



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA**

UNIDADE: CAMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE

*SERVIÇO: MEMORIAL DESCRITIVO
PROJETO HIDROSSANITÁRIO*

MEMORIAL DESCRITIVO PROJETO HIDROSSANITÁRIO

OBRA: IFSC – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
Campus de São Miguel do Oeste

LOCALIZAÇÃO:

Rua Florianópolis,
Bairro São Luiz - São Miguel do Oeste - SC

SISTEMAS A SEREM EXECUTADOS:

Sistema de água fria
Sistema de esgoto
Sistema de tratamento de esgoto
Sistema pluvial

PROPRIETÁRIO:

IFSC – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
Rua: 14 de julho, 150
Bairro Coqueiros
Florianópolis - SC

RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO:

Viviane Macedo Coelho
Eng^a Civil e Segurança do Trabalho
CREA/SC 053128-9

1. APRESENTAÇÃO

O memorial descritivo tem por finalidade apresentar as especificações técnicas, de procedimentos e materiais, adotados no projeto das instalações hidrossanitárias e no dimensionamento da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) do IFSC – Campus de São Miguel do Oeste composto por quatro blocos, um auditório e uma cantina.

Observa-se que predominarão os detalhes sobre as plantas, e as cotas sobre as escalas constantes nos desenhos.

2. SISTEMA DE ÁGUA FRIA

As instalações de água fria precisam ser projetadas e construídas de modo a garantir o fornecimento de água de forma contínua, com pressões e velocidades adequadas ao perfeito funcionamento de peças e utilização do sistema de tubulação.

2.1 COMPONENTES DO SISTEMA DE ÁGUA FRIA

Entrada:

A alimentação geral de água fria para abastecer todo o Campus será feita a partir da rede pública, em tubo de PVC rígido soldável, localizando-se o cavalete com o hidrômetro, seguindo até o castelo d'água. Os detalhes do abrigo do hidrômetro e da ligação deste com a rede pública encontram-se no projeto hidrossanitário.

Castelo d'água:

Cisterna 01 célula:

Canalização extravasora: Ø 75 mm/PVC

Chave bóia (tipo): elétrica – automática 30A

Canalização ventilação: Ø 40 mm/PVC

Volume Adotado: 70.000 litros.

Reservatório superior 01 célula:

Canalização extravasora: Ø 75 mm/PVC

Chave bóia (tipo): de mercúrio

Canalização ventilação: Ø 40 mm/PVC

Canalização de recalque: Ø 60 mm/PVC

Canalização de limpeza: Ø 1 1/4" FGSC até o RG/ 40 mm PVC

Volume total: 51.000 litros.

Equipamentos:

Será instalado um conjunto de moto-bombas para o recalque da água da cisterna.

Distribuição:

O reservatório superior terá uma saída de 85 mm, dotada de um registro de gaveta de Ø 3". A distribuição será em tubo de PVC seguindo até as prumadas. Os ramais terão cada qual seu registro de gaveta, possibilitando o isolamento do mesmo, sem prejuízo do abastecimento dos outros ramais.

2.2 CÁLCULO DO SISTEMA DE ÁGUA FRIA

Sistema Hidráulico:

Cálculo do consumo médio diário de água:

Nº de alunos = 1200 alunos/dia

Nº de funcionários = 200 funcionários/dia

Nº total (alunos + funcionários) = 1400 hab/d

Consumo total = 1400 alunos x 50 litros/dia

Consumo total = 70.000 l/d

Volume total cisterna = 70.000 litros

Volume reservatório superior = 40% x 70.000 = 28.000 litros

Será adotada uma cisterna com capacidade de 70000 litros e um reservatório superior de 28000 litros.

Ramal de Entrada

$$\text{Vazão de Ramal de Entrada} = \frac{\text{CD}}{86400 \text{ seg.}} = \frac{70,00 \text{ m}^3}{86400 \text{ seg.}} = 8,10 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 8,10 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = A \times v$$

$$v = 0,6 \text{ m/s}$$

$$D = 41,46 \text{ mm}$$

D adotado: 50 mm

Sistema de Recalque – Água Potável:

Cálculo do diâmetro do sistema de recalque através da fórmula de Forchheimer:

$$Q_{\text{bomba}}: 0,15 \times \text{CD} = 0,15 \times 70000 = 10500 \text{ l/h} = 0,00292 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\varnothing_{\text{recalque}} : 1,3 \sqrt[4]{Q_r} \cdot \sqrt[4]{x}$$

$$\varnothing_{\text{recalque}} : 1,3 \sqrt[4]{0,00292} \cdot \sqrt[4]{0,278}$$

$$\varnothing_{\text{recalque}} : 0,0510 \text{ m} = 50,97 \text{ mm}$$

$$\varnothing_{\text{recalque}} : 60 \text{ mm (disponível no mercado)} - \text{DN}$$

$$\varnothing_{\text{sucção}}: 75 \text{ mm (disponível no mercado)} - \text{DN}$$

Portanto será adotado diâmetro de recalque de 2" = 60 mm (diâmetro externo) e diâmetro de sucção de 2 ½" = 75 mm (diâmetro externo), ambos em PVC.

