



MORADA NOVA
PREFEITURA



**ANEXO E – ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO DE REJEITO
GERADO – ETRG**



TANQUE DE EQUALIZAÇÃO DE ÁGUA DE LAVAGENS DOS FILTROS

Para o tanque de equalização, foi adotado volume de 40 m³, suficiente para atender até duas lavagens de filtro. Após o armazenamento a água de lavagem será homogeneizada por um misturador mecanizado e em seguida bombeada para o sistema de clarificação.

DIMENSIONAMENTO TANQUE DE EQUALIZAÇÃO E MISTURADOR MECANIZADO

Dados de entrada:

Vazão média	1,67 m ³ /h	
Tempo de Detenção Hidráulica	24,00 horas	(Adotado)
Aceleração da gravidade	9,81 m ² /s	
Viscosidade absoluta	0,0010 Pa. s	
Número de potência (K) adotado	5,00	adotado
Gradiente de velocidade (G)	70,00 s ⁻¹	
Peso específico da água (p)	999,13 kg/m ³	

$$V_f = Q \cdot \theta_h$$

Volume	40 m ³	(conforme tanque existente)
Volume corrigido	40 m ³	

Determinação da Potência da Turbina de Agitação

$$Potência = G^2 \cdot u \cdot V$$

$$Potência = G^2 \cdot u \cdot V$$

$$V_f = 40,00 \text{ m}^3$$

$$P = 196,39 \text{ Watt}$$

$$P = 0,27 \text{ cv}$$

$$P. adotada = 0,50 \text{ cv}$$

G = Gradiente de Velocidade

u = Viscosidade absoluta

V = Volume do Floculador

Determinação do diâmetro das paletas de agitação

Adotado 0,75 metros para instalação da paleta de mistura

$$0,80 \text{ m}$$

Determinação das rotações da turbina (n)

$$n = \sqrt[3]{\frac{P}{K_p D^5}}$$

$$n = 0,49 \text{ s}^{-1}$$

$$n = 30 \text{ rpm}$$

n: número de rotações

P: Potência do agitador



K: Número de potência (Parlatone, 1988)

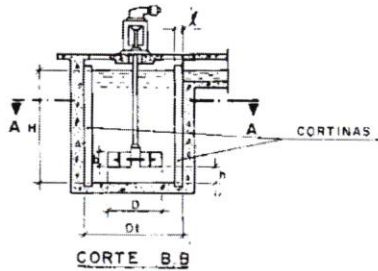
D: Diâmetro da paleta

p: peso específico da água

Quantidade de paletas

Paletas agitadores 2 adotado

Dimensões das paletas



Diâmetro das paletas 0,8 m
Largura (b) 0,12 m (Adotada)
ra do fundo para as paletas (h) 1,05 m

ESTAÇÃO ELEVATORIA TANQUE DE EQUALIZAÇÃO DE ÁGUA DE LAVAGENS DOS FILTROS

DADOS PARA DIMENSIONAMENTO

Tempo de funcionamento da bomba (t)	22	horas
Comprimento Tubulação em PVC (L') adutora água bruta	13,50	m
Coefficiente do tipo de material (C)	130	m
Cota inicial	92,21	m
Cota Final	100,16	m
Constante em função do material PVC (K)	18	
Aceleração da gravidade (G)	9,81	m/s ²

Vazão de Dimensionamento

Q _{au} =	1,67	l/s
Q _{au} =	6,01	m ³ /h

Será adotado 1,0 bombas para vazão total + 1,0 reserva

DIAMÊTRO DA TUBULAÇÃO

D=diâmetro metros calculado

$\sqrt{Q_a}$ = raiz da vazão de adução usada no caso em m³/s

1,67 l/s
6,01 m³/h

Para esse DIMENSIONAMENTO utiliza-se fórmula de Bresser

$D = 1,2 \times \sqrt{Q_a}$

D= 0,0490 m



D= 49,04 mm

Diâmetro adotado 50 mm
Diâmetro adotado 0,05 m

ÁREA DA TUBULAÇÃO

A=Área da tubulação m²..... 3,14
D=Diâmetro ao quadrado metros 0,05

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$A = \boxed{0,0020 \text{ m}^2}$$

