

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO
SANTO ANTÔNIO



PREFEITURA MUNICIPAL DE CHAPECÓ - SC
SECRETARIA DESENVOLVIMENTO E OBRAS ESTRUTURANTES – SEDES

MEMORIAL DE CÁLCULO DO
SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

CHAPECÓ SETEMBRO 2026

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

Identificação:

Proprietário

Prefeitura Municipal de Chapecó

Obra: Centro Multiuso Santo Antônio

Endereço: Rio Grande Do Norte.

Bairro: Santo Antônio

Quadra: Única

Introdução

A falta de condições de tratamento de esgotos adequada e s de saneamento contribuir para a proliferação de inúmeras **doenças parasitárias e infecciosas** além da degradação do corpo da água. Ha vários tipos de infecções que podem ser transmitidas de uma pessoa para outra por diferentes caminhos, envolvendo o esgoto sanitários humanos. O esgoto sanitário não tratado pode contaminar a água, os alimentos, os utensílios domésticos, as pessoas, o solo e animais que se tornam vetores de transmissão de doenças como as moscas, baratas, roedores, que transportam vírus ou bactérias de várias doenças tais como: febre tifoide, cólera, disenterias, hepatite infecciosa e inúmeros casos de verminoses; estas são algumas das doenças que podem ser transmitidas pela disposição inadequada dos esgotos e são responsáveis por elevados índices de mortalidade em países onde as condições sanitárias são deficientes. Geralmente as crianças são as maiores vítimas destas doenças, uma vez que a associação dessas doenças a geralmente outros fatores econômicos envolvidos como a pobreza e condições dignas de moradias, fatore estes geralmente fatal. A elevação da expectativa de vida e a redução das doenças de vincularão hídrica em via de regra, são letais ao ser humano, somente podem ser alcançadas através da correta disposição dos esgotos.

Outra importante razão para tratar os esgotos é a preservação do meio ambiente. As substâncias presentes nos esgotos exercem ação deletéria nos corpos de água: a matéria orgânica pode causar a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido provocando a morte de peixes e outros organismos aquáticos, escurecimento da água e exalação de odores desagradáveis; é possível que os detergentes presentes nos esgotos provoquem a formação de espumas em locais de maior turbulência da massa líquida.

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

SISTEMA COMPACTO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Sistema de tratamento

O Sistema Compacto de Tratamento de Esgoto com altíssimo rendimento, atendendo a legislação ambiental e com eficiência maior que as preconizadas nas normas técnicas brasileiras. O Sistema consiste na instalação de um Biorreator anaeróbio/facultativo de manta de lodo e fluxo ascendente seguido de um Biofiltro anaeróbio com objetivo principal de remoção de matéria orgânica.

O funcionamento do sistema se dará em duas etapas. Na primeira etapa o esgoto bruto irá se decompor pelos processos sedimentação e de floculação e digestão da espuma, removida através de transformação de matéria orgânica e substâncias minerais e gás metano, na segunda, grande parte da matéria orgânica dissolvida e em suspensão que foi digerida na primeira etapa será removida no Biofiltro anaeróbio de fluxo ascendente, através do processo biológico.

Os parâmetros são atingidos após a garantia de uma velocidade superficial determinada pela derivada da área de seção transversal, garantindo oxigênio para consumo dos microrganismos facultativos (principal função: promovem nitrificação) na manta de lodo, promovendo uma redução/estabilização excepcional dos poluentes do efluente.

Método construtivo:

As unidades poderão ser em PEAD reforçado/compósito ou PRFV de alta resistência química e mecânica, ou em concreto.

Neste caso pela facilidade optamos pelo uso de sistema pré-fabricado e PEAD ou PRFV.

OBSERVAÇÃO:

- 1- Local não atendido pela rede coletora de esgoto.
- 2- Terreno em questão está em nível mais alto que o greide da rua demonstrado que aterrado.

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

- 3- Lençol freático muito próximo da superfície o que impossibilita a utilização de unidades de infiltração do efluente do sistema de tratamento de esgoto no solo.

