

MEMORIAL CÁLCULO

PROJETO ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS

EMPRESA: ZM EMPREENDIMENTOS IMOBILIARIOS LTDA.

Rodovia BR 101 – Rua Marginal Leste, 800

Bairro: São Judas Tadeu – Balneário Camboriú/SC

Balneário Camboriú/SC, 25/03/2020.

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 2 de 28

## TERMO DE CONFIDENCIALIDADE

O acesso ao presente trabalho é restrito ao autor do projeto e da empresa ZM EMPREENDIMENTOS IMOBILIARIOS LTDA. A disponibilização ou utilização para qualquer finalidade está sujeita à autorização do autor e da empresa.

## DIREITOS AUTORAIS

Direitos autorais reservados - Art 5º, inciso XXVII da Constituição, Lei 9610/98 dos direitos autorais.

## HISTÓRICO DE REVISÕES

<b><i>Revisão</i></b>	<b><i>Data</i></b>	<b><i>Observação</i></b>
00 - Inicial	25/03/2020	Início Elaboração

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 3 de 28

## **SUMARIO**

1.	INFORMAÇÕES GERAIS .....	4
a.	Pessoa Jurídica .....	4
2.	Responsável técnico pelo Projeto .....	4
3.	JUSTIFICATIVA .....	5
4.	MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES.....	6
i.	Caracterização do efluente bruto .....	6
ii.	Tratamento Primário.....	7
A.	Vazão de Projeto .....	7
B.	Tanque Anaeróbio/ Equalização .....	7
iii.	Tratamento Secundário .....	10
A.	Tratamento Biológico com aeração (lodos ativados) .....	10
a.	Comprovação do volume X remoção da DBO e BIODIGESTÃO DOS LODOS.....	11
b.	Vazão de Ar requerida .....	12
c.	Dimensionamento dos difusores de ar .....	13
d.	Estimativa de produção de sólidos (lodo) .....	15
i.	Fase Anaeróbica .....	15
ii.	Fase Aeróbica .....	16
B.	Decantador.....	19
iii.	Tratamento Terciário .....	21
A.	Filtro Anaeróbico.....	21
iv.	Dimensões da ETE .....	24
B.	Desinfecção .....	25
C.	Medição e controle de volume .....	25
5.	Resultados esperados do sistema de tratamento - ETE .....	26
6.	Anexos.....	27
7.	Referencias Bibliográficas .....	28

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 4 de 28

## 1. INFORMAÇÕES GERAIS

### a. Pessoa Jurídica

Razão Social: ZM Empreendimentos Imobiliários Ltda.

CNPJ: 13.232.505/0001-23

Nome fantasia: ZM Empreendimentos

Endereço: Rodovia BR-101 - Rua Marginal Leste, 800, São Judas Tadeu, Balneário Camboriú – SC



ZM EMPREENDIMENTOS

## 2. Responsável técnico pelo Projeto

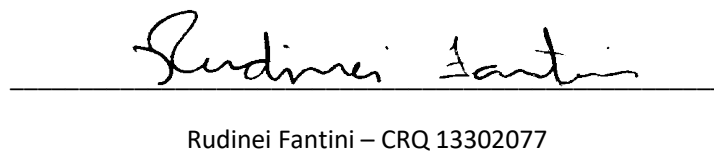
Nome: Rudinei Fantini

Endereço: Rua São Pedro, 2490

Qualificação Profissional: Engenheiro Químico

Registro: 13302077

E-mail: rfnei@terra.com.br



Rudinei Fantini – CRQ 13302077

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 5 de 28

### 3. JUSTIFICATIVA

Visando atender às exigências ambientais, tecnológicas e econômicas, levando em conta a simplicidade da operação bem como a eficiência na remoção das substâncias orgânicas indesejadas, sugere-se a implantação de um sistema de tratamento por processo aeróbio com recirculação de lodo ativado. Este processo, lodo ativado, baseia-se na injeção de oxigênio e de lodo ativo, circulando ao meio líquido, permitindo assim uma elevada decomposição da matéria orgânica afluenta.

