

ANEXO I-C

MEMORIAL DESCRITIVO

MEMORIAL DESCRITIVO

Estação de Tratamento de Esgotos

Tipo: Reator UASB + FBASN+ DS+ SC

$$Q_{\text{méd}} = 1,0\text{L/s}$$

Apresentação

Esse relatório apresenta o Memorial Descritivo e de Cálculo da Estação de Tratamento de Esgoto. Seu conteúdo é composto por fluxograma, etapas de tratamento da estação, características do efluente tratado, desempenho operacional, dimensionamento e especificação dos materiais.

Foi projetado um sistema de tratamento de esgoto doméstico do tipo UASB+FBASN+DS +SC para atender a uma vazão média de 1,0 l/s.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. FLUXOGRAMA DE TRATAMENTO.....	4
3. ETAPAS DO TRATAMENTO	5
3.1 Nível 1 - Pré-Tratamento.....	5
3.2 Nível 2 - Tratamento Secundário	5
3.3. Nível 3 – Tratamento Terciário	6
3.4 – Polimento	7
3.5 -Desinfecção por sistema de cloração	8
4. SUB-PRODUTOS.....	9
4.1. Lodo.....	9
4.2. Biogás.....	9
5. ESGOTO BRUTO E EFLUENTE FINAL	9
6. DESEMPENHO OPERACIONAL	10
7. DIMENSIONAMENTO DA ETE	10
7.1. Dados de entrada.....	10
7.2. Pré-Tratamento	10
7.3. Dimensionamento do Reator UASB	11
7.4. Dimensionamento do Filtro Biológico Aerado Submerso Nitrificante	12
7.5. Dimensionamento do Decantador Secundário	12
7.6. Produção de Lodo	12
7.7. Elevatória de Esgoto Bruto e Lodo de Lavagem	13
7.8. Geometria dos reatores.....	14
8. ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS	15
9. ESPECIFICAÇÃO DO TRATAMENTO ANTICORROSIVO E PINTURA.....	15
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