COMPRIMENTO EQUIVALENTE DE SUCÇÃO

peça	quantidade	comp. eq.	Total
v. pé	01	25,00	25,00
curva 90	01	1,40	1,40
tubulação	01	1,50	1,50
			27,90

$$H_{ms} = (J \times 27,90)$$

$$H_{ms} = (0,007 \times 27,90)$$

$$H_{ms} = 0,20 \text{ m}$$

COMPRIMENTO EQUIVALENTE DE RECALQUE

Peça	quantidade	comp. eq.	Total
v. de ret.	01	7,10	7,10
curva 90	07	1,30	9,10
reg. gav.	01	0,80	0,80
entrada	01	1,50	1,50
tubulação	01	22,50	22,50
tê pas. dir.	02	2,30	4,60
			45,60

$$H_{mr} = (J \times 45,60) + 19,50$$

$$H_{mr} = (0,020 \times 45,60) + 19,50$$

$$H_{mr} = 20,42 \text{ m}$$

$$HMT = 0,20 + 20,42 = 20,62 \text{ m}$$

$$\text{Potência} \rightarrow \frac{1000 \times \text{HMT} \times Q}{75 \times 0,5} = \frac{1000 \times 20,62 \times 0,00292}{75 \times 0,5} = 1,60 \text{ cv}$$

Potência dos conjuntos: 1,5 cv

Quantidade: um efetivo + um reserva

Modelo: bomba centrífuga Schneider – modelo BC-92 S HA

Altura manométrica total: 21 m

Diâmetro de Sucção da Bomba: ϕ 1 ½"

Diâmetro de Recalque da Bomba: ϕ 1 ¼"

Vazão de bomba (para HMT = 21 m): 11,9 m³/h

Deverá ser utilizado este modelo ou similar.

2.3 MATERIAIS DO SISTEMA DE ÁGUA FRIA

As tubulações e conexões deverão ser executadas em PVC soldável, de acordo com a NBR 5648.

As bases dos registros e válvulas de descargas devem ser de bronze ou em ferro fundido.

Nos pontos de ligação com metais (roscas macho) deverão ser utilizadas conexões azuis do tipo solda/rosca com bucha de latão interna.

As instalações devem ser testadas antes que as paredes recebam os revestimentos. O mesmo aplica-se às prumadas que devem ser testadas antes das muchetas serem preenchidas.

3. SISTEMA DE ESGOTO

As instalações prediais de esgoto sanitário destinam-se à coleta e ao afastamento dos despejos provenientes do uso da água para fins higiênicos, enviando-os à estação de tratamento de esgoto do Campus.

3.1 COMPONENTES DO SISTEMA DE ESGOTO

Tubulações:

Os tubos e conexões para esgoto e ventilação serão em PVC, rígido branco da marca Tigre, Akros ou equivalente. As instalações compostas por colunas, derivações, ramais de descarga, ramais de esgoto, ficarão embutidas em alvenaria e forros, devendo possuir caimentos adequados de forma a oferecer rápido escoamento. As instalações que coletam esgotos gordurosos serão independentes, ligadas a caixas de gordura, que por sua vez deverão ser conectadas aos ramais principais.

Caixas de inspeção de esgoto:

As caixas serão de 70x70cm executadas em alvenaria de blocos de concreto, rebocadas internamente com argamassa impermeabilizante na espessura de 1,5 cm. As tampas serão em concreto armado com espessura de 5 cm e alça de aço Ø ½" para a remoção no momento da limpeza. Estas deverão ser providas de cantoneiras metálicas e o fundo executado em concreto magro.

3.2 CÁLCULO DA LIXEIRA

Para o dimensionamento dos contentores foi considerada a área construída das salas de aulas, das salas dos professores e funcionários, dos laboratórios, dos banheiros e da cantina:

$$V = A_{\text{construída}} \times 0,125 / 200$$

$$V = 4.731,68 \times 0,125 / 200$$

$$V = 2,96 \text{ m}^3$$

Número de contentores: 12 contentores de 240 litros.

Atualmente São Miguel do Oeste não possui coleta seletiva, mas pensando que no futuro este tipo de coleta poderá ser implantado, sugere-se a implantação dos seguintes contentores:

06 contentores – Cor Verde – 240 litros – Rejeitos;
06 contentores – Cor Verde com Tampa Azul Claro – 240 litros – Lixo Reciclável Seco.

4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Devido à necessidade de lançamento do efluente tratado no corpo de água receptor mais próximo, a determinação do tipo de tratamento se deu em função das características do corpo receptor e dos limites toleráveis para a qualidade dos efluentes do Campus e seu lançamento, conforme limites máximos permitidos pela legislação ambiental básica do Estado de Santa Catarina, e por recomendações das normas técnicas da ABNT NBR 7229/93 e NBR 13969/97.

4.1 POPULAÇÃO DE PROJETO E CONSUMO PER CAPITA

O projeto prevê a execução de 4 blocos de estudo com capacidade para atender um total diário de 1200 alunos e 200 funcionários.

O consumo per capita adotado foi de 50 litros por dia e a contribuição de carga orgânica de 20 gDBO_{5,20}/d, devido às características do Campus, sendo estes valores adotados para as previsões de vazão para estabelecimentos que se enquadrem em ocupantes temporários conforme prescreve a NBR 13969/97.

4.2 COEFICIENTE DE RETORNO E COEFICIENTES DE REFORÇOS

O Coeficiente de retorno (C) e os Coeficientes de reforços (K_1 e K_2) adotados para efeito deste projeto serão:

- $C = 0,80$;
- Coeficiente de máxima vazão diária: $K_1 = 1,2$;
- Coeficiente de máxima vazão horária: $K_2 = 1,5$.

4.3 JUSTIFICATIVA DO TRATAMENTO ADOTADO

O tratamento adotado será do tipo combinado, utilizando-se uma unidade de tratamento anaeróbio e, em seqüência, uma unidade de tratamento aeróbio. Desta maneira, as vantagens e desvantagens de cada tipo de tratamento podem ser combinadas, de maneira que um complemente o outro.

O tratamento anaeróbio possui a vantagem de reduzir cargas orgânicas elevadas, por isto este é usado antes do tratamento aeróbio. Além disso, são sistemas compacto, com baixa demanda de área e baixo consumo de energia.

O sistema aeróbio reduz a carga orgânica remanescente do reator anaeróbio. Além disso, os sistemas aeróbios com introdução de oxigênio possibilitam um maior controle no tratamento dos despejos. Nos reatores aeróbios ocorre também uma apreciável redução de nitrogênio pelo processo de nitrificação.