Após o sistema de lodo ativado o efluente deverá sofrer uma decantação, polimento, e uma desinfecção caso necessário, para qualquer tipo de microorganismos e/ou material orgânico remanescente ser oxidado completamente e assim garantir a qualidade do efluente tratado.

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 6 de 28

## 4. MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

### i. Caracterização do efluente bruto

Conforme NBR 12209, segue os valores de referência de cada parâmetro.

Parâmetro	Unidade	Valor NBR 12209	
		Mínimo	Máximo
DBO (5 dias)	mg/l	281	375
DQO	mg/l	562,5	750
Sólidos Suspensos	mg/l	281	437,5
Nitrogênio	mg/l	50	75
Fósforo	mg/l	6,25	10

Tabela 1: Valores de referência NBR 12209.

Para finalidade de cálculo será utilizado os valores abaixo:

Tabela Resumo dos Parâmetros do Projeto – Efluente Bruto		
Vazão média	38,93	m³/dia
	1,64	m³/h
	0,28	l/s
Vazão máxima diária k <sub>1</sub> = 1,2 (NBR 9649/86)	1,95	m³/h
Vazão máxima instantânea k <sub>2</sub> = 1,5 (NBR 9649/86)	0,68	l/s
Vazão adotada de projeto	40,00	m³/dia
Carga orgânica	6,49	kg/dia
Concentração estimada	395,61	mg/l
Concentração adotada	396	mg/l
Eficiência estimada	> 90%	

Tabela 2: Valores de referência adotados no projeto.

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 7 de 28

## ii. Tratamento Primário

### A. Vazão de Projeto

Conforme dados do empreendimento, tabela abaixo, foi calculado o volume de contribuição diária do sistema de tratamento.

E S T A T Í S T I C O		
População residencial estimada	-	hab.
Usuários comercial estimados	865	hab.
Consumo total estimado	43.250	l/dia
Volume Reservatório Inferior (Consumo)	25.950	litros
Volume Reservatório Superior (Consumo)	17.300	litros
Volume da Reserva Técnica de Incêndio	79.000	litros
Volume Reservatório Reuso de Águas Pluviais	1.100	litros
Volume Reservatório Contenção de Águas Pluviais	16.200	litros
Nº de Caixas de Gordura	0	un.
Nº de Hidrometros	1 geral + 11	un.
Volume do Depósito de Lixo	10,00	m³

Tabela 3: Valores de contribuição do projeto do empreendimento.

Os parâmetros adotados para o dimensionamento das operações e processos envolvidos no sistema de tratamento são os seguintes (período de trabalho, 24 h/dia):

- Vazão máxima (adotada)  $Q_{\max}: 40,0 \text{ m}^3/\text{dia} = 1,67 \text{ m}^3/\text{h}$
- Vazão média:  $Q_{\text{med}}: 38,93 \text{ m}^3/\text{dia}$
- Vazão mínima:  $Q_{\min}: 30 \text{ m}^3/\text{dia}$

### B. Tanque Anaeróbio/ Equalização

A finalidade do tanque de equalização (que se assemelha com um decantador) é homogeneizar o efluente, de tal forma a permitir que a mistura esteja em condições de ser lançada no reator biológico (etapa seguinte), garantindo assim, um bom desempenho microbiológico. O objetivo é obter uma redução do nível de DQO, que tem sua principal origem na utilização dos produtos de limpeza. Com o efluente homogeneizado, ocorre uma pré-estabilização anaeróbia dos materiais orgânicos biodegradáveis.