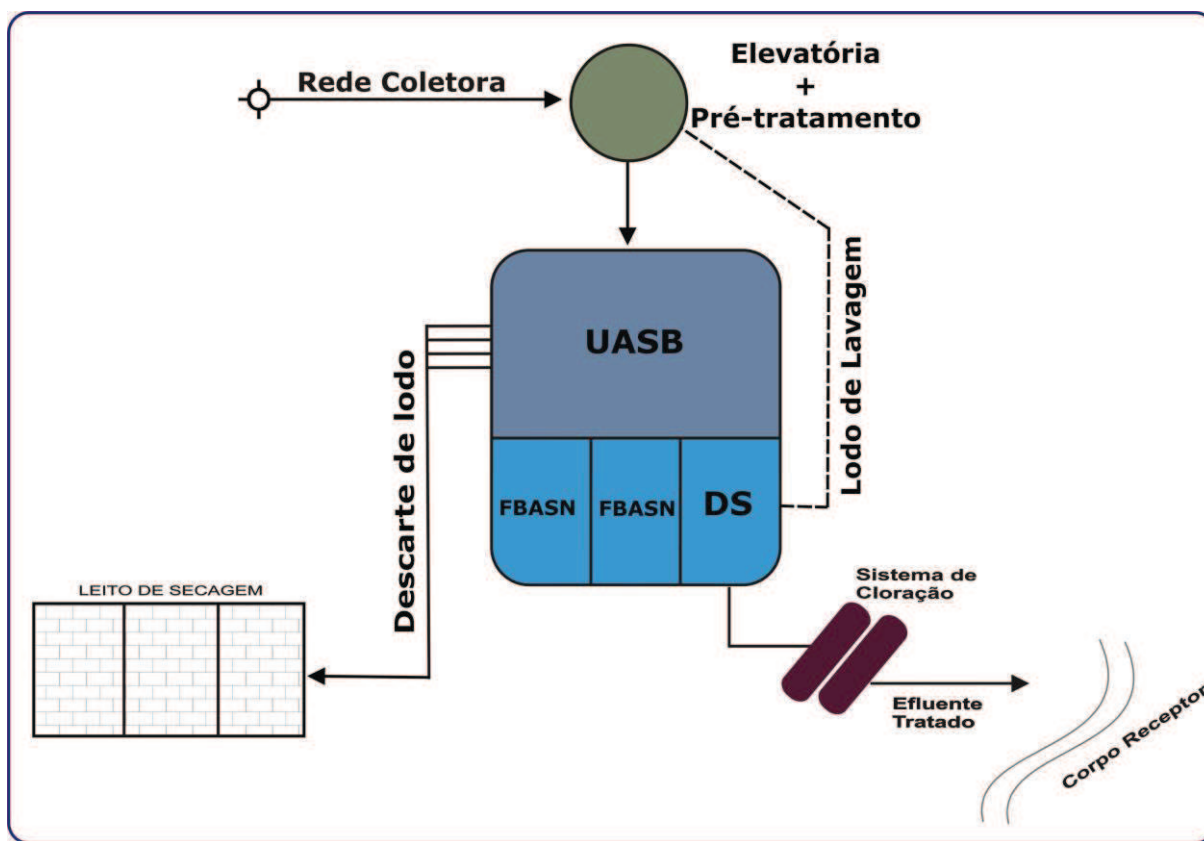
1. INTRODUÇÃO

A Estação de Tratamento de Esgoto UASB (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo) + FBASN (Filtro Aerado Submerso Nitrificante) + DS (Decantador Secundário) + SC (Sistema de cloração), constitui-se em um processo biológico, de última geração, removendo sólidos em suspensão, matéria orgânica, nutrientes e organismos patogênicos.

Principais vantagens:

- Mais compacto dentre os processos biológicos;
- Simplicidade operacional;
- Baixo custo de implantação e operação;
- Baixo impacto em ambientes urbanos (ruído, odor, visual);
- Gera 60% menos lodo que os processos convencionais;

2. FLUXOGRAMA DE TRATAMENTO



Fluxograma de tratamento da ETE UASB + FBASN + DS + SC

O Fluxograma da ETE UASB + FBASN + DS + SC é composto pelas seguintes unidades:

ITEM	Unidade	Componentes
01	Pré-tratamento	Gradeamento com limpeza manual e caixa de areia
02	Estação elevatória	Poço e conjunto moto-bomba
03	Tratamento secundário e terciário	Reator UASB (anaerobio) + FBASN (aeróbio)
04	Polimento	Decantador Secundário (DS)
05	Desinfecção	Sistema de cloração (SC)
06	Tratamento do lodo	Leito de Secagem
07	Tratamento do Gás	Queimador de Biogás

3. ETAPAS DO TRATAMENTO

O processo de funcionamento da UASB + FBASN + DS + SC compreende as seguintes etapas:

3.1 Nível 1 - Pré-Tratamento

O pré-tratamento tem o objetivo de reter sólidos mais grosseiros como folhas, galhos, areia, entre outros, protegendo os equipamentos e tubulações e evitando o acúmulo de material inerte nos reatores biológicos. Sendo assim, nesta fase o esgoto passa, primeiramente, por um gradeamento e, na seqüência, pela caixa de areia, do tipo canal.

O gradeamento é constituído por uma grade média, com limpeza manual, onde o material retido é removido periodicamente, devendo ser disposto em aterro sanitário, bem como o material retido na caixa de areia.

Após este tratamento o esgoto é então encaminhado à Estação Elevatória (EE), de onde é recalcado para o reator UASB.