Por fim, após redução da matéria orgânica e da matéria nitrogenada, deve-se fazer a remoção dos organismos patogênicos por meio do processo de desinfecção. O processo de cloração faz parte de uma série de alternativas para desinfecção do esgoto. Entre as alternativas existentes para cloração foi selecionado o método de cloração por pastilha (Hipoclorito de Cálcio), uma vez que representa menor preocupação em nível operacional.

4.4 UNIDADES DE TRATAMENTO ADOTADAS

A seqüência de tratamento adotada será constituída pelas seguintes unidades:

- Pré-tratamento: Gradeamento;
- Tratamento-primário: Tratamento anaeróbio por meio de Reator de Manta de Lodo Ascendente – UASB;
- Tratamento secundário: Tratamento aeróbio através de Filtro Aerado Submerso ou Biofiltro Aerado Submerso (BAS);
- Desinfecção: Cloração por pastilhas (Hipoclorito de Cálcio);
- Disposição final: O efluente, após tratamento, será lançado no corpo de água receptor mais próximo.

4.4.1 Gradeamento

Segundo a NBR 11885/91, todos os sistemas de tratamento de esgotos sanitários devem ser providos, à montante, de gradeamento de sólidos. Sua principal função é a de proteção de tubulações, válvulas, registros e outros equipamentos.

O gradeamento será realizado no canal de entrada e será constituído por barras metálicas paralelas com espaçamento simétrico.

Para sistemas com vazões baixas (≤ 250 l/s), como é o caso do IFSC – São Miguel do Oeste, a limpeza das barras será realizada de forma manual.

4.4.2 Reator de Manta de Lodo Ascendente – UASB

O Reator de Manta de Lodo Ascendente ou UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), como é conhecido internacionalmente, é um reator onde o esgoto entra no fundo do reator e, em seu movimento ascendente, atravessa uma camada de lodo biológico que se encontra

em sua parte inferior, e passa por um separador de fases enquanto escoar em direção a superfície.

Este separador de fases, um dispositivo característico do reator, tem a finalidade de dividir a zona de digestão (parte inferior), onde se encontra a manta de lodo responsável pela digestão anaeróbia (degradação da DBO e da DQO), e a zona de sedimentação (parte superior).

O tratamento de esgotos utilizando reator UASB constitui um método eficiente e relativamente de baixo custo para se removerem matéria orgânica e sólidos em suspensão, diminuindo consideravelmente o potencial poluidor dos esgotos após o tratamento. Entretanto, os reatores anaeróbios dificilmente produzem efluente que atende aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental brasileira.

Torna-se de grande importância, portanto, o pós-tratamento dos efluentes dos reatores anaeróbios, como uma forma de adequar o efluente tratado aos requisitos da legislação ambiental e propiciar a proteção dos corpos d'água receptores dos lançamentos dos esgotos.

O principal papel do pós-tratamento é o de completar a remoção da matéria orgânica, bem como o de proporcionar a remoção de constituintes pouco afetados no tratamento anaeróbio, como os nutrientes (N e P) e os organismos patogênicos (vírus, bactérias, protozoários e helmintos).

4.4.3 Filtro Aeróbio Submerso

O Filtro Aeróbio Submerso, também conhecido por Biofiltro Aerado Submerso, é um processo de tratamento de esgoto que utiliza um meio de fixação dos microorganismos, imerso no reator, sendo o oxigênio necessário fornecido através de ar introduzido por meio de equipamento. Desta forma, este reator é composto por 3 fases:

- 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 permanente escoamento através do meio poroso;
- Fase gasosa: formada pela aeração artificial e, em reduzida escala, pelos gases subprodutos da atividade biológica.

Uma das principais características dos BAS é a de fixar grandes quantidades de microorganismos nas superfícies do meio, reduzindo o volume do reator biológico, permitindo depuração em nível avançado de esgoto, sem necessidade de recirculação de lodo, como acontece com o lodo ativado.

4.4.4 Tanque de contato para desinfecção

Desinfetar significa eliminar os microorganismos patogênicos presentes no meio líquido. Esta eliminação pode ser realizada através de diferentes processos.

Neste projeto o processo de desinfecção escolhido foi a cloração. O cloro é o desinfetante mais empregado e é considerado bom porque realmente age sobre os microorganismos patogênicos presentes no meio líquido. Ele não é nocivo ao homem na dosagem requerida para desinfecção, tem uma aplicação relativamente fácil e é um método bastante econômico.

O cloro pode ser aplicado nas unidades de tratamento em forma de cloro gasoso, de cloro líquido ou de cloro sólido.

No presente projeto, em função da pequena vazão de projeto, será adotado o método de cloração por meio de pastilhas de cloro (Hipoclorito de Cálcio), em função da simplicidade operacional.

4.5 ESTIMATIVA DE EFICIÊNCIA DA ETE

A Tabela 1 apresenta as faixas prováveis de remoção de alguns poluentes para a utilização do conjunto tanque séptico + filtro aeróbio submerso. No presente projeto será utilizado o conjunto UASB + filtro aeróbio submerso. Ou seja, o tanque séptico será substituído

pelo UASB, que também é um reator anaeróbio, mas que otimiza os processos de degradação anaeróbia da matéria orgânica.

Tabela 1: Percentual de remoção dos poluentes nos esgotos domésticos.

Parâmetro	Tanque Séptico + Filtro Aerado Submerso (%)
DBO _(5,20°C)	60 a 95
DQO	50 a 80
SNF	80 a 95
Sólidos sedimentáveis	90 ou mais
Nitrogênio amoniacal	30 a 80
Nitrato	30 a 70
Fosfato	30 a 70
Coliformes fecais	-

Fonte: NBR 13969/97.

