

# **LOT. RES. TRES PONTES DO ATIBAIA**

## **ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS PROJETO BÁSICO**

Revisão 2

MAIO / 2.006

## INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo apresentar o Projeto Básico da Estação de Tratamento de Esgotos que atenderá ao Loteamento Residencial Três Pontes do Atibaia, localizado no Distrito de Sousas, município de Campinas.

De acordo com diretrizes fornecidas pela SANASA, o empreendimento deverá ter seus esgotos tratados em unidade a ser implantada em área interna do loteamento e o efluente final lançado no Rio Atibaia, através de emissário de esgotos tratados.

O projeto inicialmente apresentado em setembro de 2.004, previa o atendimento apenas do loteamento em questão. Em virtude de alterações nas diretrizes fornecidas pela SANASA, foi desenvolvido um novo projeto de estação de tratamento de esgotos com capacidade para atender a parte do loteamento Caminhos de San Conrado e loteamento Pedra Alta, ficando. Desta forma, a vazão máxima horária, inicialmente prevista em 25,24l/s, foi alterada para 45,45 l/s.

Cumprе salientar que, neste relatório foi desenvolvido apenas detalhamento hidráulico básico das unidades de tratamento, ficando para fase de Projeto Executivo, definição e detalhamento de equipamentos, projetos estruturais, elétricos e de urbanização da área.

O projeto foi desenvolvido de acordo com Normas vigentes e de forma a atender à Legislação Estadual.

Esta unidade de tratamento deverá ser entregue futuramente à SANASA para sua operação e manutenção.

# ÍNDICE

## 1. Memorial Descritivo

- 1.1 Caracterização do Empreendimento
- 1.2 Sistema de Abastecimento de Água
- 1.3 Condições de Esgotamento
- 1.4 Considerações sobre o Corpo D' água Receptor
- 1.5 Considerações Gerais sobre o Sistema de Tratamento Adotado
- 1.6 Descrição do Sistema de Tratamento Adotado

## 2. Memorial de Cálculo

- 2.1 Parâmetros de Cálculo e Vazões Previstas
- 2.2 Tratamento Preliminar
- 2.3 Reator
- 2.4 Desidratação do Lodo
- 2.5 Desinfecção
- 2.6 Perfil Hidráulico
- 2.7 Avaliação do Corpo d' água Receptor

## 3. Manual de Operação e Manutenção

Anotação de Responsabilidade Técnica

Plantas

## **1. MEMORIAL DESCRITIVO**

## **1. Memorial Descritivo**

### **1.1 Caracterização do Empreendimento**

O Loteamento Residencial Três Pontes do Atibaia localiza-se no Distrito de Sousas, município de Campinas, na Gleba 31, Quarteirão 30.014, junto ao loteamento Caminhos de San Conrado, Rio Atibaia, Faz. das Pedras e outros. Seu acesso é feito através da Avenida Mário Garneiro.

O relevo da área é bastante acidentado, apresentando trechos com declividade superior a 25%.

O projeto urbanístico prevê a implantação de 1.160 lotes, sendo 1.158 residenciais unifamiliaraes, com área média de 1.000 m<sup>2</sup>, e 2 lotes comerciais. Após a total ocupação do empreendimento, a população esperada é de 7.589 habitantes, entre fixos e temporários.

A Estação de Tratamento de Esgotos será implantada na Área Institucional 4, com cerca de 11.097,37 m<sup>2</sup>, localizada na Rua 5, nas coordenadas N 7.471.900 e E 299.200. Sua área também é bastante acidentada, apresentando declividade média de 22%.

### **1.2 Sistema de Abastecimento de Água**

O loteamento será atendido pelo Sistema Público, Setor de Abastecimento Sousas.

### **1.3 Condições De Esgotamento**

Conforme diretrizes fornecidas pela SANASA, o empreendimento deverá ter seus esgotos coletados e tratados como sistema isolado. A rede coletora receberá a contribuição de parte do loteamento Caminhos de San Conrado e do loteamento Pedra Alta.

O efluente final deverá ser lançado, através de emissário de esgotos tratados, no rio Atibaia.

## **1.4 Considerações Sobre O Corpo D' Água Receptor**

O corpo d' água receptor dos efluentes tratados, Rio Atibaia, pertencente à Bacia do Médio Tietê Superior, e é o responsável pelo abastecimento de grande parte do município de Campinas.

Conforme Decreto nº 10.755, de 22/11/77, é enquadrado como classe 2, que compreende águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas e à recreação de contacto primário, natação, esqui aquático e mergulho.

Nas suas águas não podem ser lançados efluentes, mesmo que tratados, que alterem as suas qualidades. As águas devem possuir as seguintes características principais:

Oxigênio Dissolvido ( OD ):	não inferior a 5 mg / l
Demanda Bioquímica de Oxigênio ( DBO ):	não superior a 5 mg / l
Coliformes Totais ( NMP / 100 ml ):	não superior a 5.000
Coliformes Fecais ( NMP / 100 ml ):	não superior a 1.000
Nitrato:	não superior a 10 mg / l
Nitrito:	não superior a 1 mg / l
Nitrogênio Amoniacal:	não superior a 0,5 mg / l

## **1.5 Considerações Gerais Sobre O Sistema De Tratamento De Esgotos Adotado**

Na definição do sistema de tratamento a ser adotado os principais fatores considerados foram:

- disponibilidade de área para implantação do sistema de tratamento;
- proximidade da área residencial;
- volume de esgotos a ser tratado;
- caracterização do corpo d' água receptor.

Avaliando os diferentes processos e tipos de tratamento existentes, optou-se pela utilização de lodos ativados, modalidade aeração prolongada , com operação por batelada.

Este é um processo bastante utilizado na ocorrência de adensamento populacional gradativo e que apresenta ótima eficiência na remoção de carga orgânica, atingindo taxas superiores a 90%, garantindo, desta forma, a manutenção das características do corpo d' água receptor.

## **1.6 Descrição do Sistema de Tratamento de Esgotos Adotado**

O sistema será composto pelas seguintes unidades:

- Tratamento Preliminar, composto por unidades de gradeamento, caixa retentora de areia e medidor de vazão;
- Reator - Tanque de mistura, aeração e sedimentação;
- Unidade de Desinfecção / Medidor Final de Vazão;
- Unidades de adensamento de lodo;
- Unidade de desidratação de lodo;

Considerando que a ETE receberá a contribuição de outros loteamentos, e que será de responsabilidade do empreendedor o atendimento do Lot. Pedra Alta e do próprio Três Pontes do Atibaia, e de responsabilidade da SANASA, a parte que atenderá ao Lot. Caminhos de San Conrado algumas unidades do sistema de tratamento foram moduladas de forma a atender esta condição. Apenas parte da unidade de desinfecção e a unidade de desidratação de lodo foram projetadas sem modulação, pois o custo de implantação e operação seria mais elevado.

### **- Gradeamento**

Foram projetados 4 canais de grade ( um de reserva ), com largura de 0,25m. A grade será simples, de limpeza manual, com barras de ferro chato SAE 1020, seção retangular (  $\frac{1}{4}'' \times 1 \frac{1}{2}''$  ), abertura de 2,0cm.