Diante das observações optamos pelo projeto a seguir:

MEMORIAL DE CÁLCULO

Sistema Compacto de Tratamento de Esgoto

Para instalação deste sistema deve-se verificar se os padrões do mesmo respeitam a legislação local. Para isso apresentamos a seguir os dados e cálculos do projeto firmando o enquadramento do empreendimento na legislação pertinente.

Biorreator Anaeróbio de Manta de Lodo

Dados do Biorreator de Manta de Lodo:

Volume útil Biorreator:	10m ³
Diâmetro Biorreator:	2,65m
Altura Biorreator:	2,38m

Número de ocupantes: 413 ocupantes temporários

Ocupantes	Contribuição de Esgoto (litros /dia)	Contribuição de carga orgânica*
142	50	25gDBO _{5,20} /ocup.d
106	25	25gDBO _{5,20} /ocup.d
165	2	2gDBO _{5,20} /ocup.d

*(Fonte: NBR 13969 / tabela 3 / pag 7)

Biorreator

Por se tratar o esgoto da edificação destinada centro de atividade multiuso, estima-se que em pleno funcionamento a edificação terá no máximo 142 ocupantes temporários, 106 refeições diárias e 165 ocupantes eventuais.

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

Porém o sistema pode suportar um maior número de ocupantes (pois de acordo com Chernicharo) (1977), apesar de a Norma Brasileira preconizar tempo de detenção hidráulico para Biorreatores de 12 horas, para esgotos tratados na faixa de temperatura de 20°C, tem se adotado tempos de detenção hidráulica da ordem de 6 horas. Várias experiências utilizadas com TDH de 6 horas obtiveram sucesso, o que aumenta o coeficiente de segurança do equipamento.

- Contribuição de carga orgânica (temporários):

Contribuição diária total do despejo:

$$Q_{total} = 50l/ocup.d \times 142ocup + 25l/ocup.d \times 106 ocup + 2 l/ocup.d \times 165ocup$$

$$Q_{total} = 10080 l/dia$$

Contribuição diária total de carga orgânica:

$$C.O. = 20gDBO_{5,20}/ocup.dia \times 142ocup + 25gDBO_{5,20}/ocup.dia \times$$

$$106ocup + 2gDBO_{5,20}/ocup.dia \times 165ocup$$

$$C.O. = 5820 gDBO_{5,20} l/d$$

Concentração de $DBO_{5,20}$ afluente:

$$S_{DBO} = \frac{C.O.}{Q_{total}} \cdot \frac{1000mg}{1g}$$

$$S_{DBO} = \frac{5820 gDBO_{5,20} \times 1000mg}{10080 l/d}$$

$$S_{DBO} = 577,38mgDBO_{5,20} l / 0,58gDBO_{5,20} l$$

Concentração de DQO afluente:

$$S_{DQO} = 2 \cdot S_{DBO}$$

$$S_{DQO} = 1154,76 mgDQO/l \quad 1,15gDQO/l$$

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

Tempo de detenção hidráulica necessária no reator:

Varia pela faixa de vazão e temperatura do esgoto (em dias).

(Fonte: NBR 13969 / tabela 4 / pág 7)

Tempo de detenção

Portanto para uma vazão de 10080 L/d no Reator de Manta de Lodo com volume útil de 10000 L, segundo Chernicharo (1977) acima de 20°C / 6 horas de TDH e abaixo de 15°C / 12 horas de TDH obteremos o tempo de detenção hidráulica de projeto igual a **24,19 horas**, porém, várias experiências utilizadas com TDH de 6 horas obtiveram sucesso, o que aumenta o coeficiente de segurança do equipamento.

Conforme Campos (1999) é obtido uma equação para a eficiência com relação ao tempo de residência no Biorreator. Para conseguirmos uma remoção da DBO de até 85%, precisamos um tempo de residência superior a 22 horas. Portanto foi admitido um tempo de residência inicial de 24,19 horas e posteriormente recalculado de acordo com o volume do reator comercializado.