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 8 de 28

Segue os cálculos deste tanque:

$$q_{Amáx} = 90 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$$

De acordo com a NBR 12209:2011 (Para decantador)

$$q_A = 50 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$$

Adotado por similaridade na indústria

$$q = Q/A_s$$

$$Q_{máx} = 1,95 \cdot 24 = 46,8 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$A_s = 46,8/50 = 0,936 \text{ m}^2$$

$$TDH_{min} = 3\text{h}$$

$$V_{min} = Q_{med} \cdot TDH_{min}$$

onde: V = volume do reator ( $\text{m}^3$ )

$$Q_{med} = \text{vazão de esgoto média (m}^3/\text{h)} = 1,67$$

$$V_{min} = 1,67 \cdot 3$$

$$V_{min} = 5,00 \text{ m}^3$$

Logo

$$V_{min} = A_s \cdot h_{util}$$

$$h_{util} = 5/0,938 = 5,33 \text{ m}$$

Volume mínimo do tanque

$$V = Q_{med} \cdot \theta$$

onde: V = volume do reator ( $\text{m}^3$ )

$$Q_{med} = \text{vazão de esgoto média (m}^3/\text{h)}$$



	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 9 de 28

O objetivo do decantador é obter uma redução do nível de DQO superior a 60% para continuidade no processo

$\theta$  = tempo de detenção (h), para uma eficiência teórica de redução de DQO > 60% - (von Sperling, 1997)

$\theta > 6$  h

$\theta$  = tempo de detenção (h) – 6 h mínimo,

$$V_{\min} = 1,67 \cdot 6 = 10,02 \text{ m}^3$$

Sugere-se Tanque de concreto reforçado circular com as seguintes dimensões:

Dimensões do Tanque Proposto		
Altura	2,50	m
Altura Útil	2,00	m
Diâmetro externo	2,50	m
Diâmetro Interno	2,40	m
Área T1	4,52	m <sup>2</sup>
Volume T1 (VT1)	11,30	m <sup>3</sup>

$\theta$  = tempo de detenção (h) real =  $V_{tq1}/Q_{méd}$

$$\theta_{real} = 11,30 / 1,67 = 6,77 \text{ h}$$

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 10 de 28

### iii. Tratamento Secundário

#### A. Tratamento Biológico com aeração (lodos ativados)

O tratamento biológico, aplicado neste sistema de tratamento será o processo de lodo ativado, no qual o efluente sanitário e as bactérias fixadas na forma de flocos de lodo ativado são intimamente misturados, agitados e aerados, a fim de propiciar a floculação biológica no tanque de aeração, e finalmente a separação dos flocos do meio líquido no decantador que é instalado dentro do tanque biológico.

Segue os cálculos:

Recomenda-se um período de retenção hidráulica não inferior a 20 horas.

Volume Total		
VTOTAL1 > QMD* dia		
VTOTAL1 >	38,93	m <sup>3</sup>

Propõe-se Tanque de concreto reforçado circular com 2 módulos:

Dimensões do Tanque Proposto		
Altura	5,50	m
Altura Util	4,80	m
Diâmetro externo	2,50	m
Diâmetro Interno	2,40	m
Área TA'	4,52	m <sup>2</sup>
Volume TA' (VTA)	21,71	m <sup>3</sup>
Volume TA (VTA)	43,43	m <sup>3</sup>

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 11 de 28

O cálculo para a remoção da carga poluente considera duas etapas de tratamento. A remoção de 80% no tanque de aeração e a remoção de 60% para o filtro biológico. Dando um resultado ao final do Sistema em 92% de remoção.

Para a remoção de 80% através da aeração estendida determina-se o volume do tanque TA como segue:

DBO TA	79,12	mg/l
Volume Total		
$VTOTAL2 = c \times Q / k$		
VTOTAL 2=	36,14	m <sup>3</sup>
VTOTAL 2 < VTA	OK	Para 20hrs de retenção

Onde:

c = coeficiente de eficiência para rendimento de 80% = 5.20

k = taxa de eliminação do substrato = 5,60 dias<sup>-1</sup> para efluente sanitário doméstico/residencial.