3.2 Nível 2 - Tratamento Secundário

Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e Manta de Lodo (UASB)

Neste sistema a matéria orgânica (MO) é estabilizada anaerobiamente por bactérias dispersas no reator. Estas bactérias crescem à um nível tal, que acabam por formar uma biomassa (ou manta de lodo). Com o fluxo do esgoto dentro do reator é ascendente, à medida que o esgoto atravessa a manta de lodo, as bactérias então agem sobre a matéria orgânica. Como resultado da degradação anaeróbia da MO são formados gases (principalmente metano e gás carbônico).

Como na maioria dos casos, é inviável o lançamento direto de um efluente anaeróbio no corpo receptor, torna-se então necessária a inclusão de uma etapa de pós-tratamento para

a aeração do efluente e também para a remoção dos compostos orgânicos remanescentes no efluente anaeróbio, visto que o UASB remove cerca de 70%.

3.3. Nível 3 – Tratamento Terciário

Filtro Biológico Aerado Submerso Nitrificante

O filtro biológico aerado submerso nitrificante é constituído por um tanque preenchido com material filtrante e aerado artificialmente. O leito filtrante tem a função de servir de meio suporte para as colônias de bactérias, através deste leito esgoto e ar fluem permanentemente, ambos com fluxo ascendente.

O filtro biológico recebe o efluente anaeróbio (do reator UASB). Nesta etapa, grande parte da matéria orgânica remanescente é metabolizada aerobiamente, ou seja, com a presença de oxigênio. A principal função dos filtros biológicos aerado nitrificante é a remoção de compostos orgânicos, nitrogênio e amônia, contribuindo para uma eficiência global de remoção de DBO_5 superior a 90%.

O meio filtrante é mantido sob total imersão pelo fluxo hidráulico, caracterizando os FBASN's como reatores trifásicos compostos por:

- Fase sólida - constituída pelo meio suporte e pelas colônias de microorganismos que nele se desenvolvem sob a forma de um filme biológico (biofilme).
- Fase líquida - composta pelo líquido em escoamento através do meio poroso.
- Fase gasosa – formada, principalmente, pela aeração artificial.

O lodo de excesso produzido nos filtros biológicos é removido rotineiramente através de lavagens contra-correntes ao sentido do fluxo, sendo enviado para a elevatória de esgoto bruto, que o encaminhará por recalque ao reator UASB para digestão e adensamento pela via anaeróbia.

A legislação ambiental brasileira tem dado especial atenção à remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo) pela possibilidade de ocasionar eutrofização dos corpos d'água.

Nas águas residuárias o nitrogênio pode se apresentar principalmente sob as seguintes formas: *Reduzida* (Nitrogênio Orgânico (N_{org}), Nitrogênio Amoniacoal ($N-NH_4^+$)) ou *oxidada* (Nitrogênio Nitroso ($N-NO_2^-$) e Nitrogênio Nítrico ($N-NO_3^-$)).

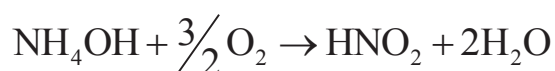
Conhece-se como “Nitrogênio de Kjeldahl” (N_{kj} ou NTK) o conjunto formado pelas formas reduzidas. Já o “Nitrogênio Total” representa o total das formas, reduzidas e oxidadas.

Os processos de remoção de Nitrogênio podem ser classificados em aqueles que fazem a oxidação de NH_4^+ (em N-NO_2^- e N-NO_3^-) e os que fazem a remoção completa deste nutriente.

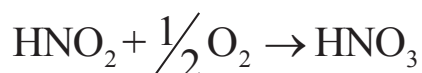
A nitrificação, oxidação biológica do nitrogênio amoniacal tem como produto final o nitrato, e como passo obrigatório intermediário, o nitrito.

A primeira etapa, de nitritação, é realizada principalmente pelas bactérias do gênero *Nitrosomonas*, e em menor participação, *Nitrosococcus*, *Nitrosospora*, *Nitrosocystis* e *Nitrosoglea*. A Nitratação pode ser realizada pelas bactérias *Nitrobacter* e *Nitrocystis*.

