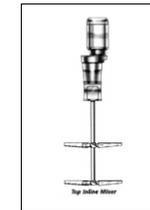
Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS

MISTURA

➤ Tipos de misturadores



Impelidores



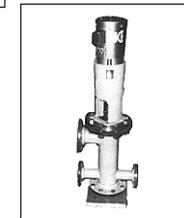
Top Static Mixer



KM Static Mixer



Full 180 Degree Helices



Tubulação

Misturador estático

Prof. Carlos Ernando da Silva - Tratamento de Resíduos e Impactos Ambientais - UFSM/CT/HDS