VELOCIDADE NA TUBULAÇÃO

V=Velocidade no tubo m/s
A=Área do tubo em m² 0,002
Qa=Vazão usado - m³/h 6,01

$$V = \frac{Qa}{A} = \frac{6,01}{0,002}$$

$$V = \boxed{3063,44 \text{ m/h}}$$

$$V = \boxed{0,85 \text{ m/s}}$$

SELEÇÃO DO CONJUNTO MOTOR-BOMBA

DADOS

Q_{bom} = Vazão de bombeamento 1,67 L/s
Nf = Número de bombas funcionando simultaneamente 1,00 unid.
Nr = Número de bombas reservas 1,00 unid.
Hg_{max} = Altura geométrica máxima 7,95 m
Material da linha de recalque: PVC
ε = coeficiente de rugosidade adotado 0,0015 mm
L = Extensão da linha de recalque 13,50 m
D = Diâmetro da linha de recalque adotado 50 mm
Di = Diâmetro das tubulações de interligação adotado 50 mm

CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA

CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS

As perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito ao tipo de singularidades das peças existente ao longo do sistema. Ver equação a seguir.



Onde:

hf = Perda de carga localizada

SK = Somatório dos coeficientes de perda de carga

V = Velocidade na tubulação

g = Constante gravitacional

$$h_f = \left(\sum K \right) \frac{V^2}{2.g}$$

----- m

----- m/s

9,81 m/s²

As peças relacionadas abaixo foram retiradas dos desenhos da elevatória e linha de recalque. Como as bombas de projeto são do tipo submersível, não existe tubulação de sucção.

FUNCIONAMENTO		1 bomba	
CONEXÕES:	K	QUANT.	VALOR
Interligação			
Curva 90	0,40	2,00	0,80
Curva 45	0,20	0,00	0,00
Redução	0,15	0,00	0,00
Válvula de gaveta	0,20	0,00	0,00
Válvula de retenção	2,50	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00	0,00
Barrilete			
Ampliação	0,30	1,00	0,30
Tê direto	0,60	0,00	0,00
Tê lateral	1,30	1,00	1,30
Tê bilateral	1,80	0,00	0,00
Válvula de gaveta	0,20	1,00	0,20
Válvula de retenção	2,50	1,00	2,50
Outros	0,00	0,00	0,00
Outros	0,00	0,00	0,00
Linha de Recalque			
Curva 90	0,40	3,00	1,20
Curva 45	0,20	0,00	0,00
Tê direto	0,60	0,00	0,00
Saída de canalização	1,00	1,00	1,00
Outros	0,00	0,00	0,00

O somatório de K para as situações de funcionamento de 1 bomba é apresentado abaixo:

Interligação:

SK₁ = Somatório de K para conexões da interligação

0,80

Para barrilete:

SK₂ = Somatório de K para conexões do barrilete

4,30

Para recalque:



SK_r = Somatório de K para conexões da linha de recalque

2,20

As velocidades nas tubulações de interligação, barrilete e recalque para a situação de 1 bomba operando, assim como as perdas de carga localizadas, são apresentadas a seguir:

Q (L/s)	V (m/s)		hf (m)		Total hr
	Inter.	B/Lr	Inter.	B/Lr	
1 bomba	ø50	ø50	ø50	ø50	
1,67	0,85	0,85	0,03	0,24	0,27
4,14	2,11	2,11	0,18	1,47	1,65
3,83	1,95	1,95	0,16	1,26	1,42
3,50	1,78	1,78	0,13	1,05	1,18
3,14	1,60	1,60	0,10	0,85	0,95
2,69	1,37	1,37	0,08	0,62	0,70
2,22	1,13	1,13	0,05	0,42	0,48
1,67	0,85	0,85	0,03	0,24	0,27
1,11	0,57	0,57	0,01	0,11	0,12

CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA DISTRIBUÍDA

As perdas de carga distribuída serão calculadas pela fórmula Universal, apresentada a seguir:

$$j = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Onde:

j = Perda de carga linear pela fórmula Universal

f = fator de atrito

L = Extensão da linha de recalque

D = Diâmetro da linha de recalque adotado

V = Velocidade do fluxo na tubulação

g = Constante gravitacional

----- m
----- m
----- m/s
----- m/s²

Para este cálculo é necessário a determinação do fator de atrito (f), dado pela fórmula de Swamee-Jain, apresentada a seguir:

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{\epsilon}{3,7D} + \frac{5,74}{Re y^{0,9}} \right) \right]^2}$$



Onde:

f = Fator de atrito

ϵ = Rugosidade do material da tubulação

D = Diâmetro do tubo

Rey = Número de Reynolds

----- m
----- m

O fator de atrito, por sua vez, é função do número de Reynolds, determinado pela equação apresentada a seguir:

$$Rey = \frac{VD_h}{\nu}$$

Onde:

Rey = Número de Reynolds

V = Velocidade do fluxo na tubulação

D_h = Diâmetro hidráulico

ν = Viscosidade cinemática do fluido (20°C)

----- m/s
----- m
----- m²/s

O diâmetro hidráulico é numericamente igual ao diâmetro da tubulação por se tratar de um escoamento em seção plena, isto é, toda a parede interna do tubo está em contato com o líquido escoado.

As perdas de carga distribuídas, localizadas e totais são apresentadas na tabela a seguir. Para o cálculo foram utilizados os dados abaixo:

L = Extensão da linha de recalque

D = Diâmetro da linha de recalque adotado

ϵ = Rugosidade do material da tubulação

ν = Viscosidade cinemática do fluido (20°C)

g = Constante gravitacional

13,50 m
0,05 m
0,0000 m
1,007E-06 m²/s
9,81 m/s²

Q	V	Rey	f	j	hf	Hj
L/s	m/s			m	m	m
1,67	0,85	4,2E+04	0,0217	0,216	0,27	0,49
4,14	2,11	1,0E+05	0,0179	1,094	1,65	2,75
3,83	1,95	9,7E+04	0,0182	0,953	1,42	2,37
3,50	1,78	8,9E+04	0,0185	0,810	1,18	1,99
3,14	1,60	7,9E+04	0,0189	0,666	0,95	1,62
2,69	1,37	6,8E+04	0,0195	0,507	0,70	1,21
2,22	1,13	5,6E+04	0,0204	0,359	0,48	0,84
1,67	0,85	4,2E+04	0,0217	0,215	0,27	0,48
1,11	0,57	2,8E+04	0,0238	0,105	0,12	0,22

Na tabela abaixo são apresentados os dados para gerar a curva característica do sistema:



Q (L/s)	Hg _{máx} (m)	Hj (m)	H _{man} _{máx} (m)
1,67	7,95	0,486	8,44
4,14	7,95	2,749	10,70
3,83	7,95	2,373	10,32
3,50	7,95	1,993	9,94
3,14	7,95	1,618	9,57
2,69	7,95	1,208	9,16
2,22	7,95	0,836	8,79
1,67	7,95	0,484	8,43
1,11	7,95	0,224	8,17

ESCOLHA DO CONJUNTO MOTOR-BOMBA

CARACTERÍSTICAS DO CONJUNTO SELECIONADO

Para atender aos pontos exigidos pelo sistema foi selecionado o seguinte conjunto motor-bomba:

O conjunto moto bomba selecionado poderá ser substituído por outro, desde que atenda as mesmas especificações operacionais do conjunto selecionado.