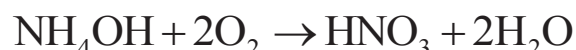
Transformação da amônia em nitritos (*Nitrosomonas*):



Oxidação de nitritos a nitratos (*Nitrobacter*):



A reação global da nitrificação é a soma das equações:



Estes microorganismos responsáveis pela nitrificação são bactérias autotróficas, que obtém o carbono necessário para seu crescimento da redução do gás carbônico e dos carbonatos presentes no esgoto, sendo a fonte de energia as reações de oxidação da amônia e do nitrito, segundo citado.

Uma intensa atividade de nitrificação é observada no compartimento aerado do filtro biológico, devido a ausência de carbono orgânico. O que favorece o desenvolvimento das bactérias nitrificantes sem competição pelo oxigênio dissolvido.

Pesquisas realizadas com equipamentos similares relatam taxas de nitrificação com eficiências variando entre 90 e 95% para cargas volumétricas atingindo $1,0\text{kgN-NH}_4^+/\text{m}^3\text{aerado}/\text{dia}$.

3.4 – Polimento

Decantador Secundário (DS)

O decantador secundário é um dispositivo de segurança, para a retenção de partículas de lodo que, por ventura, vierem a se desprender da camada filtrante do biofiltro.

No Decantador Secundário o efluente tratado é introduzido sob as lâminas paralelas inclinadas que ao escoar por entre elas há à sedimentação do lodo. O esgoto decantado sai pela parte de cima do decantador, enquanto que o material sólido se deposita no fundo do

mesmo.

A inclinação das placas assegura a auto-limpeza dos módulos, ou seja, à medida que os lodos vão se sedimentando em seu interior, e aglutinando-se uns aos outros, as maiores massas de lodo que vão se formando, adquirem peso suficiente para se soltarem dos módulos e se arrastarem em direção ao fundo. Pela abertura da descarga de fundo o lodo é encaminhado para a elevatória de esgoto bruto e recalcado para o UASB para digestão e adensamento.

3.5 -Desinfecção por sistema de cloração

Uma vez em contato com as bactérias presentes no esgoto sanitário, o cloro induz uma série de eventos associados à atividade da membrana celular, como alteração da permeabilidade, e modifica os ácidos nucléicos, causando mutações. A inativação dos vírus ocorre por modificações nos ácidos nucléicos e na envoltória protéica. O cloro não apresenta boa eficiência na remoção de protozoários, devido a seu maior tamanho, devendo haver um processo auxiliar de filtração, a fim de removê-los (WEF, 1996). O cloro e seus derivados apresentam alto poder oxidante e reagem com vários compostos presentes nos esgotos. A demanda de cloro, calculada pela diferença entre a dose inicial e o residual de cloro, é proveniente dessa variedade de reações nas quais o cloro é consumido por vários constituintes da água residuária e por decomposição.

De modo simplificado, o cloro reage com a amônia para produzir uma série de compostos chamados cloraminas e, eventualmente, oxida a amônia em gás nitrogênio (N₂). O mecanismo de reação é complexo, e os produtos variam com o pH, razão entre o cloro adicionado e a amônia presente e o tempo de contato. A monoclорamina (NH₂Cl) e a dicloramina (NHCl₂), denominadas cloro combinado, têm poder desinfetante, apesar deste ser inferior ao dos produtos resultantes da dissociação de qualquer forma de cloro na água, conhecidos como cloro livre (HOCl e OCl⁻). As reações com outros compostos inorgânicos como o sulfeto de hidrogênio (H₂S) ocorrem imediatamente após a aplicação do cloro.

Para desinfecção de águas residuárias, o cloro pode ser encontrado comercialmente nas formas gasosa (Cl₂), líquida (hipoclorito de sódio) e sólida (hipoclorito de cálcio).

Na ETE será utilizado um dosador de cloro em linha. Este equipamento utiliza tabletes de cloro estabilizados, inseridos em um compartimento, onde as pastilhas (forma sólida) são diluídas e lançadas pela fricção provocada pela passagem do próprio efluente no interior do clorador.

