

UNIVASF

*SISTEMA DE TRATAMENTO DE
EFLUENTES*

CAMPUS DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

UNIVASF

Outubro/2008

UNIVASF

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

DEFINIÇÃO DO TIPO DE TRATAMENTO

PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

MEMÓRIA DE CÁLCULO

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

NORMAS OPERACIONAIS

PLANTAS E ANEXOS

UNIVASF

APRESENTAÇÃO

Este projeto foi desenvolvido para atender as necessidades de tratamento dos efluentes sanitários do Campus de Ciências Agrárias da Universidade do Vale do São Francisco, UNIVASF,

localizado na Rodovia BR 407, Km 12, Lote 543, Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho – C1, CEP

56300-000, Petrolina, PE.

O projeto foi elaborado pela WESA CONSULTORES ASSOCIADOS LTDA, com endereço à

Rua Artur Moura, 88, Galpão 04, Imbiribeira, PE, CEP 51150-260, tel. (81) 3339.6666, CNPJ

41.114.2216/0001-65, IE 18.1.001.0257880-3. A responsabilidade técnica é do Eng.º Wellington

Fernandes Santos, CREA 13.467 D PE.

Recife, PE. outubro/2009

UNIVASF

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste projeto foram consideradas as seguintes definições, de acordo com a Norma CPRH 2001:

Carga orgânica

Quantidade de matéria orgânica expressa em massa por unidade de tempo (Kg DBO/dia ou Kg DQO/dia), transportada ou lançada num corpo receptor, ou sistema de tratamento de águas residuárias, calculada através da vazão média diária do efluente.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Quantidade de oxigênio requerida na oxidação bioquímica de matéria orgânica existente na água, pela ação de bactérias aeróbias sob condições específicas. É o parâmetro mais empregado para estimar poluição, utilizando-se a demanda bioquímica em 5 dias (DBO₅), a 20 °C. É expressa em termos de concentração (mg O₂/L).

Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Quantidade de oxigênio requerida na oxidação química de matéria orgânica existente na água, através de um agente oxidante (geralmente o dicromato de potássio), em meio ácido, sob condições específicas. É expressa em termos de concentração (mg O₂/L). Os efluentes sanitário da UNIVASF são gerados a partir dos efluentes dos vestiários e banheiros, lavagens de pisos em geral, restaurantes e lanchonetes. Para este projeto foram considerados os seguintes itens:

- a) Estimativa de contribuição de 3.200 alunos em turnos de até 15 horas/dia.
- b) A contribuição individual de efluentes foi considerada como de 80 L/dia.

Com estas considerações e conforme está apresentado na memória de cálculo, a vazão média e as concentrações e cargas orgânicas que constituem o efluente se resumem ao seguinte quadro:

Vazão média diária 256,00 m³

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) 350,00 mg/L

Demanda Química de Oxigênio (DQO) 850,00 mg/L

Carga Orgânica (CO) 3,73 Kg DBO/hora (89,60 Kg DBO/dia)

9,07 Kg DQO/hora (217,60 Kg DQO/dia)

O local do empreendimento não dispõe de rede pública coletora de esgoto. Com efeito, e de acordo com a Norma Técnica CPRH 2001 – Controle da Carga Orgânica em Efluentes Líquidos Industriais, deverá ser implantada uma estação de tratamento de efluentes de forma a adequá-lo aos critérios e padrões de qualidade de água do corpo receptor. O corpo receptor final será uma lagoa natural existente no campus. De acordo com a tabela AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS PARA DESCARGA DE EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS, da Norma CPRH 2002, para o valor de 89,60 Kg DBO/dia (ou de 217,60 Kg DQO/dia) de carga orgânica, o sistema de tratamento deverá atingir uma redução mínima de 90%, proporcionando um efluente com uma DBO residual máxima 35,00 mg/L. Entretanto o sistema proposto objetiva uma remoção que atenderá amplamente à Legislação, produzindo um efluente com uma concentração máxima de 20,00 mg DBO/L.

UNIVASF

DEFINIÇÃO DO TIPO DE TRATAMENTO

A solução para o tratamento dos efluentes gerados passou por uma análise criteriosa tendo em mente que a estação de tratamento de efluentes tem como princípio a extração de poluentes da água.

Os poluentes são retidos ou transformados em outros elementos ou compostos e a água é disposta no meio ambiente em um curso de água de forma a manter o equilíbrio ambiental existente no entorno do ponto de descarga e garantindo que ele se manterá equilibrado daquele ponto em diante.

A alternativa adotada para a UNIVASF é de uma ETE de alta eficiência de remoção de carga orgânica objetivando a disposição dos efluentes tratados na lagoa natural, que servirá como unidade paisagística. Desta forma, optou-se pela solução de tratamento conjugado, tratado biologicamente, iniciando com a passagem por reatores anaeróbios tipo UASB, seguido de tratamento por lodos ativados na variante aeração convencional. O arranjo sistêmico apresenta a ETE composta pelos seguintes dispositivos: gradeamento de sólidos grosseiros, caixa de retenção de areia, peneira estática, tanque de equalização, reator anaeróbio tipo UASB, tanque de aeração, decantador lamelar, lagoa de estabilização e medição de vazão.

Este arranjo de ETE conjugado proporcionará um efluente com o nível o mais baixo possível de cor, turbidez, sólidos em suspensão, carga orgânica e desinfetado (ausência de microorganismos causadores de moléstias).

Espera-se que o efluente resultante após o tratamento, considerando uma eficiência ótima para a remoção de carga orgânica e de patogênicos, terá as seguintes características:

Vazão média diária 256,00 m³

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) < 20,0 mg/L

Demanda Química de Oxigênio (DQO) < 50,0 mg/L

Com estas características o efluente passa a atender amplamente aos requisitos de acordo com a

Legislação ambiental.

Por outro lado, é sabido que, por se tratar de uma estação de tratamento, será requerido da UNIVASF, o seguinte:

- 1) Rigorosa e perfeita operação do sistema.
- 2) Sua responsabilidade pela operação, manutenção e controle do efluente final, inclusive da eventual possibilidade de emissão de odores desagradáveis oriundos do mau funcionamento ou desativação Sistema;
- 3) A apresentação ao órgão de controle do meio ambiente, os registros de todas as manobras efetuadas no sistema, as análises de campo e determinação dos parâmetros de controle, de acordo com o Plano de Controle que se encontra reproduzido neste projeto, no capítulo Normas Operacionais;
- 4) O sistema deverá trabalhar ininterruptamente, 24 horas por dia, o que irá demandar um consumo de energia equivalente à um motor de 5,0 CV, em 380 V, ou seja, 2.700 Kwh/mês, que ao valor atual de R\$ 0,50/Kwh totaliza R\$ 1.350,00 (um mil trezentos e cinquenta reais) de energia elétrica, ou ainda, R\$ 0,18 (dezoito centavos) por metro cúbico de efluente tratado e irá produzir uma quantidade de lodo que será disposto em leitos de secagem para a desidratação, e;
- 5) Preocupação constante com os equipamentos eletromecânicos e alocação de técnico responsável e de funcionários para a supervisão da operação.

A UNIVASF deverá seguir fielmente as Normas Operacionais elencadas em capítulo específico deste projeto.

UNIVASF

PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

Todos os efluentes orgânicos produzidos pelos galpões industriais serão agregados e encaminhados para o sistema de tratamento, objeto deste Projeto.

Foi considerado neste projeto que os efluentes gerados nos restaurantes e lanchonetes serão inicialmente encaminhados para caixas de retenção de gordura a serem especificada nos projetos de instalações hidro-sanitárias. Após a passagem por essa unidade, os efluentes serão misturados com os demais. Com efeito, este projeto não especifica a unidade de retenção de óleos e graxas (O&G).