Espera-se nesta unidade de gradeamento, uma retenção média diária de 100 litros de resíduos.

### **- Caixa Retentora de Areia**

Foram projetadas 4 caixas retentoras de areia do tipo convencional, ( uma de reserva ), e cujo nível será controlado pelo vertedor Parshall. O canal terá largura de 0,35m e comprimento de 3,50 m.

A limpeza das unidades deverá ser feita a cada dez dias, alternadamente. Caixas laterais receberão os drenos do depósito de areia, permitindo a instalação de registros de manobras. Estima-se que nesta unidade serão retidos cerca de 78,9 l de areia por dia, considerando-se remoção de 30 l de areia / 1.000m<sup>3</sup> de esgotos afluentes.

### **- Medidor de Vazão**

Foram adotadas quatro unidades de medidor Parshall de 3" ( um de reserva ), providos de régua graduada em mm, que possibilitará a medição do nível d' água e o controle de nível e velocidade na caixa retentora de areia.

### **- Reator - Tanque de Mistura, Aeração e Sedimentação**

Foi prevista a instalação de tres tanques em concreto, formato retangular, laterais de 12,0m x 24,0m, altura útil de 4,00m e volume útil de 1.152,0m<sup>3</sup> por unidade.

Os tanques terão inclinação de fundo de 1% possibilitando a retirada do lodo sedimentado.



Em cada tanque serão instalados 6 aeradores de 30 CV, com capacidade operacional de 18 kg O<sub>2</sub>/hora, na condição de laboratório.

A operação será automatizada, tendo sido previsto by pass para operação manual.

#### **- Adensador de Lodo**

Foram projetados três tanques no formato circular, diâmetro de 3,2m, altura útil de 3,5m, volume útil por unidade de 28,1m<sup>3</sup>, volume total de 84,5 m<sup>3</sup>, alimentação central inferior e equipados com raspadores mecanizados de lodo de fundo.

#### **- Tanque Pulmão de Lodo Adensado**

Foram projetados três tanques no formato circular, diâmetro de 3,0m, altura útil de 3,0m, volume útil por unidade de 21,2m<sup>3</sup>, volume total de 63,6 m<sup>3</sup>.

#### **- Elevatória de lodo**

A retirada do lodo adensado será feito através de tres unidades elevatórias instalada junto aos tanques pulmões. O projeto prevê a instalação de bombas helicoidais de cavidade progressiva que recalcarão o lodo até a centrífuga para desidratação.

#### **- Desidratação de lodo**

Será feita por Centrífuga horizontal para desidratação de 5,2m<sup>3</sup>/h de lodo .

Para melhorar a floculação do lodo enviado à centrífuga, foi prevista a aplicação de polímero com concentração de solução de 0,1%. Para sua dosagem foram previstas duas bombas dosadoras ( 1 de reserva ), com vazão de 8,9l/min.

### **- Elevatória do sobrenadante do Adensador**

O líquido sobrenadante do adensador será recalcado para a entrada da estação de tratamento. O projeto prevê a instalação de duas bombas submersíveis ( uma de reserva ).

### **- Sistema De Desinfecção / Medidor Final de Vazão**

Será composto por 2 tanques de diluição de Hipoclorito de Sódio (1 de reserva ), com volume de  $1,0\text{m}^3$ , duas unidades de bombas dosadoras ( 1 de reserva ) tipo diafragma, com capacidade de 21,9 l/h, e tanque de contacto.

A aplicação será feita em calha Parshall com garganta de 6", instalada na entrada dos tanques de contacto, o que propiciará, além da medição final de vazão, a mistura do Hipoclorito de Sódio ao esgoto afluyente à unidade.

Os tanques de contacto ( 3 unidades ), terão volume útil total de  $164,0\text{m}^3$ , largura de 5,4m, comprimento de 7,95m e altura de lâmina de 1,5m. Terão chicanas formando 9 canais com largura de 0,75m. Para sua manutenção e limpeza, foi previsto rebaixo no fundo, junto à saída, que possibilitará o esgotamento da unidade.

### **- Casa de Química / Desidratação do lodo**

Abrigarão as unidades de dosagem de produtos químicos e centrífuga.

### **- Fechamento da Área**

O projeto executivo deverá prever o fechamento da área com alambrado, impedindo o acesso de pessoas estranhas e animais ao local, e instalação de portões que permitam o acesso de caminhões.

No projeto de paisagismo, deverá ser prevista cortina vegetal, ao longo de todo alambrado, como agente inibidor de odores.

## **- Equipamentos Eletromecânicos**

Os equipamentos deverão ser avaliados e definidos no Projeto Executivo. Quando da elaboração do PE e aquisição de equipamentos deverão ser consultados diversos fabricantes para que se possa conciliar projeto, eficiência e custo. Qualquer que seja o equipamento considerado ideal, deverá, antes de sua aquisição, passar pela aprovação da SANASA.

## **2. MEMORIAL DE CÁLCULO**

## **2. Memorial de Cálculo**

### **2.1 Parâmetros De Cálculo E Vazões Previstas**

#### **- Parâmetros e Vazões de Cálculo**

No cálculo de previsão de vazão foi considerada a total ocupação do loteamento e adotados os coeficientes utilizados pela SANASA e no projeto da rede coletora de esgotos:

- Lotes residenciais:
  - nº total de lotes - 1.158
  - ocupação - 4.632 hab ( 4 hab/lote )
  - consumo médio diário (  $q$  ) - 200 l / hab
  - período de contribuição - 24 horas
- Lotes comerciais:
  - nº total de lotes - 2
  - ocupação - 360 hab ( 0,010 hab/m<sup>2</sup> )
  - consumo médio diário (  $q$  ) - 50 l / hab
  - período de contribuição - 10 horas
- Sistema de lazer
  - área - 376.649,74m<sup>2</sup>
  - ocupação - 377 hab ( 0,001 hab/m<sup>2</sup> )
  - consumo médio diário (  $q$  ) - 50 l /hab
  - período de contribuição - 16 horas/dia
- Área Institucional:
  - área - 148.029,69m<sup>2</sup>
  - ocupação - 2220 hab ( 0,015 hab/m<sup>2</sup> )
  - consumo médio diário (  $q$  ) - 50 l /hab
  - período de contribuição - 12 horas / dia
- Coeficientes de variação de vazão
  - coeficiente de dia de maior consumo (  $K_1$  )- 1,2
  - coeficiente de hora de maior consumo (  $K_2$  ) - 1,5

- coeficiente de retorno ( c ) - 0,8
- extensão total da rede coletora - 37.495,05m
- Vazão de infiltração na rede - 7,50 l/s ( obtido no projeto básico da rede coletora de esgotos )
- População Total Prevista - 7.589 hab ( residente e flutuante )  
População equivalente - 5.371 hab
- **Consumos Previstos**
  - Residencial - 926.400 l/dia
  - Comercial - 18.000 l/dia
  - Sistema de Lazer - 18.848 l/dia
  - Área Institucional - 111.000 l/dia
- **Vazões Médias de Contribuição Previstas**
  - Residencial -  $926.400 \times 0,8 / 86.400s = 8,58 \text{ l/s}$
  - Comercial -  $18.000 \times 0,8 / (10 \times 3600s) = 0,40 \text{ l/s}$
  - Sistema de Lazer -  $18.850 \times 0,8 / (16 \times 3600 s) = 0,26 \text{ l/s}$
  - Equipamento Público -  $111.000 \times 0,8 / (12 \times 3.600 s) = 2,06 \text{ l/s}$