4. SUB-PRODUTOS

4.1. Lodo

A única fonte de emissão de lodo é o reator UASB. Como neste reator o tratamento do esgoto se dá através da manta de lodo, que se desenvolve continuamente, de tempos em tempos parte da manta (excesso) deve ser descartada.

Geralmente, o lodo de excesso produzido no UASB é retirado a uma frequência média de 01 descarte mensal e, o lodo descartado deverá ser disposto em dispositivos para desidratação. A concentração de sólidos totais neste lodo situa-se na faixa de 4 a 6%, devendo atingir valores da ordem de 30% após a desidratação.

O lodo desidratado poderá ainda ser submetido à estabilização e higienização com cal ou pasteurização, adquirindo características de um lodo classe "A". Segundo os critérios da EPA (40 CFR Part 503 - 1993), não existe restrição quanto ao uso do lodo classe A.

4.2. Biogás

Um dos subprodutos da decomposição anaeróbia, que ocorre no reator UASB, é a produção do biogás, composto principalmente por gás metano e dióxido de carbono.

Considerando que o metano é muito mais prejudicial ao fenômeno conhecido como efeito estufa (aquecimento global) do que o gás carbônico, uma das alternativas para minimizar este problema é promover a queima deste gás. Este processo de queima transforma o metano em gás carbônico e vapor d'água.

Sendo assim, o gás liberado no reator UASB deve ser queimado, controladamente, nos "Queimadores de Biogás". Este consiste num sistema de queima de forma constante e de ignição manual acompanhado de dispositivo de segurança tipo corta-chama.

Lembrando ainda que exista a possibilidade de reuso do biogás como fonte de energia, de acordo com sua produção.

5. ESGOTO BRUTO E EFLUENTE FINAL

O desempenho operacional, bem como a massa orgânica diariamente removida na ETE UASB + FBASN + DS_r, estão apresentados nas tabelas a seguir:

Tabela 1 – Características do afluente e efluente final.

Parâmetros	Unidade	Resultados analíticos		Resolução nº 357 VMP ⁽¹⁾
		Entrada	Saída	
Sólidos totais	ml/L	300	< 30	*
DBO	mg/L	300	< 30	---
DQO	mg/L	600	< 60	---
Nitrogênio Amoniacal	mg/L N	60	< 20	20
Coliformes termotolerantes	NPM/100ml	1x10 ⁹	< 1x10 ³	---

Notas: (1) VMP (Valores Máximos Permitidos) pela **Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005, padrão de lançamento de efluentes do Ministério do Meio Ambiente.**

6. DESEMPENHO OPERACIONAL

O desempenho operacional, bem como a massa orgânica diariamente removida na ETE UASB + FBASN+ DS estão apresentados nas tabelas a seguir:

Tabela 2 - Eficiências de SS, DBO₅ e DQO do UASB e do BF.

Parâmetro	UASB	BF	Total
SS	68%	71%	90%
DBO ₅	68%	70%	90%
DQO	67%	70%	90%

7. DIMENSIONAMENTO DA ETE

7.1. Dados de entrada

Vazão média	1,00 l/s
Vazão mínima	0,50 l/s
Vazão máxima	1,80l/s
DQO	600 mgO ₂ /l
DBO ₅	300 mgO ₂ /l
SST	300 mg/l
N-NH ₄	60 mg/L N
Coliformes termotolerantes	1x10 ⁹ NPM/100ml
Tempo de detenção hidráulica (θ)	8,0 h