Nas normas operacionais estão especificados os cuidados que deverão existir com o monitoramento do parâmetro O&G. Na eventualidade da ocorrência de concentrações de O&G maiores que 50 mg/L, o empreendimento deverá providenciar uma unidade de separação industrial, como por exemplo, um flotador tipo FAD (ar-dissolvido).

GRADEAMENTO

Inicialmente o efluente sanitário passará por uma grade de retenção de sólidos grosseiros. Haverá separação física de materiais de grandes dimensões tais como copos plásticos, absorventes, papel em grandes proporções etc. A retirada física destes materiais tem como objetivo proteger os dispositivos de transporte de líquidos tais como bombas e tubulações e os dispositivos de tratamento tais como aeradores e filtros e, ao final, evitar que eles sejam dispostos no corpo de água receptor. O gradeamento será confeccionado em PRFV.

CAIXA DE AREIA

A caixa de areia será instalada após o gradeamento. Os sólidos pesados e a areia serão retidos com o objetivo de proteger as bombas, válvulas e acessórios contra a abrasão, assim como evitar o entupimento de tubulações e o assoreamento dos tanques, diminuindo o volume útil e comprometendo a eficiência do sistema. A caixa de areia será confeccionada em alvenaria.

PENEIRA ESTÁTICA

Os sólidos que ainda restarem e que forem de dimensões maiores de 1,0 mm ou aqueles

fibrosos que estiverem em suspensão ou flutuando serão retidos na peneira estática. A peneira estática será confeccionada com a tela em aço inox e o seu corpo em PRFV.

TANQUE DE EQUALIZAÇÃO

Nesta etapa todo o efluente é reunido em um tanque para a equalização volumétrica. Para a equalização qualitativa, se necessário haverá a adição de compostos de fósforo, nitrogênio e se corrigirá o pH. O projeto pressupõe que as concentrações de N e P encontradas nos efluentes sanitários sejam suficientes para todo o sistema. A correção só será realizada quando se identificar a necessidade de forma que o efluente seja encaminhado para a etapa biológica na vazão constante e com a proporção de 500:5:1 entre DBO:N:P plenamente atendida. O tanque de equalização será confeccionado em PRFV.

REATOR ANAERÓBIO

Após o tratamento primário de retenção de sólidos, a primeira etapa do tratamento biológico é o reator anaeróbio de fluxo ascendente. Neste projeto foi adotado reator do tipo UASB. Nesta unidade a degradação da matéria orgânica é realizada por micro organismos anaeróbios. O efluente é passado por uma manta de lodo onde os microorganismos mantêm contato com os compostos orgânicos convertendo-os principalmente em ácidos orgânicos, gás carbônico, hidrogênio e metano. A passagem dos efluentes pela manta de lodos é realizada no sentido ascendente e o efluente tratado sai dos reatores pela parte superior, coletados por calhas ao longo do decantador. Existe um dispositivo de separação de gases e sólidos, localizado abaixo do decantador, garantindo as condições para a sedimentação das partículas que se desgarram da manta de lodo e permitindo que elas retornem para a área inferior, de digestão, evitando que sejam levadas para fora do sistema junto com o efluente. Este dispositivo é um dos elementos que determinam a eficiência do sistema. Outro fator determinante para a eficiência do tratamento é o desenvolvimento da biomassa com boa capacidade de atividade. O cultivo de um lodo anaeróbio de boa qualidade é conseguido através de um processo cuidadoso de partida do sistema, incluindo a seleção do lodo a ser inoculado. A redução da concentração de DBO nesta unidade é estimada em até 68%. Os reatores serão confeccionados em PRFV.

TANQUE DE AERAÇÃO

Saindo do reator anaeróbio o efluente com a carga orgânica já devidamente reduzida é encaminhado para os tanques de aeração, ponto inicial do sistema de tratamento aeróbico.

O sistema de tratamento aeróbico é, também, um processo biológico natural, dinâmico e depende de culturas microbiais mistas para decomporem e removerem substâncias orgânicas. As culturas microbiais são desenvolvidas em um ambiente monitorado, de forma a evitar uma superpopulação ou, ao contrário, uma população insuficiente para degradar a matéria orgânica. No início do processo, em uma câmara de tratamento contendo os microorganismos, é fornecido oxigênio suficiente para manter uma condição de vida aeróbia e o efluente contendo o alimento biológico, nutrientes e mais microorganismos é introduzido. O tanque de aeração será confeccionado em PRFV.

DECANTADOR LAMELAR

Depois, a mistura água+microorganismos+matéria orgânica é transferida para um outro local, com baixa agitação onde ocorre o fenômeno físico da separação por decantação separando a água que sai como efluente tratado, os microorganismos e parte da matéria orgânica ainda não degradada. A mistura sedimentada de microorganismos e matéria orgânica é chamada de lodo ativado. A água, que ainda contém uma quantidade pequena de matéria orgânica e microorganismos será encaminhada para a terceira etapa do tratamento e o lodo ativado será retornado para o tanque de aeração. Inicialmente uma alta taxa de recirculação é drenada do fundo do decantador para que se possa reter uma cultura biológica suficiente no sistema. Entretanto, após um curto período de tempo, são criados os flocos biológicos decantáveis naturais de modo a, eficientemente, flocular a matéria orgânica do esgoto. Com o tempo a quantidade de lodo ativado tende a crescer devido a reprodução e a chegada de mais microorganismos com mais matéria orgânica, alcançando um valor que indica a necessidade de sua retirada do sistema. O decantador lamelar será confeccionado em PRFV.

LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO (lagoa natural)

A lagoa de estabilização, que também servirá como elemento paisagístico, será uma lagoa facultativa com predominância aeróbia, que consiste na retenção dos efluentes por um período de tempo longo o suficiente para que os processos naturais de estabilização da matéria orgânica se desenvolvam.

MEDIÇÃO DE VAZÃO

O último instrumento da ETE é um medidor de vazão. Será utilizada uma calha Parshall de 2,0”.

UNIVASF

MEMÓRIA DE CÁLCULO

DIMENSIONAMENTO

Estação de Tratamento - UNIVASF

Definição do Empreendimento

Campus universitário

Efluentes orgânicos

Estimativa de população 3200 pessoas

Contribuição individual de esgotos 80 L/dia

Período considerado 24 horas/dia

Turnos considerado 1 turno

Quantidade de refeições 0 refeições

Contribuição de esgotos por refeição 0 L

Determinação da Vazão Média Diária

Unidade Mínima Média Máxima

Vazão horária

Cozinha litros - - -

Funcionários litros 5.333,3 10.666,7 16.000,0

Total litros 5.333,3 10.666,7 16.000,0

Vazão diária

Cozinha m3 - - -

Funcionários m3 128,00 256,00 384,00

Total m3 128,00 256,00 384,00

Concentrações Orgânicas

Unidade DBO DQO

Cozinha mg/litro 350,00 850,00

Funcionários mg/litro 350,00 850,00

Mistura mg/litro 350,00 850,00

Cargas Orgânicas

VMD e COD - Pág. 1 /2

DIMENSIONAMENTO

Estação de Tratamento - UNIVASF

Unidade DBO DQO

Cozinha

Horária Kg - -

Diária Kg - -

Funcionários

Horária Kg 3,73 9,07

Diária Kg 89,60 217,60

Mistura

Horária Kg 3,73 9,07

Diária Kg 89,60 217,60

VMD e COD - Pág. 2 /2

DIMENSIONAMENTO

Estação de Tratamento - UNIVASF

Gradeamento

Limpeza manual

Vazão média 0,00148 m³/s

Coef. Pico 1,95

Veloc max 0,10 m/s

Vazão max 0,00289 m³/s

Área útil 0,028889 m²

Grade

Espaço entre aberturas 0,010000 m

Aberturas 0,010000 m

Eficiência 0,500000

Seção do canal 0,057778 m²

Altura lâmina de água 0,10 m

Largura da grade 0,58 m

Largura grade adotada 0,70 m

Verificação para a largura adotada

Seção do canal 0,070000 m² Ok !!