Marca do conjunto motor-bomba submersível:

Modelo:

Curva da bomba (catálogo do fabricante):

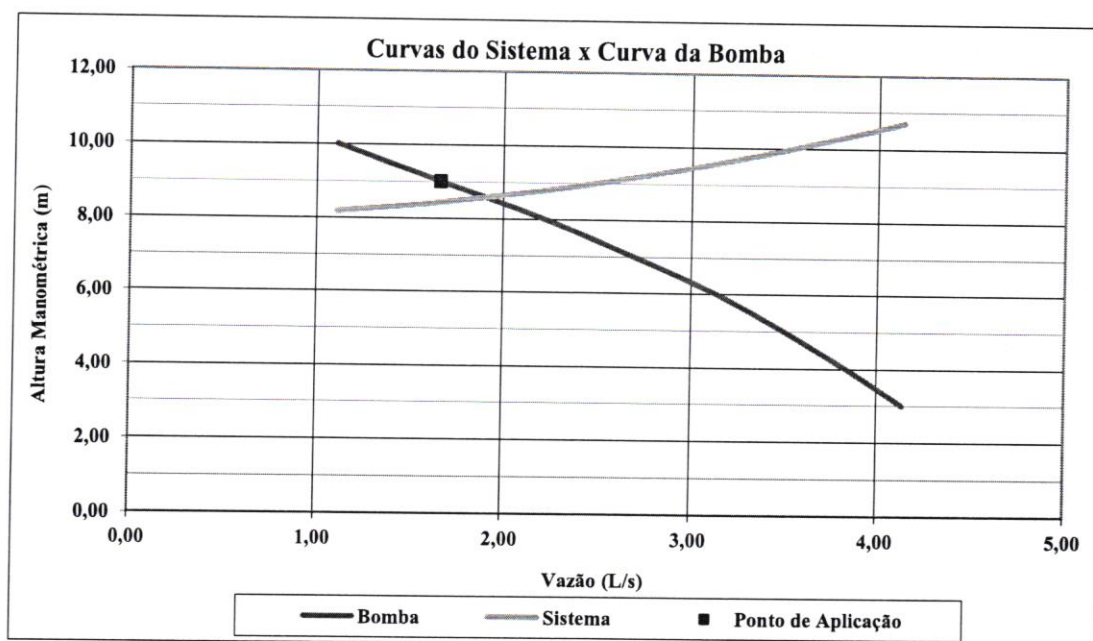
FAMAC
FBS-NG-250

Q (L/s)	H _{man} (m)
4,14	3,00
3,83	4,00
3,50	5,00
3,14	6,00
2,69	7,00
2,22	8,00
1,67	9,00
1,11	10,00

A seguir são apresentadas a tabela e gráfico das curvas do sistema e da bomba para a situação de 1 bomba em funcionamento.



Q (L/s)	H _{man} (m)	Hg _{max} (m)
	Bomba	Sistema
4,14	3,00	10,70
3,83	4,00	10,32
3,50	5,00	9,94
3,14	6,00	9,57
2,69	7,00	9,16
2,22	8,00	8,79
1,67	9,00	8,43
1,11	10,00	8,17



DETERMINAÇÃO DOS PONTOS OPERACIONAIS DA BOMBA

Pela análise dos pontos de encontro entre as curvas características do sistema com as curvas das bombas, e informações do catálogo do fabricante, tem-se:

Parâmetros	Hg _{max}
Q (L/s)	1,67
H _{man} (m)	9,00
h _{bom} (%)	65,00



CÁLCULO DA POTÊNCIA DOS MOTORES DOS CONJUNTOS MOTOR-BOMBAS

A equação para o cálculo da potência dos conjuntos motor-bombas está descrita a seguir:

$$P_{\text{útil}} = \frac{w \times Q \times H_{\text{man}}}{75 \times \eta}$$

Onde:

$P_{\text{útil}}$ = Potência do conjunto	---	cv
w = Peso específico do líquido	1000,00	kg/m ³
Q_{bom} = Vazão de bombeamento	0,00167	m ³ /s
H_{man} = Altura manométrica do conjunto motor-bomba	9,00	m
h = Rendimento do conjunto motor-bomba	---	%