Resultando em um período teórico de retenção hidráulico em TA:

Periodo Teórico de retenção hidráulica em TA		
$PR = (VTA * 24) / VTotal1$	26,78	h
PR > 20h	OK	

## a. Comprovação do volume X remoção da DBO e BIODIGESTÃO DOS LODOS

A Carga orgânica DBO Yo, aplicada em TA diariamente será:

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 12 de 28

Carga Orgânica Diária		
DBO Y0= QMD x DBOa		
YO =	15,40	kg DBOa /dia

Por outro lado:

SSLM = Sólidos suspensos na massa fluidificada

SSLM = 2000 mg/l (2 kg/m³)

QL = Carga de lodos = 0.20 kg DBO/kg SS-dia

Volume mínimo de TA - pela carga orgânica		
$V'TOTAL = YO / (QL \times SSLM) =$		
V'TOTAL =	38,50	m³
V'TOTAL < VTA	OK	

## b. Vazão de Ar requerida

Será utilizado compressor parafuso, considerando seu rendimento de 100%.

Volume de necessário de Ar		
DBO Y0 dia	15,40	kg DBOa /dia
Oferta teórica máxima normal de O2 :	2,72	kg de O2 / kg de DBO5
Volume Necessário de Ar =	41,95	m³/ h
Volume Disponível de Ar	41,95	m³/ h

A potência suficiente para o funcionamento do SISTEMA (eficiência requerida), em seu regime de operação de 24 hs, levamos em consideração a estabilidade dos parâmetros. Entretanto os parâmetros não são estáveis durante as 24 horas do dia, portanto prevemos equipamentos que suportam esta variação de demanda.

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 13 de 28

Adota-se então um coeficiente de segurança teórico para picos, falhas e recorrências

Coeficiente de segurança	1,03	
Fator de correção para Air Lift (AL)	1,90	
Fator de correção do ar comprimido (FC)	0,84	
<i>Fator de Correção = <math>((273 + 0\text{ }^{\circ}\text{C}) \div (273 + t1)) \times ((P1 - (Rh \times Pv)) \div 1,033)</math></i>		
Requerimento total de AR =	68,82	m <sup>3</sup> / hr
	40,51	CFM

No sistema de tratamento proposto, que é de pequeno porte e baixa vazão, a pressão de trabalho requerida é de até 1 bar. Por decisão econômica, podem ser utilizados equipamentos com maior vazão e maior pressão.

### c. Dimensionamento dos difusores de ar

Os difusores de ar têm capacidade de produzir 10 l/min de bolhas finas. Para se calcular a quantidade de difusores necessários leva-se em consideração:

Eficiência de transferência de O<sub>2</sub> em TA= 30%

Cada difusor de fundo libera - 10,00 L / min - 600 L / hora - 0,60 m<sup>3</sup> / hora

Estima-se que cada 1 m<sup>3</sup> de ar contém 0.3024 kg de O<sub>2</sub>

Portanto, cada difusor transfere

0,0544 kg de O<sub>2</sub> / hora

Rendimento sugerido para TA> = 80%

Para fins de dimensionamento da ETE o efluente tem as seguintes características.

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 14 de 28

A carga poluente a ser tratada no Tanque de Aeração, onde o desempenho sugerido anteriormente considerado é:

Carga Orgânica hora		
DBO Y0 hora= DBO Y0 / 24		
DBO Y0 hora =	0,64	kg DBO/h

Considerando que:

1 kg de O <sub>2</sub> remove	0,5	kg de DBO
O sistema requer	1,28	kg de O <sub>2</sub> / hora

Para o desempenho requerido, temos

Quantidade min de difusores = 1,28 /0,0544

O número mínimo de difusores	23,52	un.
Arredondando	24,00	un.

Para a maior eficiência da e por uma aeração homogeneizada adotamos na distribuição 5 Unidades de difusores por setor de 1m<sup>2</sup>

Quantidade de setores adotada	5,00	
Quantidade de difusores adotado	24,00	un.

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 15 de 28

## d. Estimativa de produção de sólidos (lodo)

Para o sistema de tratamento proposto, a produção de sólidos será dividida entre as fases anaeróbicas e aeróbicas.

### i. Fase Anaeróbica

Produção de Lodo Gerado ( $\Delta X_T$ )

A produção de lodo gerado é excedente à quantidade de sólidos necessários para manter o lodo recirculando no sistema. Com isso, este excesso é coletado e encaminhado para tratamento e disposição final por empresa especializada.