Área útil 0,035000 m² Ok !!

Vel max p/ Qmax 0,083 m/s Ok !!

Vel max p/ Qmed 0,042 m/s Ok !!

Canal afluyente

Largura 0,70 m

Vel aprox max 0,041 m/s

Vel aprox med 0,021 m/s

Perda de carga

Para Q_{max} 0,000372 m Ok !!

Para Q_{med} 0,000098 m Ok !!

TRATAMENTO PRIMÁRIO - Pág. 1/6

DIMENSIONAMENTO

Estação de Tratamento - UNIVASF

Caixa de areia

Diâmetro mínimo partículas areia 0,10 mm

Vel sedimentação vertical 0,02 m/s

Vel max fluxo na caixa 0,30 m/s

Vel mínima no canal aproximação 0,60 m/s

Coef. Segurança 1,50

Sólidos em suspensão 0,10 mL/m³

Canal aproximação

Seção 0,007222 m²

Largura 0,20 m

Altura de água 0,04 m

Caixa de areia

Comprimento 0,54 m

Comprimento adotado 1,50 m

Altura de água 0,04 m

Largura 0,27 m

largura adotada 0,30 m

Bordo livre 0,36 m

Altura total 0,40 m

Caixa de retenção

Intervalo limpeza 3,00 dias

Produção 0,07 m³

Profundidade 0,25 m

Profundidade adotada 0,30 m

TRATAMENTO PRIMÁRIO - Pág. 2/6

DIMENSIONAMENTO

Estação de Tratamento - UNIVASF

Elevatória de Efluente Bruto

Q_{med} 64,00 m³/dia Viscosidade 1,01E-06 m²/s

Q_{max} 96,00 m³/dia Funcionamento 9 horas/dia

Q_{min} 32,00 m³/dia Rendimento 70%

L recalque 800 m Singularidades 5 Curva 90° 7,00 m

Cota partida -3,00 m 4 Joelho 45° 6,80 m

Cota chegada 4,00 m 1 VRH 8,20 m

Alt geom 7,00 m 1 RG 0,90

Tubulação PVC Leq 22,00 m

e 0,06 Peso específico esg. 1020 Kg/m³

Qproj 0,00296 m³/seg f 0,0235

Dr 0,055 m Jr 0,0072 m/m

Dr adot 0,075 m Lv 822,00 m

Ur 0,67 m/s Perda carga 5,8985 m

Re 49.804 Alt man 12,8985 m

e/Dr 0,0008 Potência bomba 0,74252 CV

1/RAIZ(f) 6,5270 Potência adot 1,50 CV

1/RAIZ(f) (int) 6,5270 **Potencia alt 1,5 CV**

Vazão Bomba 14 m³/h

Verificação da velocidade com a vazão da bomba

Q 0,00389 m³/seg

Dr 0,063 m

Dr adot 0,075 m

Ur 0,88 m/s

TRATAMENTO PRIMÁRIO - Pág. 3/6

DIMENSIONAMENTO

Estação de Tratamento - UNIVASF

Poço de recalque

Partidas p/hora 4

Intervalo de partida 15 minutos

Vol req poço 0,825 m³

825 litros

Volume adotado 900 litros

Dimensões

Diâmetro 1,00 m

Seção 0,79 m²

Altura 1,15 m

Altura adotada 1,30 m

Bordo livre 1,00 m

Volume útil 0,90 m³

Funcionamento

Qmax Qmed Qmin

Qa (m³/h) 6,40 3,56 0,89

Qb (m³/h) 14 14 14

Vol poço adot(m³) 0,90 0,90 0,90

Retenção (min) 8,44 15,19 60,75

Funcionamento (min) 7,11 5,17 4,12

Intervalo (min) 15,54 20,36 64,87

Quant max part 4 3 1

TRATAMENTO PRIMÁRIO - Pág. 4/6

DIMENSIONAMENTO

Estação de Tratamento - UNIVASF

Peneira Estática

Limpeza manual

Vazão média 0,01556 m³/s

Coef. Pico 1,5

Veloc max 0,10 m/s

Vazão max 0,02333 m³/s

Área útil 0,233333 m²

Tela

Espessura varão 0,001590 m (varão 1/16")

Espaço entre varões 0,001000 m

Eficiência 0,386100

Seção da peneira 0,604333 m²

Comprimento max de peneiramento 0,90 m

Largura requerida 0,67 m

Largura grade adotada 0,70 m

Comprimento adotado 1,20 m

Verificação de funcionamento

Seção 0,630000 m² Ok !!

Área útil 0,243243 m² Ok !!

Vel max p/ Qmax 0,096 m/s Ok !!

Vel max p/ Qmed 0,064 m/s Ok !!

Equalização volumétrica

Tempo máximo de acúmulo 3,00 h

Vazão média 17,07 m³/h

Volume do tanque 51,20 m³

Volume adotado 54000 L

Tanque

Quantidade 4

Diâmetro 2,50 m

Altura req 2,75 m

Altura adot 3,00 m

Bordo livre 0,20

Volume total 58,90 m³

TRATAMENTO PRIMÁRIO - Pág. 5/6

DIMENSIONAMENTO

Estação de Tratamento - UNIVASF

Bombas de alimentação geral

Qmed 256,00 m³/dia Viscosidade 1,01E-06 m²/s

Qmax 256,00 m³/dia Funcionamento 18 horas/dia

Qmin 256,00 m³/dia Rendimento 70%

L recalque 10 m Singularidades 5 Curva 90° 7,00

Cota partida 0,00 m 4 Joelho 45° 6,80

Cota chegada 6,00 m 1 VRH 8,20

Alt geom 6,00 m 1 RG 0,90

Tubulação PVC Leq 22,00

e 0,06 Peso específico esg. 1020 Kg/m³

Qproj 0,00395 m³/seg f 0,0226

Dr 0,076 m J_r 0,0066 m/m

Dr adot 0,085 m Lv 32,00 m

Ur 0,70 m/s Perda carga 0,2106 m

Re 58.593 Alt man 6,2106 m

e /Dr 0,000705882 Potência bomba 0,47669 CV

1/RAIZ(f) 6,6458 Potência adot 1,00 CV

1/RAIZ(f) (int) 6,6458 **Potência alt 1,0 CV**

Vazão Bomba 14,22 m³/h

Verificação da velocidade com a vazão da bomba

Q 0,00395 m³/seg

Dr 0,076 m

Dr adot 0,085 m

Ur 0,70 m/s

TRATAMENTO PRIMÁRIO - Pág. 6/6

DIMENSIONAMENTO DE REATORES ANAERÓBICOS - RAFA

Estação de Tratamento - UNIVASF

Parâmetros de projeto

Tempo de detenção hidráulica - TDH 8,00 horas

Temperatura do efluente - T 27 °C

DQO de um mol CH₄ - K 64 g

Cte gases nobres a 23°C - R 0,08206 atm.L/mol. °K

Pressão atmosférica 1 atm

Coef. Produção sólidos - Y_{obs} 0,18 Kg DQO_{lodo} / Kg DQO_{aplic}

Coef. Produção sólidos no sistema- Y 0,18 Kg SST / Kg DQO_{aplic}

Velocidade liberação de gás - v_g 2,00 m³gás/m².h

Velocidade máxima abertura decantador

Para Q_{med} V_{med} 4,00 m/h

Para Q_{max} V_{max} 5,00 m/h

Concentração metano no gás - C_{met} 75%

Concentração do lodo - C_o 4%

Peso específico do lodo - G 1.020 kg/m³

Recirculação 50%

Carga biológica da partida 0,50 Kg DQO/Kg SVT.dia

Reator anaeróbico

V=TDH x Q 85,33 m³

Unidades 4

Altura individual 4,85 m

Área individual 4,40 m²

Dimensões das unidades

Diâmetro calc 2,37 m

Diâmetro adot 2,50 m

Valores corrigidos

Área indiv. 4,91 m² OK !!