Os valores limites inferiores, apresentados na Tabela 1, são referentes a temperaturas abaixo de 15°C; enquanto que os valores superiores são para temperaturas acima de 25°C, sendo também influenciadas pelas condições operacionais e grau de manutenção.

A Estação de Tratamento de Esgotos do IFSC – São Miguel do Oeste foi dimensionada para operar em boas condições, nas situações de ocupação máxima pelos alunos e funcionários, conforme dados fornecidos, garantindo características do efluente dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente.

Vale destacar que a remoção de gordura deverá ser realizada conforme disposição do projeto hidrossanitário apresentado, sendo de vital importância para o bom funcionamento da estação de tratamento de esgoto, a sua devida manutenção periódica.

Na Tabela 2 são apresentadas algumas características sobre o tratamento de esgotos utilizando filtros aeróbios submersos.

Tabela 2: Características do Filtro Aeróbio Submerso.

Características	Filtro Aeróbio Submerso
Área necessária	Reduzida
Operação	Simples



Custo Operacional	Alto
Manutenção	Simples
Odor/Cor no efluente	Não

Fonte: NBR 13969/97.

4.6 MEMORIAL DE CÁLCULO

4.6.1 Parâmetros de projeto

Para a realização do dimensionamento, foram considerados os seguintes parâmetros:

- Contribuição de esgoto (q) = 50 l/hab.d (NBR 13969);
- Contribuição de carga orgânica = 20 gDBO/hab.d (NBR 13969);
- População total (alunos + funcionários) = 1400;
- Coeficiente de vazão máxima diária (k_1) = 1,20 (NBR 9659);
- Coeficiente de vazão máxima horária (k_2) = 1,50 (NBR 9649);
- Q média = 0,81 l/s;
- Q máxima = 1,46 l/s.

4.6.2 Canal de entrada com gradeamento

O gradeamento será realizado com barras paralelas construídas em aço inox. As barras serão de seção retangular com perfil de 1" x 1/4" e com espaçamento de 20 mm. A inclinação das mesmas será de 60° em relação a horizontal.

Para este espaçamento e perfil da barra a eficiência será de 75,9%.

Parâmetros considerados:

- Velocidade máxima através da grade = 1,0 m/s (NBR 11885);
- Eficiência da grade = 0,7590;
- Largura do canal = 0,50 m;
- Concentração de material no esgoto = 0,038 l/m³.

Cálculo da área útil e da área total:

$$A_u = \frac{Q_{\max}}{v} \rightarrow \mathbf{A_u = 0,0015 \text{ m}^2}$$

$$A_t = \frac{A_u}{E} \rightarrow A_t = 0,0019 \text{ m}^2$$

$$H \text{ calculada} = 0,0038 \text{ m} = 0,38 \text{ cm}$$

Avaliação da perda de carga (h_f):

$$\text{Grade limpa} \rightarrow h_f = 1,43 \frac{(V_G^2 - V_C^2)}{2g} \rightarrow h_f = 0,0309 \text{ m}$$

$$\text{Grade 50\% suja} \rightarrow h_f = 1,43 \frac{(2V_G^2 - V_C^2)}{2g} \rightarrow h_f = 0,2496 \text{ m}$$

$$H \text{ útil com perda de carga} = 25,34 \text{ cm} = 0,2534 \text{ m}$$

$$H \text{ adotada} = 0,30 \text{ m}$$

Concentração de material retido (Q_{mr}):

$$Q_{mr} = 2,66 \text{ l/d} = 18,62 \text{ l/semana}$$

A limpeza da peneira (raspagem do material retido) deve ser realizada antes de a mesma ficar 50% obstruída. O material da raspagem pode ser armazenado no cesto presente no canal de entrada. Para um cesto de $0,02 \text{ m}^3$, a limpeza do mesmo será numa frequência aproximadamente semanal. Por medidas de segurança será construído, paralelo ao gradeamento, um by-pass.

4.6.3 Reator Anaeróbio de manta de lodo – UASB

Parâmetros considerados:

- Tempo de detenção hidráulico (TDH) = 7,00 horas (Chernicharo, 1997);
- Geometria: prismático em câmara única.

Volume e dimensões do reator:

- $V_{\text{calculado}} = 20,42 \text{ m}^3$;
- $H = 4,00 \text{ m}$ (Chernicharo, 1997);
- $C = 3,20 \text{ m}$;
- $L = 1,60 \text{ m}$;
- $A = 5,12 \text{ m}^2$;
- $V_{\text{útil final}} = 20,48 \text{ m}^3$;
- $\text{TDH corrigido} = 7,02 \text{ h}$.

Verificação das cargas aplicadas:

Carga orgânica volumétrica $\rightarrow \text{COV} = \frac{Q_{\text{méd}} \times S_o}{V}$

$\rightarrow \text{COV} = 1,27 \text{ kgDQO/m}^3.\text{d}$

Carga hidráulica volumétrica $\rightarrow \text{CHV} = \frac{Q_{\text{méd}}}{V} \rightarrow \text{CHV} = 3,42 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{d}$

Verificação das velocidades superficial:

Para vazão média $\rightarrow v = 0,57 \text{ m/h}$

Para vazão máxima $\rightarrow v = 1,03 \text{ m/h}$

Tubos de distribuição:

Área de influência do distribuidor $\rightarrow \text{Ad} = 2,56 \text{ m}^2$ (Chernicharo, 1997)

Número de distribuidores $\rightarrow \text{ND} = 2 \text{ tubos de distribuição}$

Diâmetro mínimo do distribuidor $\rightarrow \varnothing = 75 \text{ mm}$

Verificação da velocidade de saída $\rightarrow v = 0,18 \text{ m/s} \rightarrow \text{OK}$