Este aumento de carga orgânica não deve afetar o desempenho do tanque anaeróbico, considerando que o desempenho do tanque anaeróbico quando trata esgoto doméstico é mais influenciado pela carga hidráulica do que pela carga orgânica (NBR 12.209/11).

A produção de lodo gerado nessa fase do processo é de:

$$0,6 * 6,5 = 3,9 \text{ kg SV/d.}$$

Volume de lodo (VL excesso)

Considerando o teor de sólidos no lodo em excesso como 1% (JORDÃO E CONSTANTINO, 2011) e a densidade do lodo como 1,0.

O volume de lodo em excesso estimado será de **0,0389** m<sup>3</sup>/d.

Recomenda-se a inspeção do “VL excesso” a cada mês de operação, dado o volume disponível no tanque anaeróbio. Opta-se pelo método IVL – Índice Volumétrico de Lodo. Quando constatada a necessidade de remoção a mesma deve ser operacionalizada como segue:

$$\text{Volume} = 7,78 \sim 8 \text{ m}^3$$

Periodicidade = 200 dias

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 16 de 28

Ponto de remoção Tanque Anaeróbico

## ii. Fase Aeróbica

O lodo em excesso gerado na fase aeróbia também será encaminhado ao compartimento de digestão do tanque anaeróbico, onde acontece a estabilização do lodo.

O sistema de tratamento, por ser um sistema de lodos ativados de aeração prolongada atua como um biodigestor não necessitando de continua recirculação dos lodos para o tanque anaeróbio.

O cálculo teórico da quantidade de lodo em excesso a ser recirculado se dá por:

1 -Determinar a concentração de sólidos de aeração no aerador e consequente acumulação de lodos (kg SSV / dia).

2 – Determinar a quantidade de lodo excedente, baseado na acumulação teórica de lodos em base ao teor de sólidos estimados.

Para determinar S, através da equação do fator de carga (K), assumindo por bibliografia que para a aeração prolongada  $k < 0,1$  devido à preponderância da fase de respiração endógena e à digestão microbiana:

$$K = \frac{Q \cdot B}{V \cdot S \cdot e}$$

K	0,10	
Q	40000	l/d
B	395,61	mg/l
vTA	43429	l
S	4554,62	mg/l
e	0,80	



	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 17 de 28

Q = vazão média diária (l / dia)

B = DBO5 aplicado ao sistema (mg / l)

V = volume do reator de aeração (l)

S = concentração de sólidos de aeração no aerador (mg / l)

e = proporção de material volátil contida nos sólidos de aeração (e = 0,80)

A produção de lodo por síntese e oxidação é calculada por:

$$G = a \cdot B \cdot E - b \cdot S$$

Cálculo da Síntese da Oxidação de Lodos		
G	27,04	kg/d
a	0,70	
B	395,61	mg/l
e	0,92	
b	0,05	
S	4554,62	mg/l

Onde:

G = acumulação de lodos (kg SSV / dia)

A = constante referida à fração de DBO5 sintetizada por LODOS (a = 0,5-07)

B = DBO5 aplicada ao sistema (mg / l)

E = eficiência do sistema

b = constante relativa ao difusor adotado (b = 0,05-0,12)

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 18 de 28

S = concentração de sólidos de arejamento no efluente (mg / l)

Devido à similaridade da cinética desta proposta com outros sistemas de tratamento:

Cálculo do lodo excedente		
G	27,04	kg/dia
Densidade de lodo digerido	1030,00	kg/m <sup>3</sup>
Teor de sólidos	5%	
Volume de lodo produzido (Excesso)	0,5251	m <sup>3</sup> /d
Usuários	865,00	peessoas
Constante de Contribuição	0,21625	m <sup>3</sup> .peessoa/dia
Quantidade de lodo excedente	0,1135	kg/dia
	40,8774	kg/ano

Tanto o lodo gerado nos decantadores assim como nos filtros anaeróbicos, são enviados (em fluxo por batelada) novamente ao tanque aeróbio, favorecendo assim a redução dos sólidos suspensos e aumentando a relação de biodegradabilidade do sistema. Consequentemente teremos uma redução significativa do “Índice Volumétrico de Lodo – IVL”.