7.2. Pré-Tratamento

- Caixa de Areia
- Largura (b)

$$b = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{h_{m\acute{a}x} \cdot V} \quad \mathbf{b_{calc} = 0,18 \text{ m}}$$

$$\quad \quad \quad \mathbf{b_{adot} = 0,20 \text{ m}}$$

- *Comprimento (L)*

$$L = 22,5 \cdot H_{m\acute{a}x} \quad \mathbf{L_{calc} = 0,74 \text{ m}}$$

- *Verificação da taxa de escoamento*

$$I = \frac{Q_{m\acute{e}d} (m^3/d)}{A (m^2)} \quad I = \frac{Q_{m\acute{e}d} (m^3/d) \cdot 3600 \cdot 24 \text{ hs}}{L (m) \cdot b (m)} \quad I = 583,78 m^3/m^2 \cdot d$$

- *Profundidade do depósito de areia*

$$\text{Taxa de areia (T)} = 28,9 \text{ l/1.000 m}^3$$

$$\text{Per. de limpeza (t)} = 15 \text{ dias}$$

$$\text{Volume de areia (VA)} = Q_{m\acute{e}d} \cdot t \cdot T \quad \mathbf{VA = 0,074909 m^3}$$

$$\text{Profundidade da caixa (h)} = VA / \text{Area} \quad \mathbf{h_{calc} = 0,28 \text{ m}}$$

$$\quad \quad \quad \mathbf{\text{Novo Ladot} = 0,67 \text{ m}}$$

$$\quad \quad \quad \mathbf{\text{Nova Taxa Superficial} = 644,78 m^3/m^2 \cdot d}$$

- **Caixa de gordura**

- *Volume da caixa*

Adotando-se tempo de detenção (t) = 10 minutos, tendo em vista que a temperatura do líquido se encontra acima de 25°C.

$$V = Q_{m\acute{a}x} \cdot t$$

$$\mathbf{V = 1,08 m^3}$$

- *Dimensões da caixa*

Considerando que a velocidade de ascensão das menores partículas é de 4mm/s, a taxa de aplicação(l) será 14,4m³/m².h.

-Área necessária (A)

$$A(m^2) = \frac{Q(m^3/h)}{v(m^3/m^2 \cdot h)}$$

$$\mathbf{A = 0,45 m^2}$$

7.3. Dimensionamento do Reator UASB

$$V = Q_{m\acute{e}d} \cdot \theta$$

Onde: V = volume útil do reator (m³)

Q_{méd} = vazão de esgoto média em final de plano (m³/h)

θ = tempo de detenção hidráulica = 8 horas

$$\mathbf{V = Q_{m\acute{e}d} \cdot \theta = 28,80 m^3}$$

Altura útil do UASB:

$$H = 5,50 \text{ m}$$

Superfície total do UASB:

$$S1 = (V/H) = 5,24 \text{ m}^2$$

7.4. Dimensionamento do Filtro Biológico Aerado Submerso Nitrificante

Cv aplicada = 0,60 Kg N-NH₄⁺/m³.d

Carga = Vazão x concentração = 3,88 Kg N-NH₄⁺/d

Hu = 2,85 m (altura de meio suporte)

$$V = \text{Carga}/Cv = 6,48 \text{ m}^3$$

$$S4 = V / Hu = 2,27 \text{ m}^2$$

Demanda de ar

Taxa de aeração = **35** Nm³ar/ KgDBOaplicada.dia

$$Qar = \text{taxa de aeração} \times \text{cargaDBOaplic.} = 5,67 \text{ m}^3/\text{h}$$

7.5. Dimensionamento do Decantador Secundário

Taxa de Aplicação:

$$T = 100,00 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$$

Superfície total do DS:

$$S3 = 0,86 \text{ m}^2$$

7.6. Produção de Lodo

Produção diária de lodo nos BF's:

Coefficiente de produção de lodo nos BF's: $Y_{\text{obs}}^{\text{ar}} = 0,75 \text{ kgST/kg DQOaplic.}$

$M_{\text{lodo}} = 4,4 \text{ kg de ST/d}$ (Retorna para o UASB)

Considerando-se 75% de sólidos voláteis, tem-se:

$$P_{\text{lodo-volatil}} = 4,4 \text{ kg ST/d} \times 0,75 = 3,47 \text{ kg SV/d}$$