Eficiência de remoção de DQO:

$$E_{DQO} = 100 \times (1 - 0,68 \times TDH^{-0,35}) \rightarrow E_{DQO} = 65,6\%$$

Estimativa da concentração de DQO afluente $\rightarrow DQO_{ef} = 127,32 \text{ mg/l} = 0,127 \text{ kg/m}^3$

Avaliação teórica da produção de metano:

$$DQO_{CH_4} = Q_{média} \times (S_o - S) - Y_{obs} \times Q \times S_o$$

Para $Y_{obs} = 0,21 \text{ kgDQOlodo/kgDQOapl} \rightarrow DQO_{metano} = 11,57 \text{ kg/d}$

$$K(t) = \frac{P \times K}{R \times (273 + t)} \rightarrow \text{Para } P = 1 \text{ atm; } K = 64 \text{ gDQO/mol; } R = 0,08206 \text{ atm.l/mol.}^\circ\text{K e } t = 15^\circ\text{C} \rightarrow K(15) = 2,71 \text{ kgDQO/m}^3$$

Vazão estimada de $CH_4 \rightarrow Q_{metano} = 4,27 \text{ m}^3/\text{d}$

Avaliação da produção de biogás:

Teor de metano no biogás = 70% (Chernicharo, 1997)

Vazão estimada de biogás $\rightarrow Q_{biogás} = 6,10 \text{ m}^3/\text{d}$

Dimensionamento dos coletores de gases:

Número de coletores de gases = **1**

Comprimento do coletor $\rightarrow Cg = 1,60 \text{ m}$ (largura útil do reator)

Largura do coletor $\rightarrow Lg = 0,15 \text{ m}$

Verificação da taxa de liberação de biogás $\rightarrow vg = 1,06 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h} \rightarrow$
OK

Dimensionamento das aberturas para o decantador:

Número de separadores trifásicos = **1**

Comprimento da abertura = **1,60 m** (largura útil do reator)

Largura da abertura = **0,80 m**

Verificação da velocidade na abertura: Para Q média $\rightarrow v = 2,28 \text{ m/h}$
 $\rightarrow \text{OK}$

Verificação da velocidade na abertura: Para Q máxima $\rightarrow v = 4,10 \text{ m/h}$
 $\rightarrow \text{OK}$

Dimensionamento do compartimento de decantação:

Número de compartimentos de decantação = **1**

Comprimento do decantador $\rightarrow C_d = 1,60 \text{ m}$ (largura útil do reator)

Largura útil do decantador $\rightarrow L_d = 2,65 \text{ m}$

Verificação da taxa de aplicação superficial:

Para Q média $\rightarrow v = 0,69 \text{ m/h} \rightarrow \text{OK}$

Verificação da taxa de aplicação superficial:

Para Q máxima $\rightarrow v = 1,24 \text{ m/h} \rightarrow \text{OK}$

Avaliação da produção de lodo:

$P_{\text{lodo}} = Y \times DQO_{\text{aplicada}} \rightarrow \text{Para } Y = 0,10 \text{ kgSST/kgDQOapl}$

$\rightarrow P_{\text{lodo}} = 4,67 \text{ kgSST/d}$

Volume de lodo $\rightarrow V_{\text{lodo}} = 0,092 \text{ m}^3/\text{d} = 2,75 \text{ m}^3/\text{mês}$

Tempo de retirada de lodo:

Volume da câmara de lodo $\rightarrow V_{\text{lodo}} = 12,8 \text{ m}^3$

Tempo de retirada de lodo $\rightarrow T_{\text{lodo}} = 140 \text{ dias} = 4,67 \text{ meses}$

Os valores determinados acima condizem com a situação de operação máxima durante, aproximadamente, 5 meses consecutivos. Este será adotado como período de limpeza, porém poder-se-á aumentar os intervalos conforme confirmação do rendimento (eficiência) do tratamento, constatada, neste caso, através da concentração de sólidos na saída do reator anaeróbio.

Volume de lodo a ser inoculado para o *start up* do sistema:

$$M_i = \frac{L_o}{c_{\text{arg abiológica}}}$$

$$V_i = \frac{M_i}{d \times SST}$$

Massa de inóculo necessária → **$M_i = 74,07 \text{ kgSST}$**

Volume de inóculo necessário → **$V_i = 2,42 \text{ m}^3$**

4.6.4 Filtro Aeróbio Submerso

Cálculo do volume do reator:

Volume da câmara de reação → $V_{ur} = 400 + 0,25 \times N \times C \rightarrow \mathbf{V_{ur} = 17900 \text{ l} = 17,90 \text{ m}^3}$ → Esta câmara será dividida em 3 partes, para obter melhor remoção dos poluentes. Neste projeto a câmara será dividida em 3 partes, sendo as câmaras na sequência aeróbia-anóxica-aeróbia, com proporção de volumes de 2:1:1.

Volume da câmara de sedimentação → $V_{us} = 150 + 0,20 \times N \times C$
→ **$V_{us} = 14500 \text{ l} = 14,15 \text{ m}^3$**

Volume total do reator → **$V_t = 32050 \text{ l} = 32,05 \text{ m}^3$**

Volume e dimensões do reator:

Câmara aeróbia 1:

- $L = 3,00 \text{ m};$
- $C = 2,00 \text{ m};$
- $A = 6,00 \text{ m}^2;$
- $H \text{ leito filtrante} = 1,50 \text{ m};$
- $V \text{ útil final} = 9,00 \text{ m}^3.$

Câmara anóxica:

- $L = 3,00 \text{ m};$
- $C = 1,00 \text{ m};$
- $A = 3,00 \text{ m}^2;$
- $H \text{ leito filtrante} = 1,50 \text{ m};$
- $V \text{ útil final} = 4,50 \text{ m}^3.$

Câmara aeróbia 2:

- $L = 3,00 \text{ m};$
- $C = 1,00 \text{ m};$
- $A = 3,00 \text{ m}^2;$
- $H \text{ leito filtrante} = 1,50 \text{ m};$
- $V \text{ útil final} = 4,50 \text{ m}^3.$

Câmara de sedimentação:

- $L = 3,00 \text{ m};$
- $C = 3,15 \text{ m};$
- $A = 9,45 \text{ m}^2;$
- $H \text{ leito filtrante} = 1,50 \text{ m};$
- $V \text{ útil final} = 14,18 \text{ m}^3.$

Taxa de aeração:

$$Q_{ar} = 30 \times N \times C / 1440 \rightarrow Q_{ar} = 1458,33 \text{ l/min} = 1,46 \text{ m}^3/\text{min}$$

Sugestão de soprador:

Marca/Modelo: **CRMP-40**;

Vazão (na saída do soprador): **4,2 m³/min**;

Tensão: trifásico;

Potência: **4 cv**;

Ruído: 84 dba;

Peso: 45 kg;

Outros equipamentos: dissipador de calor; filtro de ar; supressor de ruídos (caso seja necessário).

4.6.5 Tanque de contato para desinfecção

Cálculo do volume do tanque de contato:

Tempo de contato $\rightarrow t = 30 \text{ min}$

Volume do tanque de contato $\rightarrow V = 2,63 \text{ m}^3$

Volume do tanque de contato adotado = 3,00 m³

Volume e dimensões do tanque:

- $L = 3,00 \text{ m}$;
- $C = 2,00 \text{ m}$;
- $A = 6,00 \text{ m}^2$;
- $H = 0,50 \text{ m}$;
- $V = 3,00 \text{ m}^3$.

4.7 OPERAÇÃO DO SISTEMA

4.7.1 Canal de entrada com gradeamento

A operação do canal de entrada resume-se na limpeza do gradeamento. Esta limpeza deverá ser realizada por um operador de forma manual e consiste na retirada (raspagem) de sólidos acumulados na grade com o auxílio de alguma ferramenta (enxada ou ancinho), direcionando o material retido para o cesto metálico e posterior encaminhamento ao aterro sanitário.

A frequência de limpeza deverá ser observada por este operador durante os primeiros monitoramentos. Estima-se que o cesto deva ser esvaziado 1 vez por semana.

Vale ressaltar que esta unidade foi dimensionada para trabalhar com, no máximo, 50% de obstrução da grade. A partir deste ponto, o by-pass começará a ser utilizado e, desta forma, todos os sólidos que deveriam ter ficado retidos, entrarão na Estação de Tratamento, podendo causar problemas na mesma.

4.7.2 Reator anaeróbio de manta de lodo – UASB

A operação do reator UASB é bastante simplificada, não necessitando grandes conhecimentos técnicos para o seu satisfatório funcionamento. Porém vale lembrar que mesmo simples, a operação requer uma frequência periódica de vistorias e tomadas de decisões, portanto as instalações não devem ser abandonadas durante a sua operação.

O sucesso da aplicação dos processos anaeróbios de alta taxa está condicionado ao atendimento de uma série de requisitos, os quais se relacionam principalmente à concentração e à atividade da biomassa presente, e também ao regime de mistura e padrão de fluxo do reator isso se todos os fatores ambientais (temperatura, pH, alcalinidade etc.) estiverem na faixa ótima.

4.7.2.1 Inóculo para a partida do processo

A inoculação (lodo de semeadura, lodo retirado de uma outra unidade de tratamento anaeróbio) pode-se dar tanto com o reator cheio ou vazio, embora seja preferível a inoculação com o reator vazio, a fim de diminuir as perdas de lodo durante o processo de sua transferência.

Para essa segunda situação, os seguintes procedimentos devem ser adotados:

- Transferir o lodo de inóculo (2,42 m³, conforme cálculo apresentado anteriormente) para o reator, cuidando para que o mesmo seja descarregado no fundo do reator. Evitar turbulências e contato excessivo com o ar;
- Deixar o lodo em repouso por um período aproximado de 12 a 24 horas, possibilitando a sua adaptação gradual a temperatura ambiente;
- Iniciar a alimentação do reator com o esgoto.

A partida do reator UASB sem inoculação de lodo é considerada a forma mais desfavorável de proceder à partida do sistema, uma vez que haverá a necessidade de se inocular o reator com os próprios microrganismos contidos no esgoto afluente. Como a concentração de microrganismos no esgoto é muito pequena, o tempo demandado para a retenção e seleção de uma elevada massa microbiana pode ser bastante prolongado (da ordem de 4 a 6 meses).

4.7.2.2 Reator de biogás

Os gases gerados no sistema serão coletados através de um reator de ferro fundido de diâmetro DN200 instalado na parte superior do reator UASB.

A substituição da limalha de ferro deverá ser realizada através de inspeção e verificação de sua completa oxidação devendo todo o material ser substituído. A previsão para esta manutenção, em condições normais de operação, é de 4 em 4 meses.

4.7.2.3 Limpeza do reator

Conforme cálculo apresentado anteriormente, a limpeza do reator (retirada de lodo) deverá ser realizada, aproximadamente, de 5 em 5 meses. Porém poder-se-á aumentar os intervalos conforme confirmação do rendimento (eficiência) do tratamento, constatada através de análises laboratoriais da concentração de sólidos na saída do reator.

Vale ressaltar, que é recomendável deixar uma quantia de lodo (similar a quantia utilizada para o inóculo), para que o sistema não tenha uma perda de eficiência devido ao período de readaptação.

4.7.3 Filtro aeróbio submerso

O filtro proposto é um sistema de tratamento aeróbio, onde o oxigênio é fornecido através de equipamento de aeração (soprador) de modo contínuo e ininterrupto.