Carga hidráulica volumétrica:

Estudos experimentais demonstram que a carga hidráulica volumétrica não deve ultrapassar o valor de 5,0 m³/m³.d (Chernicharo, 1997).

$$CHV = \frac{Q_{total}}{V_{reator}}$$

$$CHV = \frac{10080 \text{ l/d}}{10000 \text{ l}}$$

$$CHV = 1,008 \text{ OK} \quad \text{Preconizado} < 5,0 \text{ m}^3/\text{m}^3.\text{d}$$

Dimensionamento do Biorreator

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

Cálculo do volume do Biorreator

$$V = \tau \times Q$$

$$V = 1 \times 10080$$

$$V = 10080 \text{ litros/dia}$$

Tempo de detenção:

$$\tau = Q/V = 1,008 \text{ dia ou } 24,19 \text{ horas}$$

Para fins comerciais utilizaremos um Biorreator de volume de 10000 litros, uma vez que utilizaremos(s) 1 conjunto(s) (Biorreator/Biofiltro) totalizando 20000 litros.

Define-se a carga orgânica volumétrica como a quantidade (massa) de matéria orgânica aplicada diariamente ao reator por unidade de volume. Porém tratando-se de esgoto doméstico a carga orgânica volumétrica atinge até 3,5 kg DQO/m³.d (CAMPOS, 1999).

Para o cálculo da carga orgânica volumétrica, segundo Chernicharo (2007) temos a seguinte expressão.

Cálculo da Carga Orgânica Volumétrica

$$COV = (Q \times S_{DQO}) / V$$

Onde:

COV = Carga orgânica volumétrica (kg DQO/m³.d)

Q = Vazão diária (L/d)

S_{DQO} = Concentração de DQO (g DQO/L)

V = Volume do biorreator (L/d) (adotado comercialmente)

$$COV = (10080 \times 1,15) / 10000$$

$$COV = 1,159 \text{ g DQO/L.d}$$

$$COV = 1,159 \text{ kg DQO/m}^3\text{.d}$$

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

$$\tau = Q/V = 1,008 \text{ dia ou } 24,19 \text{ horas}$$

Velocidade superficial do fluxo:

De acordo com Lemos (1997), a velocidade superficial máxima no reator depende do tipo de lodo presente e das cargas aplicadas. Para o caso que será operado basicamente com lodo tipo floco biológico (alta eficiência), as velocidades superficiais médias devem ser da ordem de 0,5 a 0,7 m/h, sendo tolerados picos temporários, durante 2 a 4 horas, de até 1,5 a 2,0 m/h. Ainda para estes parâmetros as profundidades dos Biorreatores devem ficar compreendidas entre 0,8 a 2 metros e proporcional à área de seção transversal.

$$V_s = \frac{Q_{total}}{A_m}$$

$$A = V/h$$

$$v = Q/A$$

Onde:

v = Velocidade (m/h).

Q = Vazão diária (L/d).

A = Área transversal média do Biorreator (m^2).

Definindo a área transversal como:

Onde:

A = Área transversal média do Biorreator (m^2).

V = Volume do Biorreator (m^3).

h = Altura do Biorreator (m).

Substituindo na equação da velocidade,

$$v = Q * h / V$$

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

Como já foi definido o tempo de residência, temos:

$$\tau_1 = V / Q$$

Substituindo na equação da velocidade, obtemos:

$$v = h / (\tau_1 * 24)$$

$$v = 2,65 / (1,008 * 24)$$

$$v = 0,109 \text{ m/h}$$

Produção de Lodo:

$$\text{COD}_{\text{DQO}} = S_{\text{DQO}} * Q$$

Onde:

COD_{DQO} = Carga DQO diária (kg DQO/d).

S_{DQO} = Concentração de DQO (g/L).

Q = Vazão diária (L/d).