O rendimento do conjunto motor-bomba é calculado multiplicando-se o rendimento hidráulico da bomba pelo rendimento elétrico do motor, assim:

$$\eta = \eta_{\text{bom}} \times \eta_{\text{mot}}$$

Onde:

h = Rendimento do conjunto motor-bomba	---	%
η_{bom} = Rendimento hidráulico da bomba	65,0	%
η_{mot} = Rendimento elétrico do motor	100	%

Assim:

h = Rendimento do conjunto motor-bomba	65,0	%
--	------	---

Dessa forma, a potência calculada do conjunto motor-bomba é igual a:

$P_{\text{útil}}$ = Potência do conjunto	0,31	cv
--	------	----

Como se deve admitir na prática uma certa folga para os motores elétricos. Os seguintes acréscimos são recomendados:

- 50% para bomba até 2 CV
- 30% para bomba de 2 a 5 CV
- 20% para bomba de 5 a 10 CV
- 15% para bombas de 10 a 20 CV
- 10% para bombas de mais de 20 CV

Assim, a potência somada ao fator de acréscimo é calculada da seguinte forma:

$$P = P_{\text{útil}} \times (1 + FAP)$$

P = Potência do conjunto com fator de acréscimo	---	cv
---	-----	----



MORADA NOVA
PREFEITURA



$P_{\text{útil}}$ = Potência do conjunto 0,31 cv
FAP = Fator de acréscimo de potência 50 %

Assim:

P = Potência do conjunto com fator de acréscimo 0,46 cv

A potência comercial do conjunto adotada será igual a:

P_{com} = Potência comercial do conjunto motor-bomba 0,50 cv

ADENSADOR GRAVIMETRICO

Vazões de Projeto

$Q_{\text{média}}$ = 40,00 m³/d
 $Q_{\text{média}}$ = 1,67 m³/h

ÁREA SUPERFICIAL DE SEDIMENTAÇÃO

Quantidade de Adensador 1 Unid.
 $Q_{\text{médio final}}$ = 40 m³/d
TAS = 16 m³/m².dia
Área Cal. = 2,50 m²

Diâmetro do Decantador

Área Cal. = 2,50 m²

Diâmetro Cal. = 1,78 m

Diâmetro Adotado = 2,00 m

Nova Área = 3,14 m²

CÁLCULO DA ALTURA DA CÂMARA DE SEDIMENTAÇÃO

Altura da câmara de Sedimentação (H)

Hadotado = 1,04 m

ENTRADA DO EFLUENTE NO ADENSADOR

Vazão = 0,000462963 m³/s

Veloc. do efluente na distribuição = 0,200 m/s

Área dos orifícios de distribuição = 0,000 m²

Diâmetro dos orifícios de distribuição = 20,52 mm

Diâmetro adotado = 32 mm

Distribuição dos orifícios = 7,0 orifícios/metro



Quantidade de orifícios = 14,0 Orifícios
Quantidade de orifícios = 14,0 Orifícios

ADOÇÃO DA ALTURA DA CÂMARA DE ALIMENTAÇÃO

Distância da tubulação = 0,300 m
Distância da tubulação ao poço = 0,200 m
Diâmetro do tubo 0,032 m
Altura da câmara de alimentação = 0,53 m

CÁLCULO DAS DIMENSÕES DO CONE

Diâmetro do decantador = 2,00 m
Diâmetro da base do Cone = 0,80 m
Adotou-se ângulo do cone = 60,00 Graus
Diâmetro da base não molhada = 0,60 m
Altura do Poço de Lodo = 1,04 m

CÁLCULO DO VOLUME DA PARTE CILÍNDRICA DO ADENSADOR

Nova área = 3,14 m²
Altura acima das placas = 0,2 m
Altura da câmara de sedimentação = 1,04 m
Altura da câmara de alimentação = 0,53 m
Altura da parte cilíndrica = 1,77 m
Volume da parte cilíndrica = 5,6 m³