Área total 19,63 m²

Volume - V 95,23 m³

TDH 8,93 horas

Bordo livre 0,15 m

RAFA - Pág. 1/6

DIMENSIONAMENTO DE REATORES ANAERÓBICOS - RAFA

Estação de Tratamento - UNIVASF

Cargas aplicadas

Carga hidráulica volumétrica - CHV

CHV = Q / V = 1/TDH 2,69 m³/m³.dia OK !!

Carga orgânica volumétrica - COV

$COV = Q \times DQO / V$ 2,29 Kg DQO/m³.dia OK !!

Velocidade Superficial

Para VMD

$v = Q / A = Q \times H / V = H / TDH$ 0,54 m/h

Para a Vazão máxima

$v = Q / A = Q \times H / V = H / TDH$ 0,81 m/h

Para recirculação de 50%

$v = v_{med} \times 1,50$ 0,81 m/h

Sistema de distribuição de efluentes

Pontos distribuidores/unid 4

Influência 1,23 m²

Área fictícia abrangida 1,51 m²

Quantidade de distribuidores 13,04

Quantidade adotada 12 distribuidores

Quantidade por unidade 3,00

Influência corrigida 1,64 m²

Área de abrangência 1,64 m² OK !!

Eficiências de remoção

DQO

$E = 100 \times (1 - 0,68 \times TDH^{-0,35})$ 68%

DBO

$E = 100 \times (1 - 0,70 \times TDH^{-0,50})$ 77%

RAFA - Pág. 2/6

DIMENSIONAMENTO DE REATORES ANAERÓBICOS - RAFA

Estação de Tratamento - UNIVASF

Estimativas de concentrações no efluente

DQO

$DQO = DQO_o - (E \times DQO_o)$ 268,64 mg/l

DBO

$DBO = DBO_o - (E \times DBO_o)$ 82,00 mg/l

Produção de metano

$DQO_{CH_4} = Q \times ((DQO - DQO_o) - (Y_{obs} \times DQO_o))$ 109,66 DQO / dia

$K_{(t)} = (P \times K) / (R \times (273 + t))$ 2,60 Kg DQO / m³

$Q_{CH_4} = DQO_{CH_4} / K_{(t)}$ 42,18 m³/dia

Avaliação da produção de Biogás

$Q_{biogás} = Q_{ch_4} / C_{met}$ 56,24 m³/dia

Dimensionamento dos coletores de gases

$$A_g = Q_{\text{biogás}}/V_g \text{ 1,17 m}^2$$

Número de coletores (adotado) 4

Coletor por unidade 1

Área por coletor 0,29 m²

Diâmetro do coletor calc 0,61 m

Diâmetro do coletor adot 0,80 m

RAFA - Pág. 3/6

DIMENSIONAMENTO DE REATORES ANAERÓBICOS - RAFA

Estação de Tratamento - UNIVASF

Dimensionamento das passagens para o decantador

Separadores trifásicos (adotado) 4

Separador por unidade 1

Aberturas simples 1

Total equivalente de aberturas simples 1

Largura de cada abertura - L_a 0,60 m

Comprimento da abertura - C_a 5,97 m

Comprimento equivalente abertura simples - C_t 5,97 m

Área total das aberturas - $A_t = C_t \times L_a$ 3,58 m²

Verificação das velocidades pelas aberturas (V_a)

Para $Q_{\text{méd}}$ V_a 2,98 m/h OK !!

Para Q_{max} V_a 4,47 m/h OK !!

Dimensão

largura 0,60 m

RAFA - Pág. 4/6

DIMENSIONAMENTO DE REATORES ANAERÓBICOS - RAFA

Estação de Tratamento - UNIVASF

Dimensionamento dos decantadores

Quantidade de decantadores 4

Decantador por unidade 1

Comprimento do decantador - C_d 5,97 m

Comprimento total de decantação - C_t 23,88 m

Espessura da parede do coletor de gases 0,003 m

Diâmetro do coletor de gases - L_g 0,81 m

Diâmetro de cada decantador 2,50 m

Área de decantação - A_d 17,59 m²

Verificação das taxas de aplicação superficiais

Para $Q_{méd}$ V_d 0,61 m/h OK !!

Para Q_{max} V_d 0,91 m/h OK !!

Detenção hidráulica - T_h 2,00 h

Volume dos decantadores - $V_d = Q_{méd} / T_h$ 21,33 m³

Volume individual dos decantadores - V_i 5,33 m³

Secção vertical 0,89 m²

Paramento vertical - P_v 0,60 m

Inclinação 63,00 °

Área 1,32 m² OK !!

Altura paramento inclinado - P_i 1,00 m

Paramento inclinado 1,03 m

Altura decantador - $H_d = P_v + P_i$ 1,60 m OK !!

Defletores inferiores

Trespasse 0,20 m

Projeção horizontal do defletor 0,80 m

Inclinação da parede defletora 63,00 °

Largura da parede inclinada 1,76 m

Altura do defletor 1,57 m

RAFA - Pág. 5/6

DIMENSIONAMENTO DE REATORES ANAERÓBICOS - RAFA

Estação de Tratamento - UNIVASF

Avaliação da produção de lodo

$P_{lodo} = Y \times DQO_{apl}$ 39,17 Kg SST/d

$V_{lodo} = P_{lodo} / (G \times C_o)$ 0,96 m³/d

Estimativa de lodo para inóculo

Carga orgânica aplicada 217,60 Kg DQO/m³

Concentração de SV 5%

Massa de inóculo necessária 435,20 Kg SVT

Volume de inóculo 8,53 m³

RAFA - Pág. 6/6

DIMENSIONAMENTO DE BIOESTAÇÕES COMPACTAS

Estação de Tratamento - UNIVASF

Aeração Convencional

Determinação da Vazão Média Diária

Efluente orgânicos efluente do Reator Anaeróbio

Vazão de projeto 256,00 m³/dia

Determinação da Concentração da DBO

Esgotos com características domésticas

DBO 82 mg/l.

DBO final 82 mg/l.

Carga Orgânica 20,99 Kg/dia

Parâmetros de Projeto

Eficiência 95%

Razão Recirculação do lodo 1,00

SSlodo (mínimo) 7200 mg/l 7,20 kg/m²

(adotado) 8000 mg/l 8,00 kg/m³

SSTA 4500 mg/l = 4,50 kg/m³

SSVTA 3600 mg/l = 3,60 kg/m³

Relação alimentos/microorganismos 0,25 Kg DBO₅/Kg SSTA.d

Tanque de Aeração 23,32 m³ (dois tanques)

Tanques PRFV

Quantidade 4

Altura 4,50 m

Seção 1,30 m²

Diâmetro calc 1,28 m Diâmetro adot 2,50 m

bordo livre 0,50 m

Volume 88,36 m³ OK!!