$\text{COD}_{\text{DQO}} = 11,59 \text{ Kg/DQO/d}$

Vazão média afluyente (Q_{total}): 1080 L/d

Concentração de DQO afluyente (S_{DQO}): 1154,76 mgDQO/l

Coeficiente de produção de sólidos (Y): 0,18 kgSS/kgDQO_{aplicada}

Concentração de Sólido Seco no lodo (#): 4%

Massa específica do lodo (p): 1020 kg/m³

Área de seção transversal média do Biorreator:

Para este cálculo considera-se um raio médio do Biorreator ao longo do perímetro molhado igual a 1,325m.

$$A_m = \pi r_m^2$$

$$A_m = 3,1415 \times 1,325^2$$

$$A_m = 5,51 \text{ m}^2$$

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

Velocidade superficial do fluxo:

De acordo com Lemos (1997), a velocidade superficial máxima no reator depende do tipo de lodo presente e das cargas aplicadas. Para o caso que será operado basicamente com lodo tipo floco biológico (alta eficiência), as velocidades superficiais médias devem ser da ordem de 0,5 a 0,7 m/h, sendo tolerados picos temporários, durante 2 a 4 horas, de até 1,5 a 2,0 m/h. Ainda para estes parâmetros as profundidades dos Biorreatores.

$$V_s = \frac{Q_{total}}{A_m}$$

$$V_s = \frac{10,08 \text{ m}^3/\text{d}}{5,51 \text{ m}^2}$$

$$V_s = 1,82 \text{ m/d} \cdot 1. \text{ d}/24\text{h}$$

$$V_s = 0,076 \text{ m/h}$$

Preconizado < 2,0 m/h (pico máximo)

Produção de Lodo:

Vazão média afluyente (Q_{total}): 10080 L/d

Concentração de DQO afluyente (S_{DQO}): 1154,76 mgDQO/L

Coefficiente de produção de sólidos (Y): 0,18 kgSS/kgDQO_{aplicada}

Concentração de Sólido Seco no lodo (#): 4%

Massa específica do lodo (p): 1020 kg/m³

Em reatores de fluxo contínuo operando em laboratório torna-se fácil à determinação do acréscimo na quantidade de biomassa no reator e perda com o efluente. Todavia, em diversas situações práticas a biomassa presente no reator consiste de lodo bacteriano ativo, acrescido de material insolúvel presente no afluyente. Nesses casos o valor de Y torna-se bastante influenciado pela quantidade e natureza do material em suspensão trazido com o esgoto afluyente. Segundo Henze & Harremoës (1983) para um reator que trabalha com uma população bacteriana combinada, ou seja, o reator processa a digestão anaeróbia acidogênica e metanogênica, pode-se admitir $y = 0,18 \text{ kgSS/kgDQO}_{aplicada}$.

Carga de DQO aplicada:

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

$$\text{Carga de DQO aplicada} = 10,08 \text{ m}^3/\text{d} \times 1154,76 \text{ mgDQO/L}$$

$$\text{Carga de DQO aplicada} = 3,00 \text{ m}^3/\text{d} \times 1,15476 \text{ kgDQO/m}^3$$

$$\boxed{\text{Carga de DQO aplicada} = 11,64 \text{ kgDQO/d}}$$

Produção de Lodo (P):

$$P = Y \times \text{Carga de DQO aplicada}$$

$$P = 0,18 \text{ kgSS/kgDQO}_{\text{aplicada}} \times 11,64 \text{ kgDQO/d}$$

$$\boxed{P = 2,09 \text{ kgSS/d}}$$

Volume de lodo:

$$\text{Volume de lodo} = P / [(\#/100) \times p]$$

$$\text{Volume de lodo} = 2,09 \text{ kgSS/d} / (0,04 \times 1020 \text{ kg/m}^3)$$

$$\boxed{\text{Volume de lodo} = 0,0510 \text{ m}^3/\text{d}}$$

Volume de lodo mineralizado

Sabe-se que no processo de digestão anaeróbia aproximadamente $\frac{3}{4}$ do lodo é biotransformado em gases (metano, sulfídrico, CO_2 , etc) e parte solúvel. O remanescente $\frac{1}{4}$ é a parte inorgânica do processo (sais minerais) que deve ser removida com o tempo.

$$\boxed{\text{Volume de lodo mineralizado} = 0,0510 \times 0,25 = 0,0128 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}}$$