#### VAZÕES PREVISTAS - LOTEAMENTO TRÊS PONTES DO ATIBAIA

	Vazão de esgoto		Vazão total*	
	l/s	m <sup>3</sup> /hora	l/s	m <sup>3</sup> /hora
Mínima	5,65	20,34	13,15	47,34
Média	11,30	40,68	18,80	67,68
Máxima diária	13,56	48,82	21,06	75,82
Máxima horária	20,34	73,22	27,84	100,22

\* com vazão de infiltração

- **Contribuições de outros loteamentos:**

- Caminhos de San Conrado - Q<sub>max</sub> hor = 14,37 l/s - Pop equiv. = 3.432 hab
- Pedra Alta - Q<sub>max</sub> hor = 3,55 l/s - Pop equiv. = 694 hab
- População equivalente - 4.126 hab

**VAZÕES TOTAIS PREVISTAS**

	Vazão total	
	l/s	m <sup>3</sup> /hora
Mínima	20,86	75,10
Média	30,43	109,55
Máxima diária	34,26	123,34
Máxima horária	45,75	164,70

- **Carga Orgânica**

- DBO<sub>5</sub> máxima - 300 mg/l
- Carga Orgânica - 300 mg/l x 30,43 l/s x 86.400 = 788,75 kg/dia
- População equivalente total - 9.497 hab
- Carga Orgânica - 83,05 g/hab

- **Modulação**

Sendo:

- População Equivalente Lot. Pedra Alta e Três Pontes do Atibaia - 6065 hab. → 64% da população total
- População Equivalente Lot. Caminhos de San Conrado- 3.432 → 36% da população total

Modulação proposta:

- Reator, adensador de lodo, tanque pulmão de lodo e tanque de contacto → 2 unidades de responsabilidade de Três Pontes do Atibaia e 1 de responsabilidade SANASA
- Tratamento preliminar, desidratação de lodo, casa de química e equipamentos de dosagem da desinfecção - responsabilidade de Três Pontes do Atibaia.

## 2.2 Tratamento Preliminar

Compreenderá 4 unidades ( uma de reserva ) compostas por gradeamento, caixa de areia e medidor Parshall.

### 2.2.1 Medidor de Vazão

- Medidor Parshall adotado - 3"
- Alturas d' água no medidor Parshall  
 $Q = 0,176 H^{1,545}$   
P/ cada modulo -  $Q_{\max} = 15,25 \text{ l/s}$   
 $H = 20,6 \text{ cm}$   
 $H_2 = 0,6 H = 12,3 \text{ cm ( regime livre )}$   
 $H_3 = H_2 + k = 12,2 + 2,5 = 14,8 \text{ cm}$

#### ALTURA MEDIDOR PARSHALL

Vazão ( l/s )		Altura ( m )
$Q_{\text{mínimo}}$	6,95	0,124
$Q_{\text{média}}$	10,14	0,158
$Q_{\text{máxima}}$	15,25	0,206

- Rebaixo no Parshall  
O Parshall deverá ser executado em posição rebaixada de:  
 $Z = ( Q_{\max} \cdot H_{\min} - Q_{\min} \cdot H_{\max} ) / ( Q_{\max} - Q_{\min} )$   
 $Z = 0,055 \text{ m ( 5,5 cm )}$

### 2.2.2 Caixa Retentora de Areia

- Altura máxima na caixa de areia  
A altura máxima da lâmina d' água na caixa de areia será :



$$H = 0,206 - 0,055 = 0,151 \text{ m ( 15,1 cm )}$$

- Área útil da seção transversal do canal

Para  $V = 0,30 \text{ m/s}$

$$S = Q / V = 0,01525 / 0,3 = 0,0508 \text{ m}^2$$

- Largura do Canal

$$b = S / H = 0,0508 / 0,151 = 0,34 \text{ m}$$

$b_{\text{adot.}} = 0,35 \text{ m}$

- Verificação da velocidade para diferentes vazões

### VELOCIDADES

Q	H	H-Z	S	V
6,95	0,124	0,069	0,02415	0,29
15,25	0,206	0,151	0,05285	0,29

- Comprimento da caixa

$$L = 22,5 \cdot H = 3,39 \text{ m}$$

Adotaremos 3,5m de comprimento.

- Área superficial

$$A = 3,5 \cdot 0,35 = 1,225 \text{ m}^2$$

- Taxa de escoamento superficial

$$Tx = Q / A$$

$$Q_{\text{min}} - Tx = 600,5 / 1,225 = 490 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$$

$$Q_{\text{méd}} - Tx = 876,1 / 1,225 = 715 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$$

$$Q_{\text{max}} - Tx = 1317,6 / 1,225 = 1075 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$$

- Material retido em cada módulo

Em média espera-se cerca de 30 l / 1000 m<sup>3</sup>

$$Q_{\text{med}} = 876,1 \text{ m}^3 / \text{dia} \rightarrow 26,3 \text{ l} / \text{dia}$$

Admitindo limpeza a cada 10 dias, a profundidade de depósito será:

$$h = ( 10 \cdot 0,0263 ) / ( 0,35 \cdot 3,5 ) = 0,21 \text{ m}$$

Adotaremos  $h = 25 \text{ cm}$

### 2.2.3 Gradeamento

- Escolha da Grade  
Será adotado canal com grade do tipo manual, com barras de seção retangular, apresentando as seguintes dimensões:
  - barras - 6,4mm x 40mm ( 1/4" x 1<sup>1/2</sup>" )
  - espaçamento entre barras - 20 mm
  - inclinação - 45° com a horizontal
- Dimensionamento  
O dimensionamento da unidade será feito para a máxima vazão afluyente. Nesta condição a velocidade através da grade será de 0,60 m/s.
- Área útil  
 $A_u = Q / V$   
Sendo  $Q_{\max} = 15,25 \text{ l/s}$   
 $A_u = 0,01525 / 0,60 = 0,025 \text{ m}^2$
- Eficiência  
 $E = a / ( a + t )$   
Sendo: a - espaçamento entre barras - 20 mm  
t - espessura da barra - 6,4 mm  
 $E = 0,76$
- Área do canal  
 $S = A_u / E = 0,0336 \text{ m}^2$
- Largura do Canal  
Sendo a altura máxima da lâmina na caixa de areia 0,151 m, a largura do canal será:  
 $b = S / H = 0,22 \text{ m}$   
Adotaremos largura de 25cm