O IVL deve entrar no monitoramento do sistema, com a finalidade de determinar a necessidade de remoção do lodo. Sugere-se que o IVL >100 ml/L, deverá ser removido lodo do sistema.

Volume = de acordo com a inspeção (IVL)

Periodicidade = 180 dias

Ponto de remoção – Tanque aeróbio

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 19 de 28

## B. Decantador

Neste tanque os flocos estabilizados, mas contendo uma razoável atividade microbiológica, são separados por decantação. O Decantador possui um circuito hidráulico de modo a criar uma zona anóxica, após o processo de lodos ativados. Seu corpo tem a altura necessária para que ocorra a sedimentação e recirculação de lodos não digeridos completamente no processo anterior.

O dimensionamento do **decantador** se dá pela vazão e área do tanque aeróbio. O efluente é enviado do tanque aeróbio para o decantador através do “air lift”.

A seção transversal da tubulação coletora - AIR LIFT é determinada através da aplicação de insumos disponíveis no mercado e validada pela aplicação fórmula de Manning.

Diâmetro:	4,00	cm
Pendente:	1%	%
Material: n =	0,01	PVC
Adotam-se 2 Air Lifts		
Fórmula de Manning:		
Área:	0,00251	m <sup>2</sup>
PM	0,126	0
Velocidade:	0,82	m/s
Q máximo admissível:	0,00206	m <sup>3</sup> /s
Q máximo admissível:	7,41	m <sup>3</sup> /hr
QMH =	1,95	m <sup>3</sup> /hr

Para H útil entre 2,0 m e 3,0 m - QMax/QMH > 2 é suficiente para assegurar a eficiência de bombeamento pelo “air lift”.

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 20 de 28

QMax/QMH=	3,81
QMax/QMH > 2	OK

Caso  $Q_{Max}/Q_{MH} < 2$ , pode-se optar por mais reatores ou por aumentar o diâmetro da tubulação coletora.

Na opção de mais reatores, a relação da área dos reatores com a área de TA deve ser menor que 2.

Seleção do decantador secundário		
Quantidade (q)	2,00	un
Diâmetro Interno	0,60	m
Área do Reator (AR)	0,28	m <sup>2</sup>
$(q \cdot AR) / A_{TA} < 2$	0,12	OK

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 21 de 28

### iii. Tratamento Terciário

#### A. Filtro Anaeróbico

Após a passagem pelos decantadores, o efluente segue para os filtros anaeróbicos, para polimento final. Para filtros biológicos com taxa de fluxo de alta velocidade de aplicação (Taplic), consideramos um tempo de contato com o biofilme de no mínimo 4 e no máximo 12 horas, a uma profundidade média de 2,70 m e DBO de 270 mg / m<sup>2</sup> / dia de retenção. Adota-se como meio de suporte brita ou mídias de no mínimo 25mm.

Portanto o volume mínimo necessário em base a Vazão de Projeto:

Vazão/dia do Projeto (Q dproj)		
Q dproj =	40,00	m <sup>3</sup> /dia
Q dproj =	1,67	m <sup>3</sup> /hora

A brita deve ser de 25 mm, com isso, temos a área total (SupGrav) 3750 milímetros<sup>2</sup> para cada pedra e o respectivo volume de 15.625 milímetros<sup>3</sup> de brita. A expansão de volume em 10% diz que cada pedra terá um volume final (Vol Teórico Brita - Uni) 17.000 milímetros<sup>3</sup>.

Estima-se então que o meio de suporte então ocupe 50% do volume do tanque. O volume total do tanque deve garantir o tempo de contato e tempo de retenção hidráulica para o estabelecimento e manutenção do biofilme.