Volume do compartimento de decantação (V acúmulo):

$$V \text{ acúmulo} = \pi \times r_m^2 \times h$$

$$V \text{ acúmulo} = \pi \times 1,325^2 \times 1,19$$

$$\boxed{V \text{ acúmulo} = 4,95 \text{ m}^3}$$

Tempo de limpeza:

$$\text{Tempo de limpeza} = V \text{ acúmulo} / \text{Volume de lodo mineralizado}$$

$$\text{Tempo de limpeza} = 4,95 \text{ m}^3 / 0,0128 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$$

$$\text{Tempo de limpeza} = 386,7 \text{ dias}$$

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

Tempo de limpeza + cs $\cong$ 13 meses

Dimensões do biorreator:

Diâmetro = 2,65m

Profundidade Útil= 2,38m

Profundidade de acúmulo de lodo = 1,19m

OBS: O sistema de descarte de lodo é essencial para um bom rendimento no tratamento, pois se destina à retirada periódica do excedente de biomassa acumulada, além de retirar material inerte que possa vir acumular-se no fundo do Biorreator.

Dimensionamento do Biofiltro

Cálculo do volume necessário do Biofiltro

Conforme descrito anteriormente, o tempo de residência é obtido de acordo com a NBR 13969/97, a única diferença que é feita da norma é o coeficiente de multiplicação, utilizando 1,1 (Anexo A), pois o material filtrante é tubos corrugados no lugar da brita.

$$V = 1,1 \times n \times CV \times \tau$$

Onde:

V = Volume do Biofiltro.

1,1 = Coeficiente de volume ocupado pelo recheio.

n = Número de ocupantes (p).

CV = Contribuição volumétrica diária por pessoa (L/d).

τ = Tempo de residência (d)

$$V = 1,1 \times (10080) \times 0,75$$

$$V = 8316 \text{ L}$$

Para fins comerciais esse Biorreator vai ser aproximado para um volume de 10000 L, uma vez que será utilizado 1 conjunto (Biorreator / Biofiltro) totalizando 20000 L.

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

Não será utilizado realizado cálculos da necessidade de limpeza, pois a produção de sólidos é muito baixa, e é desnecessário realizar a retro lavagem. Através disso, é aconselhado o descarte de lodo do Biofiltro quando é feita a limpeza do Biorreator.

DIMENSIONAMENTO DO BIOFILTRO

Vazão: 10,08 m³/d

Dados do Biofiltro:

Volume útil Biofiltro: 10000 l (volume adotado)

Diâmetro Biofiltro: 2,00m

Comprimento Biofiltro: 3,0m

Eficiência estimada para o Sistema Biorreator + Biofiltro:

Com base nas estimativas apresentadas acima, e auxílio da NBR 13969 (tabela 6, pág 21) pode-se afirmar com um grau de segurança elevado que o efluente terá os valores limites para lançamento nas valas de absorção de:

Temperatura (°C) inferior a 40;

pH entre 6 e 9;

DBO_{5,20} (mg/L) inferior a 50;

DQO (mg/L) inferior a 125;

Sólidos sedimentáveis (ml/L) inferior a 0,5;

SNF totais(mg/L) inferior a 50;

Nitrogênio amoniacal (mg/L) inferior a 5;

Nitrato – N (mg/L) inferior a 20;

Fosfato (mg/L) inferior a 2;

Óleos e graxas (mg/L) inferior a 50;

Tanque de Reoxigenação

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

Sistema estritamente anaeróbio tem como característica na saída de seu efluente a inexistência de oxigênio dissolvido. Para despejos na rede pluvial conforme NBR 13969/97 o efluente necessita uma concentração mínima de 1,0 mg/L.

Ocorrem também em Tanque Sépticos e filtros anaeróbios que o produto das reações de depuração da matéria orgânica que produzem gases como metano e sulfídrico que possuem odor desagradável e devido a falta de respiros nos equipamentos acabam saindo junto ao efluente tratado ou retornando as residências gerando incômodo aos usuários do sistema e vizinhanças.

Neste contexto o reator de reoxigenação tem o papel fundamental na adequação do efluente final tratado por sistemas anaeróbios para disposição do efluente em redes pluviais.

Dentre as vantagens da reoxigenação do efluente destaca-se:

- Adição do oxigênio dissolvido no efluente;
- Arraste de gases dissolvidos no efluente;
- Possibilidade de Oxidação de matéria orgânica e outros compostos existentes.