Tempo de detenção hidráulico 0,35 dias = 8,28 horas

497,01 min OK!! (NB 570 - 6.3.9)

LODOS ATIVADOS - Pág. 1/5

DIMENSIONAMENTO DE BIOESTAÇÕES COMPACTAS

Estação de Tratamento - UNIVASF

Aeração Convencional

Sistema de Aeração

Temperatura (° C) 30,00 Concentração de saturação de O₂ na água 7,54 mg/l

Alfa (NB 570 - 6.3.19) 0,75 Relação KgO₂/KgDBO (NB 570 - 6.3.10) 3,00

Beta (NB 570 - 6.3.14) 0,95 Transf. O₂ água limpa (alt = 4,50 m) (Repick) (%) 23,73 %

Eficiência 95% O₂ dissolvido (NB 570 - 6.3.11) 2,00 mg/l

Altitude (m) 1,00 Pressão Barométrica (mm Hg) 760,00

Concentração de saturação de O₂ no efluente 7,163 mg/l

Fator de correção da efic. Nominal 0,515

Eficiência efetiva 12,21%

Vazão de ar 68,04 m³/h

Vazão necess 68,04 m³/h

Vazão adot 90,00 m³/h

Difusores e rampas

Difusores de bolhas finas (permeabilidade) 5,00 m³/dif.h)

Quantidade necessária 18,00 difusores

Quantidade adotada 36 difusores

Quantidade de rampas 4 rampas

Difusores por rampa 9,00 dif/rampa

Balanco das massas

Massa efluente 1,05 Kg/dia DBO5 (efluente) 4,10 mg/l

Massa decantada 19,94 Kg/dia Vazão efluente 251,03 m³/dia

Massa recirculada 19,94 Kg/dia Vazão recirculada 243,20 m³/dia

Idade do Lodo 10,00 dias Vazão descartada 4,97 m³/dia Não OK!! (aeração prolongada)

LODOS ATIVADOS - Pág. 2/5

DIMENSIONAMENTO DE BIOESTAÇÕES COMPACTAS

Estação de Tratamento - UNIVASF

Aeração Convencional

Decantador Lamelar

Taxa de escoamento superficial 24 m³/m².dia

Vcs (velocidade crítica de sedimentação) 1,67 cm/min

Qp (vazão de projeto) 5,926 l/seg

L (largura da placa) 150,00 cm

X (comprimento da placa) 1,20 m

Ai (ângulo de inclinação das placas) 60 °

d (distancia linear entre placas) 4,60 cm

e (espessura da placa) 0,01 cm

Dimensionamento Dimensões do cilindro

dn 3,97 cm Comp cx 1,65 m

lu 117,70 cm Larg cx 1,50 m

hu 1,04 m Diâmetro 2,30 m

lr 29,62 cm Seção 4,15 m

As 1,57 m² Bordo livre cilindro 0,30 m Bordo livre capela 0,20 m

N 23 canais Submergência 0,40 m Comp vertical 0,10 m

C 1,65 m Altura cone 2,30 m Altura útil 3,84 m

Vo 0,44 cm/s Altura decantador 4,14 m Altura est interna 4,04 m

Nr 338 Volume útil 9,58 m³

Vomax 0,18 cm/s Detenção 0,90 h

Índices do Lodo

Teor de Lodo 487,18 ml/l

IVL 108,26 ml/g OK!!!

LODOS ATIVADOS - Pág. 3/5

DIMENSIONAMENTO DE BIOESTAÇÕES COMPACTAS

Estação de Tratamento - UNIVASF

Aeração Convencional

Leito de Secagem

Quantidade 2

Concentração de lodo na descarga 1,2%

Coef. Prod sólidos 0,40 Kg SSV/Kg DBOrem

Produção lodo 7,98 Kg SSV/dia

Relação SSV/SST 0,80

Produção lodo 9,97 Kg SST/dia

Densidade lodo 1002 Kg SST/m³

Volume de lodo 0,8292 m³/dia

Intervalo descarte 15 dias

Volume descartado 12,4386 m³

Dimensões

Largura 8,00 m

Comprimento 5,00 m

Altura max desc 0,35 m

bordo livre 0,20 m

Altura Total 0,55 m

Volume total 14,00 m³ Ok !!

LODOS ATIVADOS - Pág. 4/5

DIMENSIONAMENTO DE BIOESTAÇÕES COMPACTAS

Estação de Tratamento - UNIVASF

Aeração Convencional

Elevatória de retorno de lodo

Qmed 243,20 m³/dia Viscosidade 1,01E-06 m²/s

Qmax 243,20 m³/dia Funcionamento 24 horas/dia

Qmin 243,20 m³/dia Rendimento 70%

L recalque 20 m Singularidades 3 Curva 90° 11,10 m

Cota partida 4,00 m 2 Joelho 45° 3,40 m

Cota chegada 5,00 m 1 VRH 8,20 m

Alt geom 1,00 m 1 RG 0,90

Tubulação PVC Leq 22,70 m
e 0,06 Peso específico esg. 1002 Kg/m³
Qproj 0,00281 m³/seg f 0,0237
Dr 0,069 m J_r 0,0065 m/m
Dr adot 0,075 m Lv 42,70 m
Ur 0,64 m/s Perda carga 0,2787 m
Re 47.314 Alt man 1,2787 m
e /Dr 0,0008 Potência bomba 0,06869 CV
1/RAIZ(f) 6,5019 Potência adot 1,00 CV
1/RAIZ(f) (int) 6,5019 **Potência alt 1,00 CV**
Vazão Bomba 10,13 m³/h

Verificação da velocidade com a vazão da bomba

Q 0,00281 m³/seg
Dr 0,069 m
Dr adot 0,075 m
Ur 0,64 m/s

UNIVASF

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Grade de Barras (quatro unidades)

Tipo Manual

Abertura 10,0 mm

Espaço entre aberturas 10,0 mm

Largura da grade 0,70 m

Largura do canal 0,70 m

Material PRFV

Quantidade (unid) 01

Caixa de areia (quatro unidades)

Comprimento 1,50 m

Largura 0,30 m

Altura água 40,0 mm

Bordo livre 0,36 m

Altura total 0,40 m

Profundidade Cx retenção 0,30 m

Intervalo de limpeza 3,0 dias

Material Alvenaria

Quantidade 01 (dupla)

Elevatória de efluentes brutos (quatro unidades)

Volume do Poço 0,90 m³

Cota de partida das bombas 1,90 m

Cota de parada das bombas 0,60 m

Intervalo de partida (médio) 20,36 minutos

Quantidade de partidas (média) 03 por hora

Bomba Submersível, 380 V, 1 ½ CV

Quantidade de bombas 02 (uma em regime e uma de reserva)

Controle Quadro de comandos de proteção e controle

Acionamento Relé de nível

Peneira Estática

Largura 0,70 m

Comprimento 1,20 m

Abertura 1,00 mm

Vazão de trabalho 15,56 L/s

Estrutura PRFV

Fabricação Diversos

Quantidade (unid) 01

Tanque de equalização

Diâmetro 2,50 m

Altura total 1,80 m

Altura útil 3,20 m

Bordo livre 0,20 m

Volume 14,73 m³

Material PRFV

Quantidade 04

Bomba de alimentação

Regime de funcionamento Contínuo

Vazão de equalização 14,22 m³/h

Horas trabalho/dia 18

Bomba Centrífuga, 380 V, 1,0 CV

Quantidade de bombas 02

Controle Quadro de comandos de proteção e controle

Acionamento Relé de nível

Reator Anaeróbio

Diâmetro 2,50 m

Altura total 5,30 m

Altura útil 4,85 m

Bordo livre 0,15 m

Detenção 8,00 h

Material PRFV

Instalações internas Tubos em PVC, defletores e calhas em PRFV

Quantidade (cj) 04

Tanque de Aeração

Diâmetro 2,50 m

Altura total 5,00 m

Altura útil 4,50 m

Bordo livre 0,50 m

Detenção 8,28 h

Material PRFV

Instalações internas Tubos em PVC, difusores de bolhas finas,
calhas em PRFV

Quantidade (cj) 04

Difusores

Diâmetro 0,30 m

Vazão de projeto 5,00 m³/h

Vazão de trabalho 5,00 m³/h

Marca Repick

Modelo RG 300

Material PVC, Neoprene

Eficiência transf. O₂ 23,73%

Quantidade (cj) 36 (09 em cada tanque de aeração)

Decantador lamelar

Tipo Cilíndrico Lamelar, 23 canais

Material PRFV

Capacidade total 9.580 L

Altura total 4,04 m

Diâmetro 2,30 m

Cone 2,30 m

Bordo livre 0,30 m

Fabricante Diversos

Quantidade 01

Bomba de lodo de retorno

Regime de funcionamento Contínuo

Vazão de equalização 10,13 m³/h

Horas trabalho/dia 24

Bomba Centrífuga, rotor em polipropileno ou similar, 380

V, 1.0 CV

Quantidade de bombas 02

Controle Quadro de comandos de proteção e controle

Acionamento Manual

Leito de Secagem

Tipo Alvenaria, coberto

Largura 5,00 m

Comprimento 8,00 m

Altura descarga 0,35 m

Bordo Livre 0,20 m

Capacidade 14.000 L

Intervalo descarga 15 dias

Fabricante Diversos

Quantidade 02

Captção de Lodo

Os lodos serão captados por gravidade no fundo dos decantadores.

