

CENTRO AUTOMOTIVO SP RACES

ETE - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - PRÉ - DIMENSIONAMENTO

1 - Vazões e Cargas Orgânicas de Dimensionamento

Q fixa	1,29 l/s
Q total =	1,65 l/s

Adota-se Concentração de $DBQ_{5,20}$ =	450 mg/l
Contribuição de carga orgânica fixa =	50 kgDBO _{5,20} /dia
Contribuição de carga orgânica total =	64 kgDBO _{5,20} /dia

2 - Dimensionamento do Tratamento Preliminar

2.1 - Dimensionamento da Calha Parshall

p/ Q máx igual a 2 l/s adota-se uma calha Parshall de garganta igual a 3 polegadas

Determinação do rebaixo da calha Parshall:

$$Q_{\min}/Q_{\max} = (H_{\min} - z) / (H_{\max} - z)$$

$$Q = 0,176 \times H^{1,547} \quad \text{Portanto: } \begin{array}{ll} p/ Q_{\min} = & 0,65 \text{ l/s} \\ Q_{\max} = & 1,65 \text{ l/s} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} H_{\max} = & 0,05 \text{ m} \\ H_{\min} = & 0,03 \text{ m} \end{array}$$

Rebaixo:

$$z = 0,01 \text{ m}$$

2.2 - Dimensionamento da Caixa de Areia

Parâmetros (*)	V esc =	0,3 m/s	Vel. Escoamento no canal
de dimensionamento: (**)	V sed =	0,021 m/s	

(*) Velocidade de escoamento no canal

(**) velocidade de sedimentação para remoção de partículas com diâmetro específico $\geq 2,0 \text{ mm}$

Determinação da largura útil do canal:

$$V_{\text{esc}} (\text{m/s}) = Q_{\max} (\text{m}^3/\text{s}) / A_{\text{útil}} (\text{m}^2)$$

$$A_{\text{útil}} (\text{m}^2) = \text{largura útil (m)} \times \text{lâmina no canal (m)}$$

$$\text{largura útil} = 0,15 \text{ m}$$

Adota-se largura = 0,30 por motivos construtivos

Determinação do comprimento do canal:

$$\text{comprimento} = 1,5 \times (V_{\text{esc}}/V_{\text{sed}}) \times (H_{\max} - z)$$

$$\text{comprimento} = 0,78 \text{ m}$$

Dimensões finais:	(adotam-se, por limitações construtivas)		
	comprimento =	1,00 m	
duas caixas em paralelo	largura =	0,30 m	
para funcionamento alternado com:	profundidade total =	0,5 m	
	rebaixo para a areia =	0,10 m	

2.3 - Dimensionamento do Gradeamento Médi

Adotam-se barras retas e inclinadas a 45 graus em relação à horizontal.

espaçamento entre barras $a = 15 \text{ mm}$
espessura das barras: $t = 10 \text{ mm}$

Determinação da Eficiência da grade:

$E = a / (a+t)$ $E = 0,60$

$p / v \text{ esc entre barras} = 0,70 \text{ m/s}$

Área útil $= Q / v \text{ esc}$

$A_u = 0,002 \text{ m}^2$

Área total $= A_u / E$

$A_t = 0,004 \text{ m}^2$

$p / \text{lâmina a jusante da grade: } y_1 = 0,04 \text{ m}$

largura canal $= A_t / y_1$

$b = 0,11 \text{ m}$

Adota-se largura do canal $= 0,30 \text{ m}$ (por limitações construtivas)

3 - Dimensionamento dos Reatores (Tanques de Aeração)

Adota-se dimensionamento para a condição de vazão fixa e verificação para a vazão total

Parâmetros de Dimensionamento:	(I) $t_d \approx =$	24 horas
(Condição de Aeração Prolongada)	(II) $t_c =$	20 dias
	(III) $y =$	0,5 kg SSV/ kg DBO apl.
	(IV) $k_d =$	0,04 1/dia
	(V) $F/M \leq =$	0,2 kg DBO/kg SSVTA
	(VI) Efic. $=$	95 %

(I) tempo de detenção hidráulica
(II) tempo de detenção celular
(III) coeficiente de síntese celular
(IV) taxa de respiração endógena
(V) relação alimento/microrganismos
(VI) eficiência em termos de remoção de DBO

Determinação do volume do reator:

$V = (t_c \times Q_{\text{máx}} \times y \times (DBO_{af} - DBO_{ef})) / (X \times (1 + k_d \times t_c))$

$DBO_{af} = 450 \text{ mg/l}$
 $DBO_{ef} = 23 \text{ mg/l}$

$X_{vTA} = 2500 \text{ mg/l}$ (Concentração de lodo ativo no tanque de aeração) adotado

$V = 106 \text{ m}^3$

Determinação da quantidade de lodo ativo no tanque de aeração:

$SSVTA = 265 \text{ kgSSVTA}$

Verificação da relação alimento/microrganismo:

$F/M = 0,19 \text{ kgDBO/kgSSVTA}$ (OK)

Verificação do tempo de detenção hidráulico:

td = 0,95 dia
td = 23 horas

Profundidade útil do tanque de aeração:

Adota-se prof. Útil = 2,50 m

Adotam-se 2 tanques de aeração em paralelo:

V cada tanque = 53 m³

A cada tanque = 21 m²

Adota-se formato quadrado:

Lado = 4,6 m

Dimensões finais:

2 tanques de aeração com:

Volume útil =	53 m³	
Área =	21 m²	
Lado =	4,6 m	
Prof. útil =	2,50 m	
Borda livre =	0,5 m	adotado
Prof total =	3,00	

Verificação para a condição de vazão total

Parâmetros de Dimensionamento: (Condição de lodo ativado convencional)	(I) td ~ =	15 horas
	(II) tc =	12 dias
	(III) y =	0,5 kg SSV/ kg DBO apl.
	(IV) kd =	0,04 1/dia
	(V) F/M <=	0,4 kg DBO/kg SSVTA
	(VI) Efic. =	95 %

(I) tempo de detenção hidráulica
(II) tempo de detenção celular
(III) coeficiente de síntese celular
(IV) taxa de respiração endógena
(V) relação alimento/microrganismos
(VI) eficiência em termos de remoção de DBO

Verificação do volume necessário de reator:

$V = (t_c \times Q_{\max} \times y \times (DBO_{af} - DBO_{ef})) / (X \times (1 + k_d \times t_c))$

DBO af = 450 mg/l
DBO ef = 23 mg/l

XvTA = 2700 mg/l (Concentração de lodo ativo no tanque de aeração) adotado

V = 92 m³ (OK - Menor que o volume calculado para a situação de vazão fixa)

Determinação da quantidade de lodo ativo no tanque de aeração:

SSVTA = 247 kgSSVTA

Verificação da relação alimento/microrganismo:

F/M = 0,26 kgDBO/kgSSVTA (OK)

Verificação do tempo de detenção hidráulico:

td = 0,64 dia
td = 15 horas (OK - Coerente com o sistema de Lodos Ativados Convencional)

4 - Sistema de Aeração

Dimensionamento para a condição de vazão total

Adotam-se aeradores superficiais flutuantes.

Parâmetros de dimensionamento: (*) NEC O₂ = 2,5 kg O₂/kgDBO ap.
(**) Tx O₂ = 0,60 kg O₂/HP x h

(*) Necessidade de oxigênio para a atividade aeróbia

(**) Taxa de transferência de oxigênio pelos aeradores do tipo rápidos flutuantes

CO aplicada = 64 kgDBO/dia

Oxigênio necessário = 160 kgO₂/dia 7 kgO₂/h

Potência necessária = 11,1 HP

Adotam-se dois aeradores de potência igual a 7,5 HP, sendo um para cada tanque de aeração
Potência total = 15 HP

Verificação da densidade de potência:

V total tanque = 106 m³

Potencia total instalada = 15 HP ou 11,25 kw

Densidade de potencia = 106 w/m³

5 - Dimensionamento da Elevatória de Recirculação de Lodo

Dimensionamento para a condição de vazão total (fixa + flutuante)

Determinação da taxa de recirculação de lodo do tanque de aeração:

Concentração do lodo no tanque de aeração = 2500 mg/l
Concentração do lodo sedimentado = 8000 mg/l adotado

$X_v TA \times (Q_{af} + Q_r) = X_v sed \times Q_r$

Q_r/Q_{af} = 0,45 Taxa de recirculação teórica

Na prática recomenda-se taxas de recirculação maiores de forma garantir flexibilidade operacional.

Adota-se uma taxa de recirculação de 1,00

p/ Q af = 1,65 l/s Q_r = 1,65 l/s

Portanto é prevista a instalação de uma EE com capacidade de recalque de: 2 l/s

6 - Dimensionamento do Decantador Secundário

Adota-se dimensionamento para a condição de vazão fixa e verificação para a vazão total

Parâmetros de Dimensionamento: tx aplic sup = 16 m³/m² x dia

Determinação da área do decantador:

$A = Q \text{ máx (m}^3/\text{dia) / tx aplic sup (m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia)}$

p/ Q máx = 111 m³/dia

A = 6,97 m²

Adotam-se dois decantadores em paralelo. A cada dec = 3,48 m²

Formato retangular com: Comp. = 2,60 m
Largura = 1,34 m

Adota-se: Comp. = 2,60 m
Largura = 1,35 m

Cada decantador terá dois poços de lodo de formato tronco piramidal invertido com as seguintes características:

Base maior: formato quadrado com lado = 2,60 m

Base menor: formato quadrado com lado = 0,3 m

Ângulo de inclinação das paredes = 60 graus

Profundidade = 1,99 m

Dimensões finais:

2 decantadores paralelos com formato retangular, cada um com:

Comprimento =	2,60 m	
Largura =	1,35 m	
Profundidade útil =	2,00 m	adotado
2 poços de lodo de formato tronco piramidal		
Profundidade do poço de lodo =	1,99 m	
Base maior quadrada com L =	2,60 m	
Base menor quadrada com L =	0,3 m	
Borda livre =	0,3 m	adotado
Profundidade total =	4,29 m	

Verificação para a condição de vazão total

p/ Q total = 1,65 l/s ou 143 m³/dia

A útil decantação = 7,02 m²

Taxa de aplicação superficial = 20 m³/m² x dia

OK - dentro da faixa recomendada pela literatura.