- Avaliação da velocidade para diferentes vazões

### VELOCIDADES

Q	H	S	Au	V
0,007	0,069	0,017	0,013	0,53
0,015	0,151	0,038	0,029	0,53

- Avaliação da perda de carga na grade limpa  
 $h_f = 1,43 \cdot (V^2 - v^2) / 2g$   
 Sendo  $V = 0,53 \text{ m/s}$   
 $v = EV = 0,76 \times 0,53 = 0,40 \text{ m/s}$   
 $h_f = 0,0087 \text{ m}$
- Avaliação da perda de carga na grade 50% suja  
 $h_f = 1,43 \cdot [(2V)^2 - v^2] / 2g = 0,070 \text{ m}$
- Material retido  
 $V = 0,038 \text{ l / m}^3$   
 Para  $Q_{med} = 876,1 \text{ m}^3/\text{dia}$   
 $V = 33,3 \text{ l / dia}$

## 2.3 Reator ( unidade de mistura, aeração e sedimentação )

- Parâmetros utilizados:

População equivalente: 9.479 habitantes

Vazão afluyente ( vazão do dia de maior consumo ): 2960,1 m<sup>3</sup>/dia  
(34,3 l/s)

Eficiência do sistema - 95%

Carga Orgânica - 788,8 Kg / dia

DBO afluyente:  $S_0 = 300 \text{ mg / l}$

DBO de saída:  $S = 15 \text{ mg/l}$

Coeficiente de produção celular -  $Y = 0,6 \text{ mgSSV/mgDBO}_5\text{removida}$

Coeficiente de respiração endógena -  $K_d = 0,08 \text{ d}^{-1}$

$f'_b = 0,80$

Idade do lodo -  $\theta_c = 22 \text{ dias}$

$X_v = 2.415 \text{ g/m}^3$

$SS_{efl} = 30 \text{ mg/l}$

número de ciclos - 3

- Cálculo de  $f_b$

$$f_b = f'_b / [ 1 + ( 1 - f'_b ) K_d \theta_c ] = 0,59 \text{ mg SS / mg SSV}$$

- Cálculo da DBO solúvel efluente

DBO total -  $S = 15 \text{ mg/l}$

$SSV/SS = 0,68$

$DBO_{susp} = (SSV/SS) f_b * SS_{efl} = 0,59 * 0,68 * 30 = 12,07 \text{ mg/l}$

$Se = DBO_{sol} = DBO_{total} - DBO_{5 \text{ susp}} = 2,93 \text{ mg/l}$

- Estimativa inicial de tempos de ciclo

. tempo de sedimentação - 1,5 horas

. tempo de retirada - 1,0 h

. tempo de repouso - 0,0 h

- nº de reatores adotado - 3

- altura do reator - 4 m

- tempo total de ciclo =  $24 / 3 = 8$  horas
- tempo ativo  
 $T_{ativo} = T_{ench} + T_{reac} = T_{total} - ( T_{sedim} + T_{retir} + T_{rep} ) = 5,5$  horas
- tempo de entrada  
 $T_{entrada} = T_{geração\ efluente} / n^{\circ}\text{ ciclos} = 8$  horas
- Volume do reator  
 . Volume de reação =  $Y\theta_c.Q.(SO-Se) / X_v (1+f_b.K_d.\theta_c) = 2.354,4\text{ m}^3$   
 . Volume do reator =  $V_{reac} . T_{total} / T_{ativo} = 3.424,6\text{ m}^3$
- Cálculo de concentração e massa de SSTA  
 $X = X_v / ( SSV / SS ) = 3.551,5\text{ mg / l}$   
 $M_x = X . V / 1000 = 12.162,5\text{ kg SS}$
- Volume e altura de enchimento  
 $V_{ench} = Q / n^{\circ}\text{ ciclos} = 986,7\text{ m}^3$   
 $H_{ench} = ( V_{ench} / V ).H = 1,15\text{ m}$
- Tempo de sedimentação  
 Admitindo sedimentação de média a ruim, tem-se:  
 $v = 7,4 . e^{(-0,59.X/1000)} = 0,91\text{ m/h}$
- Altura de transição  
 $H_{trans} = f_{Hench} . H_{ench}$   
 Sendo  $f_{Hench} = 0,1$  tem-se  $H_{trans} = 0,115\text{ m ( 0,12m )}$
- Tempo ( enchimento e transição )  
 $t = ( H_{trans} + H_{ench} ) / v = 1,40\text{ h}$
- Altura e volume das camadas  
 $H_{ench} = 1,15\text{ m} \Rightarrow V = 986,7\text{ m}^3$   
 $H_{trans} = 10\% H_{ench} = 0,12\text{ m} \Rightarrow V = 98,7\text{ m}^3$   
 $H_{lodo} = H - ( H_{ench} + H_{trans} ) = 2,73\text{ m} \Rightarrow V = 2.339,2\text{ m}^3$
- Vazão de retirada  
 $N^{\circ}\text{ de retiradas por dia} = m . n$ , onde:

$m = \text{n}^\circ \text{ de ciclos} = 3$

$n = \text{n}^\circ \text{ de reatores} = 3$

$\text{N}^\circ \text{ de retiradas por dia} = 9$

$\text{Volume de cada retirada} = Q / (m \cdot n) = 328,9 \text{ m}^3$

- Concentração de SS no lodo sedimentado

$$X_r = M_x \cdot 1000 / V_{\text{lodo}} = 5.199,2 \text{ mg / l}$$

- Produção de lodo

#### Sólidos afluentes

- Sólidos em Suspensão Totais

$$SS = 83,05 \text{ g/hab dia} \rightarrow P_x = 788,75 \text{ kg/dia ( 300 mg/l )}$$

- Sólidos em suspensão voláteis

$$P_{xv} = 0,8 P_x = 631,0 \text{ kg SSV/dia}$$

- Sólidos em suspensão voláteis biodegradáveis

$$P_{xb} = 0,6 P_{xv} = 378,6 \text{ kg SSb/dia}$$

- Sólidos em suspensão voláteis não biodegradáveis

$$P_{xnb} = P_{xv} - P_{xb} = 252,4 \text{ kg SSnb/dia}$$

- Sólidos Inorgânicos

$$P_{xi} = P_x - P_{xv} = 157,8 \text{ kg SSi/dia}$$

#### Sólidos biológicos formados no reator

- Sólidos em Suspensão voláteis

$$S_r = Q(\text{DBO}_{\text{afl}} - \text{DBO}_{\text{sol efl}}) / 1000 = 2.960,06(300 - 2,93) / 1000 = 879,3$$

$$P_{xv \text{ form}} = Y S_r = 527,6 \text{ kg SSV/dia}$$

- Sólidos em suspensão totais

$$P_{x \text{ form}} = P_{xv \text{ form}} / 0,9 = 586,2 \text{ kg SS/dia}$$

- Sólidos Inorgânicos formados

$$P_{xi \text{ form}} = P_{x \text{ form}} - P_{xv \text{ form}} = 58,6 \text{ kg SSi/dia}$$