Produção de lodo no UASB

- Produção devido ao tratamento de esgoto:

Coefficiente de produção de lodo: $Y_{\text{obs}}^{\text{an}} = 0,15 \text{ kg ST/kg DQOrem.}$

$$M_{\text{louasb}} = Y_{\text{obs}}^{\text{an}} \times \text{DQOrem} = 5,21 \text{ kg ST/d}$$

- Produção total, incluindo o lodo secundário retornado ao reator UASB, considerando 20% de redução do lodo volátil:

$$P_{\text{total-lodo}} = 5,21 \text{ kg ST/d} + (4,4 \text{ kg ST/d} - 0,2 \times 3,27 \text{ kg SV/d}) = 8,91 \text{ kg ST/d (base seca)}$$

- Volume de Lodo Líquido:
 $\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$ (densidade do lodo)
 $C = 5\%$ (concentração do lodo)

Volume de lodo Total = 5,40 m³/mês

- Volume de Lodo Seco
 $C_{seco} = 25\%$ (teor de sólidos no lodo)

Volume de lodo seco = 1,03 m³/mês

Freqüência de descarte = 30 dias

Utilizar leito de secagem com 8,91 m², sendo necessários 2 células de B= 2,25 m e L= 2,0m.

7.7. Elevatória de Esgoto Bruto e Lodo de Lavagem

Volume Útil do Poço de Sucção da Elevatória (V_u)

$$V_u = \frac{Q \times T}{4},$$

Onde: Q = vazão máxima de recalque das bombas = Q_{máx} (m³/s)

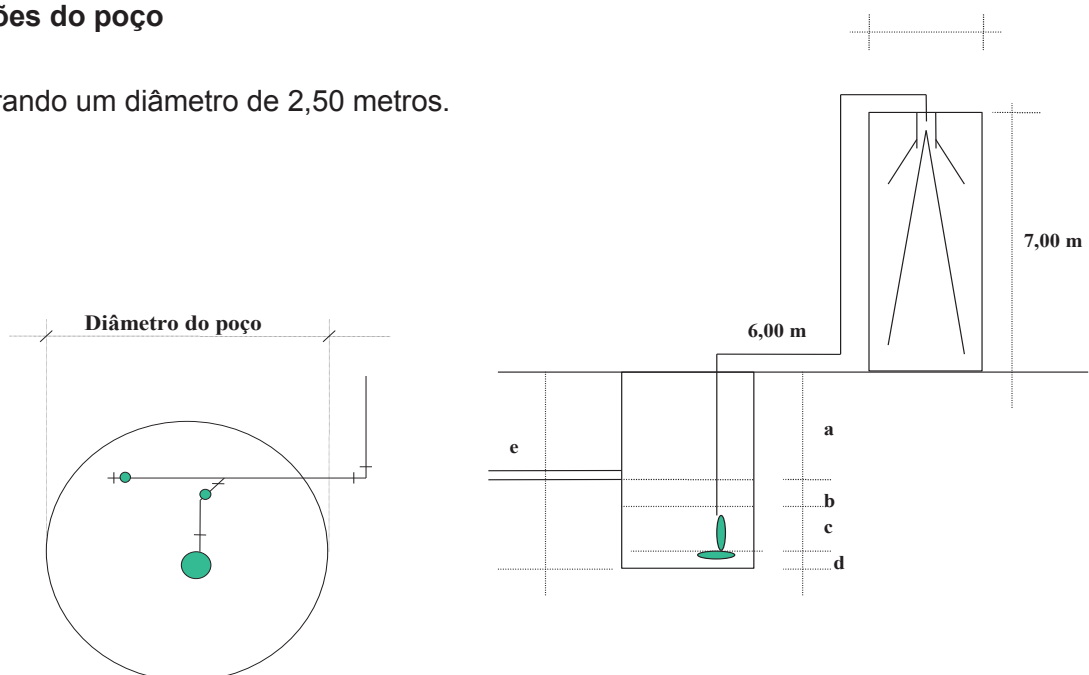
T = tempo de ciclo (fabricante), considerado 10 min.

$$V_{u \text{ sem lavagem}} = 0,27 \text{ m}^3$$

$$V_{u \text{ com lavagem}} = 0,31 \text{ m}^3$$

Dimensões do poço

Considerando um diâmetro de 2,50 metros.