O soprador deve ser inspecionado periodicamente, de acordo com as recomendações do fabricante, para manter o adequado funcionamento do processo. Ressalta-se que a interrupção do funcionamento do soprador pode comprometer a biota aeróbia presente no biofiltro.

Outro item que merece atenção no biofiltro aerado é a limpeza do leito biológico. A mesma deve ser realizada na medida em que começa a ocorrer a colmatação do leito. Ou seja, quando, através da abertura da tampa de inspeção, observa-se que o nível de água na entrada da unidade está mais elevado, a limpeza deve ser realizada.

A limpeza se realizará através de esguicho de água no leito filtrante e remoção do lodo acumulado por meio dos tubos-guia de limpeza.

4.7.4 Desinfecção

A operação do sistema de desinfecção é bastante simples, resumindo-se na reposição de pastilhas de cloro no clorador conforme necessidade.

Através de análises laboratoriais também poderá ser observada a concentração de cloro residual.

5. SISTEMA PLUVIAL

São instalações destinadas a dar escoamento às águas naturais da edificação.

O sistema pluvial tem como objetivo atender as seguintes exigências:

- Conduzir a vazão de projeto até locais permitidos pelos dispositivos legais;
- Ser estanques;
- Permitir a limpeza e a desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação;
- Absorver os esforços provocados pelas variações térmicas a que estão sujeitas;
- Quando passivas de choques mecânicos, ser constituídas de materiais a eles resistentes;
- Nos componentes expostos, utilizar materiais resistentes às intempéries;
- Nos componentes em contato com outros materiais de construção, usar materiais compatíveis;
- Resistir às pressões a que podem ser sujeitas;
- Ser fixadas de maneira a assegurar resistência e durabilidade.

5.1 COMPONENTES DO SISTEMA PLUVIAL

O sistema de água pluvial visa coletar as águas pluviais dos blocos, canalização de limpeza e dos extravasores do reservatório.

Captação:

A captação será realizada na cobertura por meio dos coletores pluviais que captam a água das calhas. Na extremidade dos coletores pluviais em contato com as calhas deve ser instalada tela metálica para evitar que as mesmas causem entupimento na tubulação.

Condutores e colunas:

As tubulações e conexões utilizadas no sistema de coleta pluvial serão de PVC rígido branco da marca Tigre, Akros ou equivalente.

Caixas de inspeção pluvial:

As caixas serão de 70x70cm executadas em alvenaria de blocos de concreto, rebocadas internamente com argamassa impermeabilizante na espessura de 1,5 cm. As tampas serão em concreto armado com espessura de 5cm e alça de aço Ø ½" para a remoção no momento da limpeza. Estas deverão ser providas de cantoneiras metálicas e o fundo executado em concreto magro.

5.2 EXECUÇÃO DO SISTEMA PLUVIAL

Para os procedimentos construtivos das tubulações e conexões deverão ser seguidas as especificações do sistema de esgoto.

Para as tubulações que ficarão subterradas em quaisquer que sejam os sistemas deverão ser observados os seguintes cuidados:

Escavação de valas:

A escavação das valas deverá ser, via de regra, executada de jusante para montante, obedecendo-se as dimensões, cotas e declividades indicadas em projeto.

A largura das valas quando não indicada, deverá ser a mínima considerando espaço necessário para execução dos trabalhos.

O material escavado e passível de reaproveitamento para reaterro será, sempre que possível colocado ao lado da vala obedecendo aos critérios de segurança.

Quando por necessidade do desenvolvimento da obra e o material escavado não puder ser colocado ao lado da vala, será o mesmo removido a um local de estocagem indicado pela FISCALIZAÇÃO. O material inaproveitável para o reaterro será transportado ao local de bota-fora.

No caso onde o projeto não indicar berços, o fundo da vala deverá ser regularizado e apiloado, preenchendo-se os excessos de escavação e/ou depressões com areia ou outro material de boa qualidade.

Reaterro de valas:

Para realização do reaterro das valas, deverão ser tomados cuidados especiais em relação aos métodos de compactação e equipamento de forma a garantir uniforme distribuição de cargas sobre as tubulações.

O material a ser utilizado no reaterro da vala até um nível de 0,20 m acima da geratriz superior externa das tubulações deverá ser selecionado, isento de pedras, materiais orgânicos e corpos estranhos.

6. ESPECIFICAÇÕES GERAIS

Nos tubos não serão feitas curvas forçadas, mas serão usadas peças apropriadas do mesmo material a fim de conseguir ângulos perfeitos, para mudança de direção das canalizações.

Enquanto a obra estiver em andamento, todas as tubulações abertas deverão ser tampadas com buchas de vedação de madeira.

Os registros e acessórios cromados também deverão ser devidamente protegidos.

Todos os aparelhos serão cuidadosamente instalados de modo a obter-se uma vedação perfeita, tanto na parte de água com de esgoto.

Deverá ser observado o alinhamento e nivelamento necessário em relação às paredes e pisos dos ambientes onde forem colocados os aparelhos.

No transporte, estocagem e manuseio das diversas tubulações deverão ser tomadas atenções especiais para evitar choques ou cargas que afetem a integridade do material, e respeitadas as normas recomendadas pelo Fabricante.

As tubulações que apresentarem trincas ou quebras não poderão ser aproveitadas no sistema, mesmo após sua reparação sem a prévia autorização da FISCALIZAÇÃO.

7. ENSAIOS E TESTES NAS TUBULAÇÕES

A execução da instalação precisa obedecer rigorosamente ao projeto e às disposições construtivas nele previstas. Qualquer alteração no projeto terá de manter o conjunto da instalação dentro do estipulado pelas normas técnicas e necessita ser justificada pela construtora. Todas as alterações processadas serão anotadas detalhadamente durante a obra para facilitar a apresentação do cadastro completo do recebimento da instalação. São permitidas alterações de traçado de linhas quando forem necessários devido a modificação na alvenaria ou na estrutura da obra, desde que não interfiram sensivelmente nos cálculos já elaborados. Após o término da instalação, deverão ser refeitos os desenhos, incluindo todas as alterações introduzidas (projeto cadastral ou conforme construído – *as built*), de maneira que sirvam de cadastro para a operação e manutenção da instalação.