- Sólidos em suspensão biodegradáveis formados  
 $P_{xb \text{ form}} = f_b \cdot P_{xv \text{ form}} = 0,59 \cdot 312,2 = 184,1 \text{ kgSSb/dia}$
- Sólidos em suspensão não biodegradáveis formados  
 $P_{xnb \text{ form}} = P_{xv \text{ form}} - P_{xb \text{ form}} = 312,2 - 184,1 = 128,1 \text{ kgSSnb/dia}$
- Sólidos em Susp. Biodegradáveis destruídos na respiração endógena  
 $P_{xb \text{ dest}} = P_{xb \text{ form}} \cdot (k_d \cdot \theta_c) / (1 + f_b \cdot k_d \cdot \theta_c) = 184,1 \cdot (0,05 \cdot 10) / (1 + 0,59 \cdot 0,05 \cdot 10) = 84,9 \text{ kgSSb/dia}$
- Produção Líquida  
 $P_{xb \text{ liq}} = P_{xb \text{ form}} - P_{xb \text{ dest}} = 184,1 - 84,9 = 99,2 \text{ kgSSb/dia}$   
 $P_{xv \text{ liq}} = P_{xb \text{ liq}} + P_{xnb \text{ form}} = 99,2 + 128,1 = 227,3 \text{ kgSSV/dia}$

#### Resumo do Reator

$$P_{xi} = P_{xi} + P_{xi \text{ form}} = 157,8 + 58,6 = 216,4 \text{ kgSSi/dia}$$

$$P_{xnb} = P_{xnb} + P_{xnb \text{ form}} = 252,4 + 128,1 = 380,5 \text{ kgSSnb/dia}$$

$$P_{xb} = P_{xb \text{ liq}} = 99,2 \text{ kgSSb/dia}$$

$$P_{xv} = P_{xb} + P_{xnb} = 99,2 + 380,5 = 479,7 \text{ kgSSV/dia}$$

$$P_x = P_{xv} + P_{xi} = 479,7 + 216,4 = 696,1 \text{ kgSS/dia}$$

$$SSV/SS = P_{xv} / P_x = 0,69$$

$$SS/S_r = P_x / S_r = 696,1 / 879,3 = 0,79 \text{ kgSS/kgDBO5rem}$$

#### Lodo Excedente

- SS total produzido = 696,1 kgSS/dia
- SS saindo no efluente =  $Q \cdot S_{sefl.}/1000 = 2960,1 \times 30 / 1000 = 88,8 \text{ kgSS/dia}$
- SS a ser removido =  $696,1 - 88,8 = 607,3 \text{ kgSS/dia}$
- $SSTA = SSVTA / (SSV/SS) = 2415 / 0,69 = 3499,9 \text{ mg/l}$
- Vol rem. =  $607,3 \times 1000 / 3499,9 = 173,5 \text{ m}^3/\text{d}$

- Requisito de Oxigênio

$P/Y = 0,6 \text{ mgSSV/mgDBO}_5\text{removida}$

$K_d = 0,08 \text{ d}^{-1} \text{ e}$

$\theta_c = 22 \text{ dias}$

$\rightarrow O_2/S_r = 1,05 \text{ kg } O_2 / \text{ kg DBO}_5$

$S_r = 879,4 \text{ kg DBO}_5$

$O_2 \text{ carbonáceo} = 923,3 \text{ kg } O_2 / \text{ dia}$

Considerando a nitrificação no consumo total de  $O_2$  e condições de máxima vazão tem-se:

$O_2 \text{ total máxima} = 1,6 * 1,55 * 923,3 = 2.289,8 \text{ kg } O_2 / \text{ dia.}$

Nas condições padrões de campo:

$O_2 = O_2 \text{ max} / 0,6 = 3.816,4 \text{ kg } O_2 / \text{ dia}$

Sendo tempo de reação = 12 horas ( 4 horas por ciclo)  $\rightarrow 318,0 \text{ kg } O_2 / \text{ hora}$

Adotando eficiência de oxigenação padrão de  $0,8 \text{ kg } O_2 / \text{ kWh}$  para aeração mecânica ( condições padrões p/ funcionamento c/ esgoto ) tem-se:

Potência total =  $397,5 \text{ kW}$  ou  $528,7 \text{ CV.}$

Observar que foram adotadas condições padrões. Quando da elaboração do PE deverão ser adotadas as taxas específicas para os aeradores a serem adquiridos.

- Reator

Volume requerido -  $3.424,6 \text{ m}^3$

$H = 4,0 \text{ m}$

Área total requerida =  $856,2 \text{ m}^2$

Adotar 3 reatores com as seguintes dimensões:  $12,0 \text{ m} \times 24,0 \text{ m}$

Aeradores - 6 unidades por reator - Pot. =  $30 \text{ CV}$



## 2.4 Desidratação de lodo

### - Adensador

O lodo descartado será adensado em espessador por gravidade.

#### - Dimensões da unidade

Carga de sólidos - 638,4 kgSS/dia

Taxa de aplicação de sólidos - 30kg SS/m<sup>2</sup>/dia

Área -  $A = Cs/Tx = 21,3m^2$

Adotar 3 unidades:

$D = 3,01\text{ m} \rightarrow$  adotar  $D = 3,2m$

Profundidade útil - 3,5m

Volume útil - 84,5 m<sup>3</sup>

Tempo detenção hidráulica -  $t = V/Q = 84,5/185,7 = 0,45$  dia (~11 horas)

Volume de lodo adensado -  $V_{la} = 185,7 \times 1 / 3 = 61,9\text{ m}^3/\text{dia}$

Volume sobrenadante -  $V_s = 185,7 - 61,9 = 123,8\text{ m}^3/\text{dia}$  ( retorna entrada da ETE )

### - Tanque Pulmão de Lodo Adensado

Serão adotados 3 tanques com capacidade total de armazenamento de um dia de produção de lodo.

Volume de lodo adensado - 61,9 m<sup>3</sup>/dia

Profundidade útil - 3m

Área - 20,6 m<sup>2</sup>

Nº unidades - 3

$D = 2,96m \rightarrow$  adotar  $D=3,0m$

Os tanques serão equipados com misturador submerso.

## - **Centrífuga**

Adotando centrífuga horizontal operando em três turnos de 4 horas por dia, tem-se:

$$Q = V_{\text{lodo}} / 12 = 61,9 / 12 = 5,2 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Adotar: Centrífuga Horizontal, Marca Pieralisi, Modelo FP 600/M

## - Torta de lodo

Teor de sólidos - 20%

$$\text{Quantidade de torta} = 638,4 \text{ kgSS/dia} / 200 \text{ kg/m}^3 = 3,19 \text{ m}^3/\text{dia}$$

## - Dosagem de Polímeros

Dosagem adotada ( lodo adensado ) - até 10g de polímero / kg SST

Lodo - 638,4 kgSST/dia

$$\text{Consumo de polímero} = 6384,2 \text{ g/dia} (6,4 \text{ kg/dia} )$$

Concentração da solução - 0,1% → 6385 l/dia

Considerando que a centrífuga vai operar 12 horas por dia, a vazão de dosagem será:

$$Q_{\text{dos}} = 6385 \text{ l/dia} / 12 \text{ horas} = 532,1 \text{ l/h}$$

Características da bomba dosadora:

$$Q = 8,9 \text{ l/min}$$

$$P = 12 \text{ bar}$$

Bomba adotada - NEMO - NETZSCH - Dosadora Mini NM 011

## - **EEE Lodo ( Tanque Pulmão - centrífuga )**

Serão adotadas 3 unidades de bombeamento, cada uma delas operando 4 horas por dia.