Tubulações

Para interligação das unidades serão utilizados tubos e conexões em PVC.

As válvulas e registros serão em ferro ou em PVC.

Destinação do Efluente Tratado.

Todo o efluente tratado será encaminhado para a lagoa natural que possui uma profundidade média de 1,0 m e servirá como lagoa de maturação facultativa.

Destinação do lodo descartado

Todo o lodo descartado do tanque de aeração será encaminhado para o leito de secagem para a desidratação. O lodo seco será triturado, homogeneizado com cal e utilizado como fertilizante orgânico nas áreas verdes e jardins do campus. Excepcionalmente o lodo seco poderá ser descartado como resíduo sólido de acordo com o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da UNIVASF.

Destinação dos resíduos do gradeamento e da peneira estática

Todo o material inorgânico retido na peneira estática será recolhido e descartado juntamente com os resíduos sólidos da UNIVASF.

Destinação dos resíduos da caixa de areia

Todo o material retido na caixa de areia será recolhido e encaminhado para o leito de secagem. Após a desidratação será descartado juntamente com os resíduos sólidos de acordo com o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da UNIVASF.

UNIVASF

NORMAS OPERACIONAIS

Para uma perfeita operação do sistema de tratamento de efluentes orgânicos da UNIVASF, é importante que o operador esteja familiarizado com a sua funcionalidade. Em termos gerais, o sistema de tratamento opera de acordo com o apresentado no seguinte diagrama:

Afluente bruto
descarte
do lodo
Gradeamento
retorno
do lodo
Leito de Secagem
Cx de areia Peneira estática
Tanque de aeração
Tanque de
equalização
Decantador
lamelar
Reator UASB Lagoa
Efluente tratado

Todo efluente passa pelo gradeamento, caixa de areia (elevatória) e peneira estática e é encaminhado para o tanque de equalização. Existem 04 (quatro) unidades elevatórias. Do tanque de equalização a vazão do efluente será equilibrada em fluxo constante, durante as 18 horas/dia alimentando o reator anaeróbio. No reator anaeróbio o efluente entra pela parte superior sendo encaminhado de forma distribuída para toda sua base através dos tubos alimentadores fazendo com que haja um elevado nível de contato com o leito de lodo através do qual se processa a depuração. O fluxo do efluente é ascendente e sua saída do reator ocorre através de calhas coletoras localizadas ao longo do decantador, na parte superior. Os efluentes são encaminhados para os tanques de aeração.

No tanque de aeração a mistura efluente + lodo ativado é submetida à uma aeração forçada durante 8,28 horas, a partir do qual a mistura com 99% de água passa para o decantador biológico lamelar.

Neste ambiente se realiza uma decantação do lodo. Parte deste lodo retorna para o tanque de aeração. O excedente, de tempo em tempo, é transferido para o leito de secagem.

A partir do decantador, o efluente já tratado é transferido para a lagoa natural que funcionará como lagoa de estabilização. Nesta lagoa ocorrerá, principalmente, a remoção de patogênicos.

O funcionamento do sistema é automático, seu fluxo é acionado por bombas e força gravitacional e o manuseio pelo operador fica restrito às verificações descritas a seguir.

Recomendação Geral

Seguindo os critérios de normas de segurança, os seguintes equipamentos de proteção individuais (EPI) devem estar à disposição do operador do sistema de tratamento de efluentes:

- Botas
- Luvas isolantes e à prova d'água
- Máscara com proteção de gases orgânicos
- Óculos

O operador deve estar usando estes equipamentos quando presente no recinto do sistema de tratamento.

Partida do Sistema.

Verificação à Seco

O primeiro passo para verificação das condições da instalação é a inspeção completa a seco, quando devem ser observados os seguintes pontos:

- Apresentação para a equipe encarregada da operação e manutenção de todas as instalações do sistema, localizando todas as unidades, registros, tubulações e equipamentos.
- Instruções sobre normas de segurança e utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI)
- Testes dos painéis elétricos de controle, monitoramento e proteção.
- Verificação da limpeza de todas as tubulações e registros.
- Verificação da fiel execução da obra, de acordo com o projeto.

Verificação com Água

A operação do sistema deverá ser precedida de testes hidráulicos, elétrico, mecânico e pneumático de todos os componentes envolvidos. Desta forma, as unidades serão

preenchidas com água e em seguida os equipamentos serão testados e ajustados, sendo verificada a estanqueidade das tubulações e válvulas.

Pré-operação

A operação correta de todas as unidades do sistema é fundamental para o desempenho adequado, assim como para garantir que a sua operação ocorra dentro dos parâmetros definidos no Projeto.

Operações no gradeamento.

O gradeamento tem operação manual. O operador deverá observar periodicamente a quantidade de material retido de forma a não comprometer a passagem do afluente para a caixa de areia. O gradeamento deve ser limpo antes que ocorra a obstrução das aberturas.

Operações na caixa de areia.

A caixa de areia deve ser controlada em funcionamento com um canal de cada vez. O operador deve fechar as comportas de entrada e saída do canal que estiver fora de operação. A caixa de areia fará a retenção da areia e de outros sólidos e materiais pesados que estejam no fluxo do afluente. O material será acumulado na caixa existente no fundo do canal em operação. O intervalo de limpeza, ou operação de cada canal, é de 5,0 dias, considerando a carga plena do sistema. Após este período o operador deverá inverter os canais, abrindo e que se encontrava em repouso e fechando o que estava em funcionamento. O canal deverá ser limpo e o material coletado deverá ser encaminhado para o leito de secagem que se encontrar em funcionamento. O canal limpo estará pronto para ser alternado.

Operações na Peneira Estática.

A peneira estática é auto-limpante. As partículas retidas escorregam por gravidade para sua parte inferior. A operação da peneira se resume em limpar periodicamente a tela de aço inox com vassoura do tipo piaçava, retirando as partículas e cabelos que ficaram acumulados em sua superfície.

Operações no Tanque de Equalização.

O tanque de equalização é a base de todo o tratamento biológico. Ajustar a vazão de entrada para os reatores anaeróbios em 14,22 m³/h. O ajuste é realizado com a manobra das válvulas de entrada do reator e retorno para o tanque de equalização, localizadas acima das bombas.

Procedimentos durante a partida do reator anaeróbio

Os procedimentos durante a partida do reator referem-se principalmente à:

- a) inoculação,
- b) alimentação com efluentes

Inoculação do reator anaeróbio

O lodo a ser utilizado como inoculador deve ser floculento e possuir uma concentração de sólidos voláteis totais igual a 5.000 mg/L. O volume total de lodo necessário é de 8,53 m³.

A inoculação deve ser feita com o reator vazio, adotando-se os seguintes procedimentos:

- a) transferir o lodo de inóculo para o reator, cuidando para que ele seja descarregado no fundo do reator, evitando turbulências e contato excessivo com o ar;
- b) deixar o lodo em repouso por um período aproximado de 12 a 24 horas, possibilitando a sua adaptação gradual à temperatura ambiente.