O processo consiste na injeção de oxigênio através de soprador de ar. A homogeneização do ar é realizada pelo ramal de difusão no fundo do reator. Devido ao arraste de gases ocasionado pela adição de ar, na parte superior do reator há um filtro de carvão ativado para adsorção destes gases.

Desinfecção

A cloração faz parte de uma série de alternativas para desinfecção do esgoto. Todos os efluentes que tenham como destino final corpos receptores superficiais ou galerias de águas pluviais, além do reuso, devem sofrer desinfecção. Esta deve ser efetuada de forma criteriosa, compatível com a qualidade do corpo receptor e segundo as diretrizes do órgão ambiental.

Entre as alternativas existentes para cloração pode-se optar pelo método de cloração por gotejamento (hipoclorito de sódio) e por pastilha (hipoclorito de cálcio ou tricloro estabilizado), uma vez que estes representam menor preocupação em nível operacional

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

Dimensionamento do Tanque de Reoxigenação

Vazão de esgoto (Q) = 10,08m³/d

Tempo de detenção hidráulico (TDH) = 3,50h (Adotado)

Volume do reator (V)

$$V = Q / 24 * TDH$$

$$V = 10,08 / 24 * 3,50$$

$$V = 1,47\text{m}^3$$

Comercialmente será utilizado 1 Tanque de Reoxigenação de 2000 Litros.

Vazão de ar

Para despejos na rede pluvial conforme NBR 13969/97 o efluente necessita uma concentração mínima de 1,0 mg/L. Para fins de cálculo será utilizado a concentração de saturação da água para temperatura de 20 °C.

A taxa de transferência padrão é calculada pela seguinte equação:

$$TTO = KLa \times Cs \times V$$

Onde:

TTO = Taxa de transferência de oxigênio padrão (mg O₂/s)

KLa = Coeficiente de transferência de oxigênio (0,001 s⁻¹)

Cs = Concentração de O₂ na saturação = 9,2 mg/L a 20°C.

V = Volume do reator = 2100 L

$$TTO = 0,001 \text{ s}^{-1} \times 9,2 \text{ mg/L} \times 2000 \text{ L}$$

$$TTO = 19,32 \text{ mg O}_2/\text{s} = 0,00001932 \text{ kgO}_2/\text{s}$$

$$TTO = 1,67\text{kgO}_2/\text{d}$$

A vazão de ar é expressa pela seguinte equação:

$$QAr = TTO / (p \times 0,23)$$

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO
SANTO ANTÔNIO

Onde:

Q_{Ar} = Vazão de ar ($m^3 ar/d$)

TTO = Taxa de transferência de oxigênio padrão (kgO_2/d)

p = peso específico do ar ($1,2 kg/m^3$) $0,23$ = fração mássica de oxigênio no ar

$Q_{Ar} = 1,67 kgO_2/d / (1,2 kg/m^3 \times 0,23)$

$Q_{Ar} = 6,05 m^3 ar/d$

Para oxigenação serão utilizados difusores de bolha grossa. A eficiência de transferência destes difusores é de 4%. A vazão de ar real é:

$Q_{Arreal} = Q_{Ar} / 0,04$

$Q_{Arreal} = 6,05 m^3 ar/d / 0,04$

$Q_{Arreal} = 151,25 m^3/d = 0,00175 m^3/s = 105,03 L/min$

Comercialmente serão utilizados três difusores de bolha grossa com vazão de 40 l/min.

Potência do soprador

P = Potência requerida (W)

Q = vazão de ar ($0,00175 m^3/s$)

$P = Q \times p \times g \times (d_i + H) / \eta$

p = peso específico do líquido ($1000 kg/m^3$)

g = aceleração da gravidade ($9,81 m/s^2$)

d_i = profundidade dos difusores ($0,90 m$)

H = perda de carga no ramal de distribuição de ar ($0,4 m$).

p = Eficiência do motor e do soprador (60 %)

$P = 0,00175 \times 1000 kg/m^3 \times 9,81 m/s^2 \times (0,90 + 0,4) / 0,6$

$P = 37,19 W$

Comercialmente será utilizado um soprador de 39W, modelo AP 40 com vazão de ar de 46 l/min.