Compete ao profissional responsável pela obra verificar, antes de eventual revestimento da tubulação, se forem obedecidos o item anterior e os detalhes construtivos previstos nas normas técnicas.

Cabe ao responsável técnico selecionar, de forma representativa, no mínimo três de cada conjunto de 100 pontos de água ou fração, excetuando-se válvulas de descarga e caixas de descarga. Nesses pontos selecionados que constituem a amostra da instalação, têm de ser executados os ensaios correspondentes, conforme item a seguir. Compete ainda ao engenheiro fiscal selecionar, três de cada quinze válvulas de descarga ou caixas de descarga, instaladas e em funcionamento. Nessas válvulas ou caixas, precisam ser executados os ensaios correspondentes, conforme item a seguir:

- Compete ao profissional responsável pela obra, antes dos ensaios, mandar limpar toda a tubulação com descargas de água sucessivas e reenchê-la, deixando os pontos de água, selecionados na amostragem, em condições de uso. O reenchimento da instalação será lento para evitar golpes de aríete e para eliminação completa do ar.
- Estanqueidade a pressão interna: toda a tubulação deve ser ensaiada, durante pelo menos 6 h, à estanqueidade por pressão hidrostática 50% superior a pressão estática máxima de trabalho normal prevista, não podendo descer, em ponto algum da tubulação, a menos de 1 Kgf/cm², ou seja 10 mca.
- Determinação das condições de funcionamento dos pontos de água: os pontos de água selecionados na amostragem têm de ser postos a funcionar com a peça de utilização correspondente, determinando a subpressão, na abertura rápida, as condições de vazão e a sobrepressão de fechamento brusco.

A tubulação ensaiada à estanqueidade por pressão interna de água 50% superior à pressão estática máxima na instalação, e em ponto algum da tubulação compressão menor que 1 Kgf/cm², não pode apresentar vazamentos ou exsudação em 6 h de ensaio. As peças de utilização ensaiadas conforme item anterior não deve provocar na abertura rápida, subpressão na rede nem baixar a pressão no ponto a

menos de 0,05 Kgf/cm². No fechamento rápido, a sobrepressão não pode elevar a pressão mais de 2 kgf/cm² acima da pressão estática. A vazão tem e ser apropriada para a peça de utilização em questão. Nos casos de dúvida, precisam ser efetuadas medidas de vazão, sendo certo que essas necessitam estar acima dos valores estabelecidos nas normas técnicas. Para as válvulas de descarga, além do acima estabelecido, deverá ser observado também se a pressão estática no ponto é compatível com o tipo, conforme normas técnicas, admitindo-se uma tolerância de aproximadamente 10%. A vazão máxima dessas válvulas de descarga não pode ser maior que 3 l/s. Para as caixas de descarga, além do acima especificado, terá de ser observado também se o volume de descarga é suficiente para a limpeza dos detritos sólidos da bacia sanitária.

Quanto aceitação e rejeição:

- Na verificação da estanqueidade à pressão interna, caso o número de ocorrências, quer de vazamento quer de exsudação, seja maior que 10, na amostra, conforme descrito anteriormente, a instalação será rejeitada; se esse número inferior a 10, a instalação será aceita após todos os reparos e com a repetição de ensaio;
- Na determinação das condições de funcionamento das peças de utilização em uma instalação predial de água fria, a instalação será rejeitada caso o número de pontos de água não aprovado superar 1/3 do total ensaiado, separando peças de utilização em geral de válvulas de descarga e caixas de descarga. No caso de o número de pontos não aprovados ser menor ou igual a 1/3 do total ensaiado (separando peças de utilização em geral, válvulas de descarga e caixas de descarga), a instalação será aceita depois de ser adaptada às condições específicas do item anterior e ser novamente submetida ao ensaio, utilizando nesse segundo ensaio outra amostra, diferente da primeira. Precisam ser feitas as

adaptações de todos os pontos de água que apresentarem defeitos nos ensaios;

- A válvula de descarga que apresentar vazão superior a 3 l/s poderá ser regulada por dispositivos internos próprios, sendo proibido utilizar nessa regulagem o registro de passagem, da tubulação, ou o registro de isolamento acoplado à válvula de descarga.

Desinfecção de Tubulações de Água Potável:

Concluídos os trabalhos e antes de entrar em funcionamento, toda a instalação será limpa por circulação de água e esterilizada por meio de cloração; a tubulação deverá receber um fluxo de água limpa antes de ser colocada em serviço definitivo.

A cloração deverá ser executada por pessoas experientes em manuseio de cloro e outros agentes esterilizantes.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando existir necessidade de aplicação de outros materiais não constantes desta especificação ou dos desenhos e listas de projeto, deverão os mesmos ser de qualidade igual ou superior aos substituídos, e previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Todas as tubulações, equipamentos e acessórios que compõem cada instalação, mesmo que vistoriados separadamente, só terão aceitação final, quando da realização dos testes de toda a instalação e constatação do seu correto funcionamento, através da aceitação pela FISCALIZAÇÃO.

Os reparos, substituições e/ou modificações que se apresentem necessários para o correto funcionamento da instalação, solicitados pela FISCALIZAÇÃO serão de inteira responsabilidade da CONTRATADA.

Caberá à CONTRATADA após o término de cada instalação, a execução do cadastramento de todas as alterações introduzidas no projeto, aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

São José, Junho de 2009.

TOPOSOLO – Engenharia, Arquitetura e Topografia SS