Alimentação do reator com efluentes

- a) Após o término do período de repouso, iniciar a alimentação do reator com efluentes, até que se atinja aproximadamente a metade de seu volume útil;
- b) deixar o reator sem alimentação por um período de 24 horas;
- c) continuar o processo de enchimento do reator, até que atinja o seu volume total (nível dos vertedores do decantador);
- d) deixar o reator novamente sem alimentação por outro período de 24 horas. Ao término deste período, retirar novas amostras para serem analisadas e proceder como anteriormente;
- e) caso os parâmetros analisados estejam dentro das faixas estabelecidas, propiciar a alimentação contínua do reator;
- f) implantar e proceder monitoramento de rotina do processo de tratamento (veja o Plano de Controle do Sistema);

Procedimentos durante a partida do sistema aeróbico

- Inocular os tanques com o volume de 30,00 m³ de lodo concentrado a 8.000 mg/L SSV
- Colocar os sopradores em operação (24 h/dia)
- Encher os tanques de aeração e o decantador com água.
- Alimentar os tanques de aeração com os efluentes.
- Fazer acompanhamento constante do oxigênio dissolvido, da concentração de Sólidos em Suspensão Voláteis (SSV) e da relação alimento/microorganismos (A/M) no tanque de

aeração. O oxigênio dissolvido deverá ser mantido na faixa de 2,00 mg/L, o SSV deverá chegar a 3.600 mg/L e a relação A/M a 0,25.

- Após serem atingidos os valores de SSV e A/M, a Bioestação Compacta® entrará em operação normal de acordo com o projeto.

Operações no Tanque de Aeração.

Nesta unidade deverá ser controlados a relação A/M, o oxigênio dissolvido e os SSV, para que os microrganismos presentes na unidade de aeração encontrem condições ambientais propícias para degradar a matéria orgânica afluenta.

Para o cálculo da relação A/M, adotar a seguinte fórmula:

$$A/M = (Q \cdot DBO) / (88,36 \cdot SSVT)$$

Onde:

A/M = relação alimento – microorganismo (entre 0,20 e 0,30)

Q = vazão diária do sistema (m³)

DBO= Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)

SSVT=Sólidos suspensos voláteis no tanque de aeração (mg/L)

Operações no Decantador

Do tanque de aeração, a mistura (sólidos+esgoto) passa ao decantador da fase biológica onde sofre a separação por gravidade. Os sólidos decantados (lodo ativado) são recirculados para o tanque de aeração ou descartados para o leito de secagem.

- A recirculação de lodo através do dispositivo instalado estará ajustada de modo a permitir uma recirculação de 243,20 m³/dia.

As células de aeração operam com uma concentração de SSV de 3.600 mg/L. Monitorar o sistema, através de análises laboratoriais de rotina, até o valor de SSV ser atingido e ultrapassado, quando então deverá ser efetuada a operação de descarte de excesso de lodo.

- O descarte de lodo deverá ser efetivado de modo a equilibrar a quantidade de sólidos no tanque de aeração.

Fatores que Afetam o Crescimento

Para o monitoramento perfeito do sistema aeróbico é importante saber que os fatores mais importantes que afetam o crescimento biológico (sólidos suspensos), são: temperatura, disponibilidade de nutrientes, fornecimento de oxigênio e pH.

TEMPERATURA

As bactérias são classificadas de acordo com sua faixa de temperatura ótima para crescimento.

As bactérias mesofílicas crescem numa faixa de temperatura entre 10° e 40° C, com um valor ótimo de 37° C. A ETE normalmente irá trabalhar na metade superior dessa faixa, ou seja, temperaturas entre 25° e 35° C.

Como regra geral, a taxa da atividade biológica dobra para cada 10° a 15° C de aumento de temperatura, dentro do campo de 5° a 35° C, como mostra o gráfico abaixo. Acima de 40° C, a atividade mesofílica cai rapidamente e se inicia o desenvolvimento termofílico. As bactérias termofílicas apresentam um campo de atuação de temperatura entre 45° a 75° C, com a temperatura ótima em torno de 55° C. Esse campo de temperatura não é usado no tratamento de esgotos, pois essas altas temperaturas são difíceis operacionalmente, e porque as bactérias termofílicas são mais sensíveis às pequenas mudanças de temperatura.

Face a estabilidade de composição dos efluentes orgânicos da UNIVASF, o controle de temperatura deverá ser realizado apenas uma vez por semana.

NUTRIENTES

A degradação da matéria orgânica existente nos efluentes se dará através de metabolismo dos microorganismos existentes nos reatores e nos tanques de aeração. O sistema está dimensionado para trabalhar com o tempo de retenção nos reatores UASB em 8,0 h e nos tanques de aeração de 8,28 horas, caracterizando o sistema aeróbio como sendo de lodos ativados na aeração convencional. Este modelo de lodos ativados foi adotado uma vez que o processo anaeróbio já reduz a concentração de Nitrogênio. Este sistema requer a disponibilidade de nutrientes para que os microorganismos tenham seu metabolismo operando eficientemente. A relação mínima que deve ser atendida é 100:05:01 para DBO:N:P. Pela característica de composição, os efluentes da UNIVASF possuem N e P em quantidades maiores que esta relação. Diante deste contexto e a estabilidade de composição dos efluentes orgânicos da UNIVASF, o controle de N e P deverá ser realizado semestralmente. Caso se constate que há deficiência de N e P, deverá ser providenciado a dosagem de compostos para o devido suprimento.

OXIGÊNIO

A taxa da atividade microbiana é independente da concentração de oxigênio dissolvido, desde que esta se situe acima de um valor crítico mínimo, abaixo do qual a taxa é reduzida pela limitação do oxigênio requerido para a respiração. O projeto do sistema, atuando na variante de aeração convencional, indica um valor de 2,00 mg/L para o teor crítico de oxigênio dissolvido, mas em operações reais, valores tão baixos como 0,5 mg/L já provaram ser satisfatórios. O controle do OD deverá ser diário.

pH

A faixa de pH operacional, nos sistemas de aeração, se situa entre pH 6,5 e 8,5. Acima dessa faixa, a atividade microbiana é inibida, e abaixo do pH 6,5 os fungos se sobrepõem às bactérias na competição pela metabolização da matéria orgânica dos esgotos. Normalmente, a capacidade de tampão do bicarbonato existente é suficiente para prevenir acidez e reduzir o pH enquanto o dióxido de carbono produzido pelos microorganismos tende a controlar a alcalinidade em efluentes com pH alto.

A característica dos efluentes da UNIVASF dispensa, inicialmente, as preocupações com o controle do pH. Entretanto pela simplicidade de medição do pH é recomendável a medição diária.

Dinâmica da População Biológica

No tratamento biológico, o composto biológico que se desenvolve naturalmente é representada por uma variedade de bactérias em uma associação mútua com outras plantas e animais microscópicos.

Três dos principais fatores na dinâmica da população são: competição pelo mesmo alimento, relação entre o predador e o que sofre a sua ação, e a associação simbiótica.

Quando a matéria orgânica é fornecida a uma população mista de microorganismos, a competição se estabelece em função desse alimento, e os microorganismos que são mais competitivos tornam-se dominantes. A população mista é composta, entre outros, por protozoários e bactérias. Os protozoários consomem as bactérias e este processo representa a relação predador-vítima nos sistemas de lodos ativados. A simbiose é uma forma de vida em conjunto visando um benefício mútuo, de modo que a associação produza um desenvolvimento mais vigoroso de ambas as espécies. No sistema a matéria orgânica dos efluentes serve como alimento para as bactérias e de uma pequena população de fungos que

pode se desenvolver. Algumas das bactérias morrem e liberam o seu conteúdo que pode ser ressintetizado por outra bactéria. Por outro lado, os protozoários consomem diversos milhares de bactérias para uma única reprodução. O benefício dessa ação predatória é duplo:

(1) a remoção das bactérias estimula o crescimento de seus pares, acelerando o metabolismo da matéria orgânica, e (2) as características de decantabilidade do floco biológico são melhoradas pela redução das bactérias livres em solução. O efluente do processo consiste de matéria orgânica não-decantável e sais inorgânicos dissolvidos (Fig. B).