7 - Filtração do Efluente do Sistema de Lodos Ativados

Adota-se dimensionamento para a condição de vazão fixa e verificação para a vazão total

7.1. Filtros Rápidos por Gravidade

Q fixa = 1,29 l/s ou 111 m³/dia

Adota-se 'Tx filtração = 50 m³/m² x dia

A filtração = 2,2 m²

Adotam-se 3 filtros com:	Comprimento =	1,20 m
	Largura =	0,70 m
	Área útil =	0,84 m ²
	Área útil total =	2,52 m ²
	Tx filt efetiva =	44 m ³ /m ² x dia

Verificação para a condição de vazão total

p/ Q total = 1,65 l/s ou 143 m³/dia

A útil de filtração = 2,52 m²

Taxa de filtração = 57 m³/m² x dia

(OK - Dentro da faixa recomendada pela literatura para filtros de camada simples de areia)

7.2. Sistema de Lavagem dos Filtros

Adota-se v ascensional de lavagem = 0,9 m/min

p/ A filtro = 0,84 m²

Q lavagem = 0,756 m³/min ou 12,6 l/s

Portanto é prevista a instalação de uma EE c/ Q rec = 13 l/s

Reservatório de Água para Lavagem:

Adota-se tempo de lavagem = 10 min

p/ Q lav = 12,6 l/s ou 0,756 m³ min

V lavagem = 7,56 m³

Adota-se um reservatório com:

Comprimento =	3,0 m
Largura =	1,7 m
Prof. Útil =	1,5 m
Volume útil =	7,7 m ³

7.3. Sistema de Regularização e Recirculação dos Efluentes da Lavagem dos Filtros

Adota-se carreira de filtração = 18 horas

p/ número de filtros = 3 unidades

Intervalo entre lavagens = 6 horas

V efluentes diário = 22,68 m³/dia

Q regularizado diário = 1,26 m³/h ou 0,35 l/s

Portanto é prevista a instalação de uma EE c/ Q rec = 0,4 l/s

Reservatório de Regularização:

Adota-se V regularização = V água para lavagem

Adota-se um reservatório com:

Comprimento =	3,0 m
Largura =	1,7 m
Prof. Útil =	1,5 m
Volume útil =	7,7 m ³

8 - Desinfecção do Efluente Tratado

8.1 - Dosagem

Dimensionamento para a condição de vazão total

Adota-se desinfecção com a aplicação de hipoclorito de sódio

Dosagem = 10 mg Cl⁻/l

Concentração de cloro ativo na solução comercial de hipoclorito = 120 g Cl⁻/l

Vazão de dimensionamento: Q total = 1,65 l/s

Adota-se dosagem do produto comercial através de bomba dosadora de precisão:

Q dosagem de cloro ativo = 17 mg Cl⁻/s ou 59 g Cl⁻/h

Q dosagem de hipoclorito comercial = 0,50 l/h

8.2 - Consumo e Armazenamento de Hipoclorito de Sódio

Dimensionamento do armazenamento para a condição de vazão fixa:

Adota-se fornecimento em bombonas de 60 litros

Autonomia de armazenamento = 30 dias (adotado)

Volume diário consumido (considera-se Q médio para esse cálculo)

Q fixa = 1,29 l/s

Q cloro ativo = 13 mg Cl⁻/s ou 46 g Cl⁻/h

Q dosagem hipoclorito = 0,39 l/h

Volume diário consumido = 9,3 l/dia

Volume mensal = 279 l/mês ou 0,3 m³/mês

Portanto, consumo de cerca de 5 bombonas por mês que devem ficar abrigadas em um galpão fechado juntamente com as bombas dosadoras. Essas bombas dosadoras deverão dosar o produto segundo sua concentração comercial através da sucção direta das bombonas de 60 litros.

8.3 - Tanque de Contato

Dimensionamento para a condição de vazão total

Adota-se um tanque de contato

td = 30 minutos (adotado)

Q = 1,65 l/s ou 0,1 m³/min

V necessário = 3,0 m³

Adota-se um tanque retangular com:

Volume = 3,1 m³

Prof. Útil = 1,3 m

Comprimento = 3,0 m

Largura = 0,8 m

Chicanas espaçadas a cada = 0,8 m

9 - Desaguamento do Lodo

Adota-se sistema de desaguamento do lodo mecanizado com o emprego de centrífugas, dimensionado para a condição de população fixa.

O sistema será formado por duas centrífugas (1 + 1 de reserva) para a condição de vazão fixa e 2 operantes em paralelo para a condição de vazão total.

Também é previsto sistema de alimentação das centrífugas com bombas de deslocamento positivo helicoidal e sistema de condicionamento químico do lodo através da aplicação de polímero.

Todos os equipamentos serão abrigados em um prédio de dois pavimentos com área de 50 m² (10 x 5,0 m)