## - Dados do Sistema

$$\text{Volume total de lodo adensado} = 61,9 \text{ m}^3/\text{d}$$

Nº de unidades - 3

Nº horas funcionamento de cada unidade - 4 horas

$$Q = 5,2 \text{ m}^3/\text{h} ( 1,44 \text{ l/s} )$$

Cota NA Tq. Pulmão - 636,50 m

Cota chegada Centrífuga - 642,10 m

Desnível Geométrico - 5,60 m

Linha de Recalque - Extensão - 15 m  
Material - PVC

- Cálculo do Diâmetro de Recalque

$$D = K \cdot Q^{1/2}, \text{ onde}$$

$$K (\text{coeficiente de Bresse}) = 1,13$$

$$Q = 1,44 \text{ l/s ou } 0,00144 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = 0,04 \text{ m}$$

Diâmetro adotado - 75 mm

. Velocidade

$$v = Q / A = 0,32 \text{ m/s}$$

. Perdas Localizadas ( barrilete )

Peça	Quantidade	K
Curva 90°	2	0,80
Curva 45°	2	0,20
Válvula de retenção	1	2,50
Registro Gaveta	1	0,20
Te passagem direta	2	1,20
Total		4,90

$$h_{loc} = K v^2 / 2g = 0,03 \text{ m}$$

. Perdas Distribuídas

Utilizando a Fórmula Universal com:

$$f = 0,027$$

tubulação reta ( barrilete e linha de recalque ) - 25m

$$h_{dist} = f ( L \cdot v^2 ) / ( D \cdot 2 \cdot g ) = 0,04 \text{ m}$$

. Perdas Totais

$$H = h_{loc} + h_{dist} = 0,07 \text{ m}$$

Para lodo de decantador secundário  $H = 2 \times 0,07 = 0,14 \text{ m}$

$$. H_{man} = 5,60 + 0,14 = 5,74 \text{ m}$$

. Bomba adotada - Helicoidal de cavidade progressiva - Weatherford  
Modelo - 100RPM - Rotor 60 - 1 estágio

- **EEE Sobrenadante ( Adensador - Tratamento preliminar )**

Serão adotadas 2 bombas, sendo uma de reserva.

- Dados do Sistema

Volume de sobrenadante = 123,8 m<sup>3</sup>/dia

Nº horas funcionamento - 4 horas

Q = 10,4 m<sup>3</sup>/h ( 2,9/s )

Cota chegada poço de sucção - 635,40

Cota N<sub>Amin</sub> poço de sucção - 634,70 m

Cota entrada Tratam. preliminar - 639,80 m

Desnível Geométrico - 5,10 m

Linha de Recalque - Extensão - 63,9 m

Material - PVC PBA

- Cálculo do Diâmetro de Recalque

$D = K \cdot Q^{1/2}$ , onde

K (coeficiente de Bresse ) = 1,13

Q = 2,9 l/s ou 0,0029 m<sup>3</sup>/s

D = 0,06 m

Diâmetro adotado - 75 mm

. Velocidade

$v = Q / A = 0,66 \text{ m/s}$

. Perdas Localizadas ( barrilete )

Peça	Quantidade	K
Curva 90°	2	0,80
Válvula de retenção	1	2,50
Registro Gaveta	1	0,20
Te passagem direta	2	1,20
Total		4,70

$$h_{loc} = K v^2 / 2g = 0,10 \text{ m}$$

. Perdas Distribuídas

Utilizando a Fórmula Universal com:

$$f = 0,027$$

linha de recalque - 63,9m

$$h_{\text{dist}} = f ( L \cdot v^2 ) / ( D \cdot 2 \cdot g ) = 0,51 \text{ m}$$

. Perdas Totais

$$H = h_{\text{loc}} + h_{\text{dist}} = 0,61 \text{ m}$$

$$. H_{\text{man}} = 5,10 + 0,61 = 5,71 \text{ m}$$

. Bomba adotada - Flygt modelo CP3045

Ponto de operação -  $Q = 3,3 \text{ l/s}$

$$H_{\text{man}} = 6,5 \text{ m}$$

## 2.5 Desinfecção

A desinfecção deverá ser feita através de cloração, utilizando hipoclorito de sódio.

### - Consumo de Cloro Ativo

Adotando-se uma dosagem de 8 mg/l de cloro ativo tem-se:

Consumo de Cloro = 8mg/l x volume máximo horária

Sendo: Vol. retirada = 328,9 m<sup>3</sup>

Vazão por retirada = 328,9m<sup>3</sup>/1h →  $Q = 2,63 \text{ kg/hora}$

Nº retiradas = 9 → Vol diário = 23,7 kg

### - Consumo de Hipoclorito

Utilizando hipoclorito de sódio na dosagem comercial ( 120 g de cloro por litro de solução ), o consumo diário de hipoclorito de sódio será :

$$Q_{\text{Hipoc.}} = 23,7 \text{ kg/dia} / 0,12 \text{ kg/l} = 197,5 \text{ l/dia}$$

### - Dosagem

Adotando autonomia de 10 dias, tem-se:

$$\text{Vol}_{\text{Hipoc.}} = 10 \times 197,5 = 1975 \text{ l}$$

Utilizar 2 tanque para dosagem de 1000l.

Considerando que serão feitas 3 retiradas de efluente de cada reator, com tempo de retirada de 1 hora cada, o tempo de dosagem será de 9 horas por dia.

Vazão da Bomba dosadora =  $1.975 / (10 \times 9) = 21,9 \text{ l/hora} (0,37 \text{ l/min})$

- Aplicação e Mistura

A aplicação será feita no canal de entrada dos tanques de contacto. A mistura será proporcionada por Calha Parshall instalada no canal.

Adotando Parshall com  $W = 6" (0,152\text{m})$

Verificação da velocidade:

$Q_{\text{ret}} = 328,9 \text{ m}^3/\text{hora} \rightarrow 91,4 \text{ l/s tem-se:}$

$Q = 0,381 H^{1,580} \rightarrow H = 0,405\text{m}$

$H_2 = 0,6 H = 0,243\text{m}$

$H_3 = H_2 + 0,076 = 0,319\text{m}$

$V = Q/S = 2,4 \text{ m/s} (> 2,0 \text{ m/s} \rightarrow \text{OK!})$

- Tanque de Contacto

Adotando 3 unidades:

$Q = 91,4/3 = 30,5 \text{ l/s} (1,83\text{m}^3/\text{min})$

Tempo de detenção -  $t_d = 30 \text{ minutos}$

Velocidade de escoamento horizontal -  $2,5 < v < 7,0 \text{ cm/seg}$

Volume de cada tanque -  $\text{Vol} = Q \cdot t_d = 54,9 \text{ m}^3$

$S = h \cdot L$  e  $Q = S \cdot v \rightarrow Q = h \cdot L \cdot v$

adotando  $h = 2L$  e  $v = 5,0\text{cm/s}$

$Q = 2L^2v \rightarrow 0,0549 = 2 L^2 \times 0,05 \rightarrow L = 0,75 \text{ m}$