CÁLCULO DO VOLUME DO POÇO DO ADENSADOR

Diâmetro do decantador = 2,00 m
Adotou-se a base de descarga = 0,50 m
Altura do poço = 1,04 m
Volume do poço do decantador = 1,43 m³

CÁLCULO DO VOLUME TOTAL DO ADENSADOR

Volume da parte cilíndrica = 5,6 m³
Volume do poço do decantador = 1,43 m³
Volume total do decantador = 7,00 m³

CÁLCULO DA CALHA DE ÁGUA DECANTADA

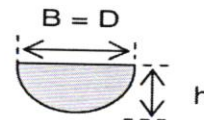
Vazão Média (Q_{máx.h}) = 0,0005 m³/s
Largura da calha (B) = 0,2 m (Adotado)



MORADA NOVA
PREFEITURA



Comprimento da calha =	2,0 m
Área da Seção molhada =	0,016 m ²
Coefficiente de Manning =	0,009 m
Declividade da calha =	5 %
Raio Hidráulico (Rh) =	0,05
Velocidade (V) =	0,28 m/s
Altura da Lâmina d'agua (h0) =	0,00007 m
Altura da Calha (H) =	0,2 m



CÁLCULO DOS VERTEDORES/ ORIFÍCIOS

Vazão Média (Q _{máx.h}) =	0,000462963 m ³ /s
Comprimento da calha =	2,00
Quantidade de vertedores =	7,00 orifícios/metro
Quantidade de vertedores Adot. =	14,00 orifícios/metro
Vazão de cada vertedor =	0,000033 m ³ /s
Velocidade (V) =	0,28 m/s
Diâmetro de cada Orifício =	0,01 m
Diâmetro de cada Orifício =	1,23 cm

DIÂMETRO DO TUBO DE SAÍDA

Vazão Média (Q _{med}) =	0,0005 m ³ /s
Velocidade (V) =	0,28 m/s
Área do tubo =	0,002 m ²
Diâmetro calculado =	0,047 m
Diâmetro calculado =	47 mm
Diâmetro adotado =	50 mm

ALTURA TOTAL DO DECANTADOR

Altura =	3,0 metros
Altura adotada =	5,0 metros



DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DOSAGEM DE PRODUTO QUIMICO DA ETRG

DOSAGEM DE POLIMERO

Qd- vazão dosadora em l/s	
C de conc. dosagem mg/l adotado	2
% percentual de proporção para dosagem adotado	1,0
Qs= Vazão do sistema em m ³ /h	1,67

$$Qd = \frac{Qs \times C}{10 \times \%}$$

Qd =	0,33	l/h
Adotado Qd =	10,00	l/h

VAZÃO ADOTADO PARA BOMBA DOSADORA ATÉ 10 L/H, PRESSÃO DE SERVIÇO DE 1 BAR

VOLUME DO TANQUE

Para o volume do tanque usa-se o tempo de uso dia 24 horas multiplica pela vazão da dosadora

$$V = 10,00 \times 24 = 240,00$$

VOLUME ADOTADO	250	LITROS
----------------	-----	--------

ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE SÓLIOS PRODUZIDA NA ETA

DADOS PARA DIMENSIONAMENTO		
Parâmetros	Valor entrada	Unidade
1. Vazão Q do sistema	479,76	m ³ /d
3. DSAI: Dosagem de sulfato de alumínio	25	mg SAl/L
4. SST: Concentração de sólidos suspensos totais na água a ser tratada	40,8	mg /L
4.Dp: Dosagem de polímero seco	2,0	mg Al/L
5. DCAP: Dosagem de carvão ativado	0,00	mg Al/L
6. Dcal: Dosagem de cal hidratada	0,00	mg Al/L
CALCULOS		
$P_{ss} = Q(0,44D_{SAL} + SST + D_p + D_{CAP} + 0,1D_{CAL}) \times 10^{-3}$		
P _{ss} : Produção de SST	25,81	kg/d