Para um período de retenção de 12 horas, o volume do tanque deve ser então:

Volume Total		
VTFB > QMD* PR (12h)		
VTFB >	20,00	m <sup>3</sup>

Propõe-se tanque de concreto reforçado circular com 2 módulos de:

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 22 de 28

Dimensões do Tanque Proposto		
Altura	3,00	m
Altura Útil	2,80	m
Diâmetro externo	2,50	m
Diâmetro Interno	2,40	m
Área TFB	4,52	m <sup>2</sup>
Volume TFB (V'TFB)	12,67	m <sup>3</sup>
<b>VTFB</b>	<b>25,3</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

A remoção da carga residual pelo Filtro biológico é estabelecida em 60% de eficiência, de 20% inicial derivado do tanque de aeração. Determina-se o volume do tanque considerando sua área de instalação e o tamanho da brita utilizada para dar suporte à criação de biota.

A remoção da carga residual de DBO prevista é de 60% \* DBO TA

$$DBO\ TFB = DBO\ TA * (1-0,6)$$

DBO TFB	31,65	mg/l
---------	-------	------

Eficiência do filtro

A eficiência da filtração biológica é calculada de acordo com a Equação (Jordão e Pessoa - 1995):

$$E = \frac{100}{1 + 0,4432 \sqrt{\frac{W}{V \cdot F}}}$$

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 23 de 28

Sendo:

E = eficiência (%)

W (DBOTA) = carga orgânica aplicada (kg/dia);

0,4432 = k – Constante

V = volume do meio suporte (m³);

F = fator de recirculação = 1

Eficiência de TFB		
DBOTA	3,08	kg DBOa /dia
Vtbrita min	12,67	m³
F = fator de recirculação	1	(sem recirculação)
k	0,4432	
E'	82,07	%
E' > (60%)	OK	

Validação do VTFB pelo tempo de contato

Periodo Teórico de retenção hidráulica em TFB		
Volume Teórico de Brita (Vtbrita)	12,67	m³
P.R. = ((VTFB-Vtbrita) / QMD) x 24 h	7,60	h
4>PR hidráulico> 12h	OK	

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 24 de 28

#### iv. Dimensões da ETE

Segue o layout do sistema de tratamento, conforme o memorial de cálculo acima.