$h = 1,5 \text{ m}$

Área de cada Tanque -  $A = \text{Vol}/h = 54,9/1,5 = 36,6 \text{ m}^2$

Comprimento do canal -  $\text{Comp} = A/L = 48,8 \text{ m}$

Dimensões adotadas:

Nº de unidades - 3  
Altura útil - 1,50 m  
Largura do canal - 0,75 m  
Largura do tanque - 5,40 m  
Comprimento do tanque - 7,95 m

## 2.6 Perfil Hidráulico

### - Caixa de entrada - Pré tratamento

Vertedores Triangulares p/ divisão de vazão

$$Q = 1,4H^{5/2}$$

Situação 1: 3 unidades de pré tratamento funcionando

$$Q = (45,75/3) \text{ l/s} \rightarrow H = 0,164\text{m}$$

Situação 1: 2 unidades de pré tratamento funcionando

$$Q = (45,75/2) \text{ l/s} \rightarrow H = 0,193\text{m}$$

Situação 1: 1 unidade de pré tratamento funcionando

$$Q = 45,75 \text{ l/s} \rightarrow H = 0,254\text{m}$$

### - Pré Tratamento - Reator

D = 250mm

Q<sub>max</sub> = 45,75 l/s

Material - PVC / FºFº

PVC - L = 27,0m

FºFº - L = 25,7m ( entrada mais distante )

Peças FºFº ( entrada mais distante )

Peça	Quantidade	Lequiv. ( m )
Curva 90º	3	12,3
Registro	3	5,1
Te de saída lateral	1	16,0
Te passagem direta	2	11,0
Total		44,4

Perda de carga:

Utilizando a Fórmula Universal

$$h_{\text{dist}} = f ( L . v^2 ) / ( D . 2 . g )$$

$h = 0,53\text{m}$

Cota saída pré tratamento - 639,20m

Cota entrada reator - 638,50m ( OK ! )

- **Reator / Tanque de contacto**

**Reator / Canal de entrada**

$D = 300\text{mm}$

$Q = 91,4 \text{ l/s}$

Material - PVC / F°F°

PVC -  $L = 10,5 \text{ m}$

F°F° -  $L = 24,4\text{m}$

Peças F°F° ( entrada mais distante )

Peça	Quantidade	Lequiv. ( m )
Curva 90°	4	14,4
Registro	3	6,3
Curva 45°	1	2,2
Te passagem direta	4	24,4
Total		47,3

Perda de carga:

Utilizando a Fórmula Universal

$$h_{\text{dist}} = f ( L . v^2 ) / ( D . 2 . g )$$

$h = 0,66\text{m}$

Cota NA mínimo Reator - 637,35m

Cota Canal de Entrada Tanque de Contacto - 636,36m ( OK ! )

**Caixa divisora de vazão :**

Vertedores Triangulares p/ divisão de vazão

$$Q = 1,4H^{5/2}$$

Situação 1: 3 unidades de tanque de contacto funcionando

$$Q = ( 91,4/3 ) \text{ l/s} \rightarrow H = 0,216\text{m}$$

Situação 1: 2 unidades de tanque de contacto funcionando



$$Q = (91,4/2) \text{ l/s} \rightarrow H = 0,254\text{m}$$

Situação 1: 1 unidade de tanque de contacto funcionando

$$Q = 91,4 \text{ l/s} \rightarrow H = 0,336\text{m}$$

- **Reator / adensador**

$$D = 300\text{mm}$$

$$Q = 185,7 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Tempo de retirada de lodo - 3 horas ( 1 hora por ciclo )

$$Q_{\text{ret.}} = 185,7/3 = 61,9 \text{ m}^3/\text{h} \text{ ( } 17,2 \text{ l/s )}$$

Material - PVC / FºFº

$$\text{PVC} - L = 15,0 \text{ m}$$

$$\text{FºFº} - L = 40,1 \text{ m}$$

Peças FºFº ( entrada mais distante )

Peça	Quantidade	Lequiv. ( m )
Curva 90º	2	9,6
Registro	2	4,2
Curva 45º	1	2,2
Te passagem direta	3	18,3
Te saída lateral	1	19,0
Total		52,3

Perda de carga:

Utilizando a Fórmula Universal

$$h_{\text{dist}} = f ( L . v^2 ) / ( D . 2 . g )$$

$$h = 0,05\text{m} \rightarrow h_{\text{lodo}} = 2 \cdot h = 0,1\text{m}$$

Cota NA mínimo Reator - 637,35 m

Cota NA Adensador - 637,00m ( OK ! )

## **2.7 Avaliação do Corpo D'Água Receptor**

### **2.7.1 Dados Dos Efluentes Da Estação De Tratamento De Esgotos**

- **Vazão Média**

$Q_{\text{lançamento}}$  - 91,4 l/s

- **Esgotos Brutos**

DBO - 83,05g/hab dia ( 300mg/l )

Coliformes fecais -  $1,8 \times 10^7$  CF / 100 ml ( dado de literatura )

- **Eficiência do Tratamento**

Remoção de Carga Orgânica - 90%

Remoção de Coliformes Fecais - 100% ( sistema de desinfecção )

- **Efluente Tratado**

DBO - 15 mg / l

OD - 2 mg / l

Coliformes fecais - 0

### **2.7.2 Dados Da Bacia do Rio Atibaia**

- Classificação conforme Legislação - classe 2

- DBO - 1,0 mg / l ( córrego limpo )

- Concentração de saturação de oxigênio -  $C_s$  - 8,5 mg / l ( a 20° C )

- Oxigênio Dissolvido - OD - 7,7 mg / l ( 90% do valor de saturação )

- Coliformes Fecais - 0

- $Q_{7,10}$  no ponto de lançamento dos efluentes - 6,8m<sup>3</sup>/s ( dado obtido junto à SANASA - Estudo ETE Sousas )

### 2.7.3 Avaliação Das Condições Do Corpo D'Água Após O Lançamento Dos Efluentes Da ETE

#### - Cálculo da DBO da Mistura

$$DBO_m = (Q_{esg} \times DBO_{esg} + Q_{cor} \times DBO_{cor}) / (Q_{esg} + Q_{cor})$$
$$DBO_m = (91,4 \times 15 + 6800 \times 1) / (91,4 + 6800) = 1,18 \text{ mg / l } (< 5 \text{ mg/l}) \text{ OK!}$$

#### - Cálculo do OD da Mistura

Admitindo que o esgoto tratado esteja com OD = 0

$$OD_m = (Q_{esg} \times OD_{esg} + Q_{cor} \times OD_{cor}) / (Q_{esg} + Q_{cor})$$
$$OD_m = (91,4 \times 0 + 6800 \times 7,7) / (91,4 + 6800) = 7,6 \text{ mg / l } (> 5 \text{ mg/l}) \text{ OK!}$$

### **3. MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

### **3. Manual de Operação e Manutenção**

#### **3.1 Atividades de Manutenção**

##### **- Inspeção Inicial do Sistema**

Deve-se, numa inspeção inicial, atentar para as seguintes condições e materiais necessários para o bom andamento das atividades operacionais:

- cercamento da área, para controle do acesso de pessoas e veículos;
- condições do terreno, verificar se existem formigueiros, ninhos de ratos, cupim, etc;
- checagem de equipamentos, comandos elétricos, iluminação elétrica;
- checagem das instalações sanitárias;
- instrumentos de limpeza - pá perfurada, para remoção do material retido na caixa de areia; rastelo, para remoção do material gradeado;, peneira de náilon com cabo longo, para remoção do sobrenadante; carrinho de mão para transporte do material removido; mangueira; pá para cobrir o material gradeado; escovão para limpar vertedores e stop-logs, etc;
- tabelas de vazão referentes aos medidores, curvas das bombas;
- escala de operadores.