As alturas ficam assim determinadas:

Prof. Rede(a) =	2,50 m
Folga(b) =	0,87 m
Altura útil (c) =	0,03 m
Reserva mínima (d) =	0,2 m
Prof. Poço (e) =	3,60 m

Vazões para Bombeamento

Devido a potência das bombas disponíveis no mercado, serão utilizadas 2 bombas (1+1 reserva).

Dimensões da Tubulação de Recalque

Considerando a velocidade de recalque entre 0,60 a 3,00 m/s.

- Diâmetro de recalque = 75,0 mm
- Velocidade = Q recalque / A tubulação = 0,41 m/s

Comprimento estimado de tubulação = 13,76 metros

Cálculo das Vazões e Alturas Manométricas

Altura geométrica = $H_g = 9,76$ m

Q recalque = 1,80 l/s

Perdas de carga localizadas = 15608,10

Perdas de carga distribuídas = 4276,87

Então:

Vazão(l/s)	H_m (m.c.a.)	Nº de bombas
1,80	9,84	1 +1 (reserva)

7.8. Geometria dos reatores.

Dimensões Utilizadas	
Área total	8,37 m ²
Dimensões da ETE	4,10 X 2,40 m

8. ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS

Para fabricação da ETE Compacta são utilizados os seguintes materiais:

• Chapas finas.....	SAE-1020
• Chapas grossas	SAE-1020
• Laminados não planos	SAE-1020
• Barras redondas	SAE 1010/1020
• Tubos sem costura	ASTM A-106
• Tubos e conexões de ferro fundido	CL K-12
• Flanges de chapa	AWWA C-207
• Parafusos, porcas e arruelas	ASTM A-307
• Registros e válvulas de ferro fundido	Classe 125 lb

A base de apoio da ETE será em concreto armado de acordo com projeto estrutural de fundação.

9. ESPECIFICAÇÃO DO TRATAMENTO ANTICORROSIVO E PINTURA.

Superfícies Internas:

- Preparação das superfícies: Jateamento abrasivo padrão SA 2 ½ , Norma Sueca SIS 055900;
- Pintura: Aplicação de quatro demãos de epóxi alcatrão de Hulha com espessura de película seca de 150 microns/demão.

Superfícies Externas:

- Preparação das superfícies: Jateamento abrasivo padrão SA 2 ½ , Norma Sueca SIS 055900;
- Pintura de Fundo: Aplicação de duas demãos de epóxi com espessura de película seca de 50 microns /demão.
- Pintura de acabamento: Aplicação de duas demãos de acabamento epóxi com espessura de película seca de 35 microns/demão.

Escadas, passarelas, corrimãos:

- Preparação das superfícies: jateamento de areia padrão SA 2 ½ , norma Sueca SIS 055900.
- Pintura de fundo: aplicação de uma demão de primer epóxi, na cor laranja, com espessura de película seca de 50 microns/demão.
- Pintura de acabamento: aplicação de duas demãos de acabamento epóxi, em cores diversas, com espessura de película seca de 35 microns/demão.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Souza, B.H. e Derisio, J.C. (1977) – Guia Técnico de Amostras de Água. Ed. CETESB, São Paulo – SP, 257 pp.

EPA (40 CFR Part 503 –1993).

Von Sperling M. (1995). Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.

Vieira S.M.M., and Garcia JR. A.D. (1992). Sewage treatment by UASB-reactor. Vol.25, nº7, pp. 143 –157.