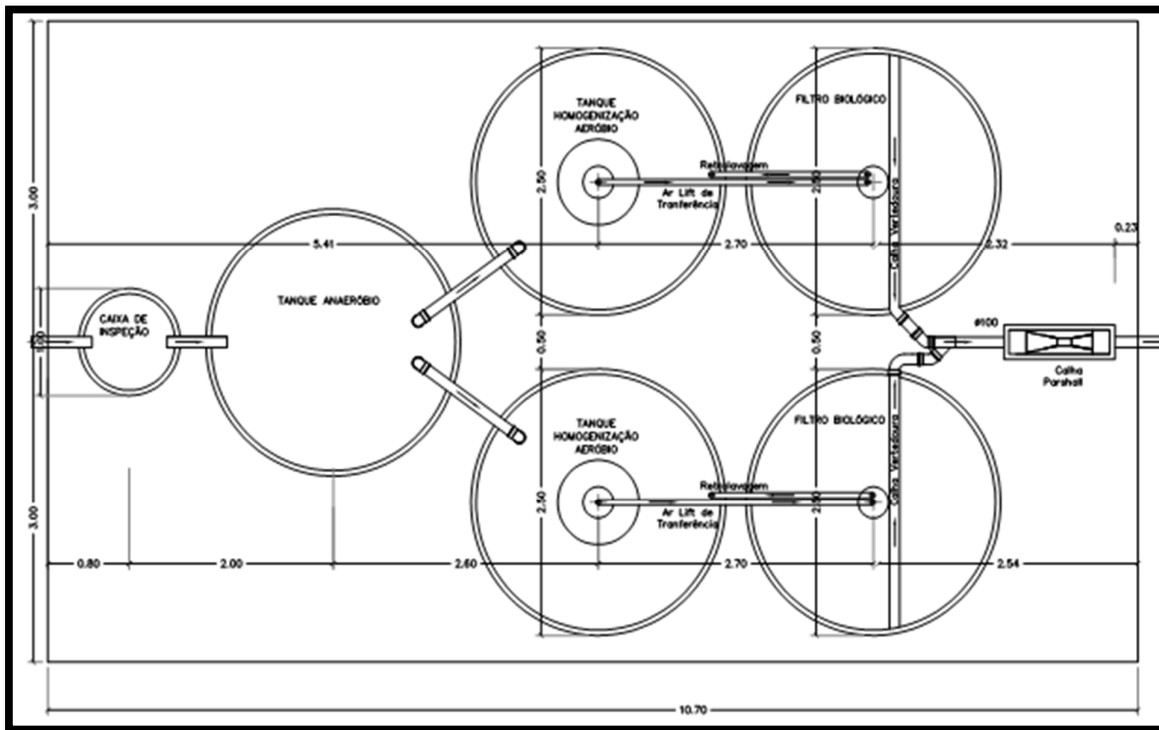


Figura 1: Layout do sistema de tratamento proposto.

Medidas do sistema de tratamento		
Largura da ETE	6,00	m
Comprimento da ETE	10,70	m
Área Estimada ETE	64,20	m <sup>2</sup>

Tabela 4: Medidas do sistema de tratamento.



	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 25 de 28

## **B. Desinfecção**

Após a passagem pelos filtros anaeróbicos o efluente poderá passar por algum sistema de desinfecção, caso seja necessário após a avaliação das análises de entrada e saída.

## **C. Medição e controle de volume**

Deverá ser instalado calha Parshall para acompanhamento e medição do efluente gerado para volume de até 3 m<sup>3</sup>/h, na saída da ETE.

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 26 de 28

## 5. Resultados esperados do sistema de tratamento - ETE

Os efluentes deverão ser coletados e analisados trimestralmente, efluente bruto e tratado, por laboratório credenciado pelo INMETRO, sendo analisado os seguintes parâmetros:

- pH
- DBO5 (mg/l)
- DQO (mg/l)
- Fosforo Total ( PO4-P)
- Nitrogênio Total
- Óleos e Graxas
- Sólidos Sedimentáveis

Estes parâmetros, são sugeridos de acordo com a legislação vigente ambiental, decreto 14675 SC e CONAMA 430/11, conforme abaixo:

Parâmetro	Valor
DBO (5 dias)	≤ 60 mg/l ou 80% de redução do efluente bruto
Nitrogênio Amoniacal Total	≤20 mg/l ou 80% de redução do efluente bruto
Fósforo Total	≤4 mg/l
Óleo e Graxas Totais	100mg/L
Sólidos Sedimentáveis	1ml/L
pH	6,0 a 9,0
Temperatura	inferior a 40°C

Os pontos de coleta do efluente bruto é no tanque anaeróbio/equalização e do efluente tratado após a calha Parshall.

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 27 de 28

## 6. Anexos

- Fluxograma
- Planta baixa, corte e detalhes.
- Planta de Implantação
- ART

	MEMORIAL DESCRITIVO – Estação de Tratamento de Efluentes	Código: PETE
		Revisão: 00
		Página: 28 de 28

## 7. Referencias Bibliográficas

AZEVEDO NETO, J. M.. “Manual de Hidráulica”. Editora Edgard Blucher, 8ª edição, 1998,

BRAILE, P.M. “Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais”. CETESB, Brasil, 1993.

METCALF & EDDY. “Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse”. Ed. McGraw-Hill, 3rd ed., 1991.

Von SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Ed. DESA-UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1996.

BRITTO, E. “Tecnologías Apropriadas ao Tratamento de Águas Residuárias”, ABES-RJ, Brasl, 1999

GEBARA, D. “Coeficientes de Transferência de Oxigênio em reator aeróbio de leito fluidizado para tratamento de esgoto”, ABES-Brasil, 200

Resolução CONAMA 430

NBR 12209:2011 - Elaboração de Projetos Hidráulico-Sanitários de estações de tratamento de esgoto sanitários

NBR 13969 - Tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - projeto, construção e operação