##### **- Carregamento do Sistema**

As unidades deverão ser enchidas com água bombeada do córrego ou proveniente de sistema de abastecimento público, para verificar-se a estanqueidade das mesmas e para que a entrada em regime de funcionamento seja gradual.

Nesta fase deverão ser testados, por um período de 24 horas, os aeradores para correção de possíveis falhas.

Após os testes, os tanques deverão ser mantidos cheios, e ser iniciada a entrada dos esgotos, permitindo, desta forma, a aclimação dos microorganismos.

## - **Atividades Diárias**

a) percorrer o perímetro do sistema de tratamento verificando:

- se existe algum mourão de cerca enfraquecido, visando impedir a entrada de animais ou pessoas estranhas no local;
- estado de conservação do gramado de proteção dos taludes;
- se os avisos de que o local é um sistema de tratamento de esgotos estão fixados em locais visíveis;
- se a distribuição de vazão é eqüitativa pelos diversos ramais;
- se os níveis de operação estão adequados.

b) anotar dados meteorológicos na Ficha Diária de Controle - temperatura, precipitações pluviométricas e ventos.

c) Grade:

- limpar a grade utilizando o rastelo. A limpeza deverá ser efetuada várias vezes ao dia, de forma a evitar o represamento dos esgotos à montante da grade;
- colocar o material em porta saco. O saco deve ser perfurado de forma a permitir o escoamento do líquido;
- a disposição final deverá ser como lixo doméstico em aterro sanitário

d) Caixa de Areia:

- agitar, três vezes ao dia, a caixa de areia no sentido contrário do fluxo para evitar a deposição de matéria orgânica.

e) Unidades de Medição e Controle de vazão

- realizar medições horárias que cubram pelo menos o período diurno;

- antes de cada medição, o operador deverá limpar as calhas vertedoras e/ou o canal afluente ao dispositivo de medição. Os valores medidos devem ser anotados em Ficha Diária de Controle Operacional;

## VALORES DE VAZÃO EM CALHA PARSHALL EM FUNÇÃO DA LÂMINA LÍQUIDA

W = 3"

H ( cm )	Q ( l/s )	H ( cm )	Q ( l/s )
3	0,8	14	8,5
4	1,2	15	9,4
5	1,5	16	10,8
6	2,3	17	11,4
7	2,9	18	12,4
8	3,5	19	13,5
9	4,3	20	14,6
10	5,0	25	20,6
11	5,8		
12	6,7		
13	7,5		

Fonte: Manual de Hidráulica - J.M. de Azevedo Neto, G. A. Alvarez

W = 6"

H ( cm )	Q ( l/s )	H ( cm )	Q ( l/s )
3	1,4	14	17,3
4	2,3	15	19,1
5	3,2	16	21,1
6	4,5	17	23,2
7	5,7	18	25,2
8	7,1	19	27,7
9	8,5	20	30,0
10	10,3	25	42,5
11	11,6	30	57,0
12	13,4	35	72,2
13	15,2	40	89,5

Fonte: Manual de Hidráulica - J.M. de Azevedo Neto, G. A. Alvarez

## - **Atividades Periódicas**

a) Pintar cercas e placas de avisos;

b) Caixa de Areia

- Fazer medições da camada de areia acumulada. Realizar a limpeza da caixa de areia sempre que o material acumulado ocupar metade da altura da câmara de armazenamento;
- Para isolar a caixa deverá ser substituído o vertedor triangular existente na caixa divisora de vazão por um stop log. Drenar o esgoto retido na câmara por meio do dreno superior, para a caixa de saída, localizada à jusante da caixa de areia;
- a areia deverá ser retirada por meio de pás ou enxadas e transportada para local adequado;

c) Unidades de Medição e Controle de Vazão

- limpar periodicamente os vertedores com o auxílio de escovão, para evitar que se formem crostas de escumas e/ou algas;

d) Reatores

- Inspeccionar cabos de fixação de aeradores;
- inspecionar válvulas, controles de nível;
- vistoriar parte construção civil.

e) Adensador

- remover materiais retidos nos anteparos ( cortinas ) e nos dispositivos de saída ( vertedores );
- executar vistorias nas partes submersas do adensador, pelo menos uma vez ao ano. Esta operação poderá ter a seguinte seqüência:
  - . esvaziar o tanque;
  - . vistoriar o equipamento mecânico, quanto a desgates e corrosões e efetuar correções;
  - . ajustar o equipamento;
  - . vistoriar parte construção civil.



f) elevatória de lodo

- inspeção de válvulas e bombas;

g) Tanque de Contacto

- manter limpas entradas e saídas;
- periodicamente vistoriar parte construção civil, notadamente revestimento externo , para verificar possíveis pontos de corrosão.

### 3.2 Operação e Avaliação do Sistema de Tratamento

- Ficha de inspeção

O operador deverá preencher diariamente ficha de inspeção e ocorrências e de controle operacional, tais como a apresentada no Modelo.

#### MODELO DE FICHA DE CONTROLE OPERACIONAL

Identificação: .....

Condições do Tempo: .....

Item	Sim	Não	Comentários
Levantamento de lodo no Reator			
Manchas verdes na superfície			
Manchas negras na superfície			
Manchas de óleo na superfície			
Presença de aves			
Presença de insetos			
Cercas estão em ordem			
Medidor de vazão funcionando			
Capina			
Retirada de espuma			
Remoção de sólidos na grade			
Faltou energia			
Foi usado by pass p/ corpo receptor			

- Programação de Amostragem e Medições.

Um aspecto fundamental no programa de monitoramento é o aproveitamento dos dados levantados, portanto os parâmetros analisados e a frequência de sua determinação poderá ser alterado e adaptado às necessidades locais.

### PROGRAMA DE MEDIÇÕES E AMOSTRAGEM

Frequência	Parâmetro	Esgoto Bruto	Caixa de Areia	Reator Aeróbio	Lodo Adensador	Efluente Final
Diária	Vazão ( m3/dia )	x				x
	Temperatura			x		
	pH	x				x
	SS ( ml/l )			x	x	
	OD ( mg/l )			x		
	IVL			x		
Semanal	DBO ( mg/l )	x				x
	DQO ( mg/l )	x				x
	SS ( ml/l )	x				x
	SSV ( ml/l )	x		x		x
	NTK ( mg/l )	x				x
	Alcalinidade( mg/l )	x				
	NO3( mg/l )			x		x
	NH3 ( mg/l )					x
	NO2 ( mg/l )					x
	Coliformes Fecais	x				x
Trimestral	SV		x			
	ST		x			

## **ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA**

**PLANTAS**