O controle das populações microbianas é essencial para eficiência do tratamento biológico. A extração da matéria orgânica é possível de se obter em poucas horas de aeração, desde que um grande número de microorganismos seja misturado ao esgoto. Isto é atingido pela separação dos microorganismos da solução no decantador, retornando-os para o tanque de aeração para metabolizarem a matéria orgânica adicional (Fig.A). Boas características de decantação ocorrem quando o processo se efetua na fase endógena (subalimentada). Uma grande população subalimentada remove a DBO da solução muito rapidamente. Os microorganismos em excesso são desviados do processo, para manter um balanço adequado entre o alimento fornecido e a massa biológica presente no tanque de aeração. Esse balanço é denominado pela razão alimento/microorganismo (A/M), a qual é, normalmente expressa em termos de quilogramas de DBO (alimento) aplicada por dia, por quilograma de sólidos em suspensão no tanque de aeração (SSTA) (microorganismo). A operação com Alimento não usado

Tanque de aeração

A/M

Alimento

(efluente)

(efluente)

(afluente)

Excesso de

Microorganismos

(M)

Decantador

Retorno do lodo ativado

Póstratamento

Fig. A — Cinética do Sistema

valores de A/M altos resulta no metabolismo incompleto da matéria orgânica, característica de decantabilidade fraca do floco biológico e, conseqüentemente, baixa eficiência na remoção da DBO.

Com um valor de A/M baixo, a massa de microorganismo se situa em uma condição de subalimentação, que resulta em um alto grau de remoção da matéria orgânica, boa decantabilidade do lodo ativado e remoção eficiente da DBO.

Operações do leito de secagem

O leito de secagem está dividido em dois módulos. A operação (alimentação) do leito de secagem deve ser interrompida quando ocorrer uma das duas situações: altura de 35 cm de camada de lodo ou 15 dias de operação (o que ocorrer primeiro). Interrompendo a alimentação do leito de secagem, deve-se aguardar a completa desidratação do lodo. A aparência de blocos rachados, soltos, indica que o lodo foi devidamente desidratado.

Adiciona-se cal em pó sobre o lodo seco e recolhe-se o resíduo com pás e escovas, acondicionando para posterior trituração e uso como adubo orgânico.

Se o resíduo seco for ser disposto como resíduo sólido, devem-se seguir os critérios do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Não haverá necessidade de adicionar cal.

Plano de controle do sistema

A UNIVASF será responsável pelo Sistema de Tratamento de Efluentes, composto pelos seguintes dispositivos: gradeamento, caixa de areia, peneira estática, tanque de equalização, reator anaeróbio UASB, tanque de aeração, decantador lamelar, lagoa de maturação e leito de secagem, conforme este projeto.

A UNIVASF será responsável pela operação e manutenção do Sistema, sendo a operacionalidade conduzida de acordo com este Plano de Monitoramento.

Desenvolvimento biológicos

não-decantáveis e nutrientes

inorgânicos, NH₃, PO₄, CO₂

(efluente)

Matéria orgânica

do esgoto
(afluente)
crescimento
bacteriano
bactéria protozoários
s
Floco biológico decantado e
reciclado
Excesso de lodo
para disposição

Fig. B — Dinâmica Biológica do sistema

Deverão ser registrados em livro ou em meio magnético:

- 1) registros das manobras efetuadas, anormalidades constatadas com as providências tomadas para saná-las e quaisquer outras ocorrências relativas à operação e manutenção do Sistema de Tratamento;
- 2) resultados de análises de campo, conforme plano de monitoramento proposto, inclusive com parâmetros de controle operacional.

Monitoramento do Sistema

- Análise de campo
- No efluente equalizado (tanque de equalização)
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), pH, T e Óleos e Graxas (O&G).
- No reator UASB
- Sólidos Suspensos Totais (SST), Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)
- No efluente do reator UASB
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO)
- No tanque de Aeração
- Oxigênio Dissolvido (OD), Sólidos Suspensos Totais (SST), Sólidos Suspensos Voláteis (SSV), pH
- No efluente (tratado) (saída da lagoa ou no ponto mais distante da alimentação da lagoa)

- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Coliformes Fecais (CF), pH, T e Óleos e Graxas (O&G)
- Parâmetros de Controle Operacional
- Sedimentabilidade do Lodo, Razão alimento/microorganismo (A/M) e Vazão efluente.

Parâmetros Frequência

Efl.

Equalizado

Reator

UASB

Efl. Reator Tanque

Aeração

Efluente

Tratado

DBO Mensal Mensal Mensal

DQO Mensal Mensal Mensal

OD Diário

SSV Mensal Mensal

SST Mensal Mensal

SL Diário

T Diário Diário Diário

pH Diário Diário Diário

A/M Mensal

N

P

O&G₁ Mensal Mensal

Q Diário

3) Dias de descarte de lodo, indicando o destino final a ser dado ao material;

4) Alteração nos períodos de funcionamento;

5) Paradas para manutenção;

6) Limpezas realizadas nas instalações ou equipamentos;

Caso o sistema não apresente a eficiência, em termos de remoção de DBO conforme apresentado no projeto, deverá tomar as providências para identificar e solucionar os problemas.

1 Recomenda-se que no início do processo e até que se tenha a confirmação da concentração existente no efluente, que sejam realizadas análises quinzenalmente.

Cuidado com as Amostras

De nada adiantará os ensaios, se as amostras colhidas não forem representativas.

Portanto, as

observações dos seguintes itens tornam-se necessárias:

- Coletar amostras, de modo a manter a verdadeira proporção entre o líquido e os sólidos em suspensão (homogênea)
- Antes de iniciar a coleta, enxaguar o frasco 03 vezes com a própria amostra. Para as amostras de análise de CF, o recipiente deverá estar limpo e não deve ser enxaguado.
- Evitar aeração excessiva da amostra no momento da coleta.
- Não coletar amostras junto as paredes ou próximo ao fundo das unidades. Procurar um ponto representativo da massa líquida.
- Verificar sempre os rótulos dos frascos, para não haver trocas de amostras e também se eles estão bem arrolhados.
- Os resultados são mais precisos, quanto menor for o tempo decorrido entre a coleta e a análise.

Nível do Óleo do Soprador:

Esta verificação deve ser realizada todas as vezes que se for ligar o soprador. O nível do óleo deve estar situado entre as marcações “max” e “min”, como demonstra a figura a seguir:

Caso o nível esteja abaixo da indicação “min”, deve ser completado, tendo-se o cuidado de não ultrapassar a indicação “max”.

Filtro de Ar.

O filtro de ar deve ser monitorado constantemente e, quando necessário, substituído.

VERIFICAÇÕES OPERACIONAIS.

Voltagem e Amperagem do Motor.

Esta verificação deve ser realizada imediatamente após o acionamento do soprador.

Verifica-se através de medidores portáteis. Os valores devem ser coerentes com o que especifica as características do motor.

Caso o quadro “desarme”, deve ser verificada a causa antes de se comandar um novo acionamento.

Carga de Sólidos em Suspensão Voláteis no Tanque de Aeração (SSVTA)

Para se verificar os SSVTA deve-se proceder a análise específica em laboratório.

Sedimentabilidade do lodo no Tanque de Aeração (SL)

A SL calculada é de 487 ml. Para isso, deve-se fazer uma coleta da amostra existente no tanque de aeração próximo ao ponto de saída para o decantador. Coloca-se a amostra na proveta graduada (um litro) e aguarda 30 minutos. Após este período, verifica se o material decantado ficou abaixo de 487 ml, como mostra a figura a seguir:

Caso positivo, o sistema aeróbico está operando com boa qualidade de lodos.