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

Dimensionamento da Desinfecção

Antes que ocorra a disposição final adota-se o tratamento de desinfecção do efluente.

O tratamento de desinfecção adotado é: cloração por bomba dosadora.

- A inserção de cloro será efetuada através de bomba dosadora de cloro líquido (hipoclorito de sódio 10%), sendo este meio seguro para o manuseio e aplicação, evitando assim queimaduras e intoxicações, conforme NBR 13969/97.

Parâmetros de Projeto da Caixa de Cloração

Os parâmetros utilizados para o dimensionamento da caixa de cloração estão de acordo com a NBR 13969/97.

Conforme NBR 13969/97, adota-se um tempo de detenção para o contato do cloro com a água de 30 min, e período de utilização de 1 dia, o que promove um total de 48 ciclos.

Para o cálculo do volume útil da caixa de cloração, utiliza-se a equação:

$$V = Q/Nc$$

V = Volume da caixa de cloração (l);

Q = Vazão diária (l/d);

Nc = número de ciclos.

Para os dados do projeto têm-se

$$V = 10080 \text{ l/dia} / 48 \text{ ciclos/dia}$$

$$V = 210,0 \text{ litros.}$$

Adotaremos um tanque de 320 litros (volume comercial).

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

Devido o nível do lençol freático estar muito superficial e a grande área necessária para infiltração do esgoto no solo, fica inviável a utilização de sumidouros como destinação final dos efluentes do sistema projetado acima.

Fica inviável a utilização de sumidouro

$$\text{Área de infiltração necessária} = 183,27\text{m}^2$$

Eficiência do Sistema

Sistema Biorreator e Biofiltro

O sistema, possui uma eficiência média entre 70% a 85% em termos de DBO, podendo chegar a níveis de eficiência de até 93%.

Através de estudos realizados pelo Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB), obteve-se curvas de eficiência representadas pelas Equações abaixo. Essas

$$\begin{aligned} (D_{QO} &= 100 \cdot (1 - 0,68 \cdot \theta_h^{-0,35}) \\ (D_{BO_5} &= 100 \cdot (1 - 0,70 \cdot \theta_h^{-0,50}) \end{aligned}$$

Equações possibilitam estimar as eficiências de reatores do tipo UASB tratando esgotos domésticos, em função do tempo de detenção hidráulica, para parâmetros DQO e DBO, respectivamente

Para tempo de detenção de 24,19 horas temos eficiência de:

$$DQO = 77,70 \%$$

$$DBO = 85,77 \%$$

As concentrações de DQO e de DBO no efluente final do Biorreator são encontradas pela equação:

$$S = S_o - (E \times S_o)/100$$

Onde:

S é a concentração (mg/L);

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

So é a concentração inicial (mg/L); E é a eficiência;

$$S_{DQO} = 1154,76 - (77,70 \times 1154,76) / 100 = 257,51 \text{ mg/L}$$

$$S_{DBO} = 577,38 - (85,77 \times 577,38) / 100 = 82,16 \text{ mg/L}$$

Para uma eficiência de 40% de remoção de DBO e 40% de DQO no Biofiltro conforme NBR 13969/97 teremos no efluente final:

$$S_{DQO} = 257,51 - (40 \times 257,51) / 100 = 154,50 \text{ mg/L}$$

$$S_{DBO} = 82,16 - (40 \times 82,16) / 100 = 49,29 \text{ mg/L}$$

Procedimento para Limpeza Conjunto Biorreator e Biofiltro

Biorreator:

Limpar conforme tempo determinado no projeto: **A cada 13 meses.**

Procedimento de limpeza:

Abrir os dois Caps Diâmetro 100mm das tubulações de inspeção e limpeza;

Inserir magote de Diâmetro 75mm (caminhão limpa fossa) até o fundo de equipamento em qualquer uma das tubulações de inspeção e limpeza;

Efetuar a sucção do lodo;

Recolocar os Caps.

Biofiltro:

Limpar junto ao Biorreator.

Procedimento de limpeza:

Seguir os mesmos passos do procedimento de limpeza do Biorreator.

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

Obs. Quando da remoção do lodo mineralizado, aproximadamente 10% do seu volume deve ser deixado no interior do tanque, para que o processo anaeróbio possa dar início imediato.

Este processo de limpeza periódica de lodo e da espuma deve ser feita por profissionais especializados e que disponham de equipamentos adequados para o serviço.

MONITORAMENTO E OPERAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO

O Programa de monitoramento ambiental do Sistema de Tratamento de Esgotos compreenderá a execução de análises físico-químicas e bacteriológicas de efluentes líquidos e controle de disposição final de resíduos sólidos.

Os cálculos demonstrados anteriormente são teóricos podendo os valores de eficiência do sistema real divergirem dos resultados teóricos. Para efeito de monitoramento os valores dos parâmetros no final do sistema deverão ser inferiores aos estipulados pela Resolução CONAMA 430/11, SEÇÃO III que equivale a Tabela 1 deste memorial:

Quando o efluente for para a rede pluvial, deverá atender a Tabela 5 da NBR 13969/97, caso contrário os valores de referência são conforme o CONAMA 430/11.

OPERAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

MANUTENÇÃO DOS SISTEMA BIORREATOR E BIOFILTRO

Quando atingir o tempo necessário para a limpeza do Biorreator e do Biofiltro, 13 meses, deve-se efetuar a retirada de parte do lodo acumulado ao decorrer do tempo. O procedimento é descrito abaixo:

- Retirar a tampa de inspeção;
- Abrir os canos com as marcações 1 e 2;
- O bucal 1, deixar livre para a entrada de ar;

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

- No bucal 2, conectar a mangueira do caminhão que irá succionar o lodo decantado no biorreator, o mesmo vale para o Biofiltro;

- Efetuar a sucção;
- Colocar novamente os tampões nos canos 1 e 2 do Biorreator e Biofiltro;
- Fechar a tampa de inspeção;

Pode-se retomar o tratamento de efluente com o sistema Biorreator. Pois o mesmo tem um volume máximo de descarte, mantendo uma quantidade de lodo mínima para a funcionalidade do sistema.

MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DESINFECÇÃO DO ESGOTO

O sistema de cloração será efetuado através de bomba dosadora (modelo a definir com o fornecedor da bomba) para hipoclorito de sódio líquido, com no mínimo 10% de cloro ativo, sendo este meio seguro para o manuseio e aplicação, evitando assim queimaduras e intoxicações.

A vazão do efluente é: 10080 l/d

DESTINAÇÃO FINAL

A NBR 13.969/97 estabelece alternativas para a disposição final do efluente, de acordo com as características encontradas na região. O efluente obtido no final do tratamento feito pelo sistema de Biorreator e Biofiltro tem níveis de eficiência de até 80%.

O lançamento dos efluentes finais pode acontecer em corpos d'água apropriados (rios classe II), rede pública ou mesmo sumidouro.

DESTINAÇÃO DO LODO

PROJETO DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO MULTIUSO SANTO ANTÔNIO

O lodo retirado do sistema a cada 13 meses, deverá ser removido por caminhão fossa licenciado com disposição final adequada conforme legislação.

DISPOSIÇÃO FINAL DO EFLUENTES DOO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO

A disposição final do efluente tratado será: Rede pluvial/Corpo receptor

Todo o lodo retirado do tanque séptico deve ser conduzido a um local apropriado, e autorizado para o seu despejo final. Não é admitido o despejo em corpos d'água e galerias de águas pluviais.

OBSERVAÇÃO:

- 1- O Sistema de Tratamento de Esgoto foi projetado de forma a atender o volume e as dimensões e volume comercializados no mercado.
- 2- A empresa ganhadora da execução da obra deve apresentar as Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do fabricante do sistema tratamento de esgoto e da execução do mesmo.
- 3- A empresa ganhadora da execução da obra deve solicitar ao departamento de Análise e Aprovação de Projetos da Secretaria de Desenvolvimento e Planejamento -SEPLAD a vistoria das instalações sanitárias e de tratamento de esgoto no momento de sua instalação.
- 4- O Departamento de Elaboração e Fiscalização de Obras Públicas compete a aprovação do Projeto Hidrossanitário e Tratamento de Esgoto.