



PREFEITURA MUNICIPAL DE MURIAÉ - MG

PROJETOS PARA SISTEMAS DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE MURIAÉ

Contrato 039/2018



AMPLIAÇÃO E REFORMA ETE JOSÉ CIRILO
PROJETO BÁSICO
VOLUME I – MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULOS

OTTAWA
ENGENHARIA

SETEMBRO / 2019

PROJETOS PARA SISTEMAS DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE MURIAÉ – MG

Contrato 039/2018



Prefeitura Municipal de Muriaé

Av. Maestro Sansão, nº236, Bairro Centro

Muriaé – MG CEP 36.880-002

Telefone: (32) 3696-3362

AMPLIAÇÃO E REFORMA ETE JOSÉ CIRILO
PROJETO BÁSICO
VOLUME I – MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULOS
1ª VERSÃO

OTTAWA
ENGENHARIA

MURIAÉ
SETEMBRO / 2019

OTTAWA Engenharia Ltda.
Rua Nilton Baldo, 744-A, Bairro Paquetá, Belo Horizonte – MG

Projetos para Sistemas de Esgotos Sanitários de Muriaé – MG
Ampliação e Reforma ETE José Cirilo - Projeto Básico
Volume I – Memorial Descritivo e de Cálculos
Ano: 2019
nº de f. 21

Prefeitura de Muriaé – Av. Maestro Sansão, nº236, Bairro Centro
Muriaé – MG.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
1 INFORMAÇÕES CADASTRAIS.....	5
1.1 Identificação do Proponente	5
1.2 Responsabilidade Técnica pelo Projeto de Engenharia	5
1.3 Equipe Técnica.....	5
2 RESUMO DA CONCEPÇÃO TÉCNICA.....	7
3 PARÂMETROS DE PROJETO	8
4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS.....	9
4.1 Adaptação do Decanto Digestor em Reator UASB	9
4.1.1 Dados para o dimensionamento.....	9
4.1.2 Geometria da unidade.....	9
4.1.3 Verificação do tempo de detenção hidráulica (TDH).....	10
4.1.4 Verificação das cargas aplicadas	10
4.1.5 Verificação das velocidades superficiais	11
4.1.6 Dimensionamento do compartimento de decantação	11
4.1.7 Dimensionamento das passagens para o decantador	12
4.1.8 Escolha do diâmetro dos tubos de entrada	12
4.1.9 Estimativa da eficiência na remoção das demandas de oxigênio	13
4.1.10 Estimativa das concentrações de DQO e DBO no efluente do UASB.....	13
4.1.11 Avaliação da produção de lodo	13
4.1.12 Avaliação da produção de metano	13
4.1.13 Avaliação da produção de biogás.....	14
4.1.14 Verificação da taxa de liberação de biogás	14
4.1.15 Disposição final do biogás.....	15
4.2 Filtro Anaeróbio de Fluxo Ascendente Existente.....	15
4.2.1 Dados para verificação.....	15
4.2.2 Verificação dos principais parâmetros operacionais	16
4.2.3 Eficiências do tratamento	17
4.2.4 Estimativa de concentração de DBO no efluente final	17
4.3 Leitões de Secagem.....	17
4.3.1 Verificação da área necessária	17
4.3.2 Caracterização das células de secagem	18
4.3.3 Verificação da lâmina aplicada (e).....	18
4.3.4 Volume teórico de lodo desidratado (VLD)	18
4.3.5 Vazão de drenados	18
5 PLANO DE PARTIDA E OPERAÇÃO DA ETE.....	19
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho constitui-se no projeto básico das melhorias e ampliações da Estação de Tratamento de Esgotos José Cirilo elaborado por OTTAWA ENGENHARIA LTDA, contratada pelo Município de Muriaé através do PROCESSO LICITATÓRIO PREGÃO 076/2018 - CONTRATO Nº 039/2018.

1 INFORMAÇÕES CADASTRAIS


1.1 Identificação do Proponente

- Razão Social: Prefeitura Municipal de Muriaé
- CNPJ: 17.947.581/0001-76
- Prefeito: Ioannis Konstantinos Grammatikopoulos
- Endereço: Av. Maestro Sansão, nº 236, Centro
- Município/UF: Muriaé - MG
- CEP: 36.880-002
- Telefax: (32) 3696-3362
- Endereço eletrônico: cmagno.smderi@gmail.com

1.2 Responsabilidade Técnica pelo Projeto de Engenharia

- Nome: Ottawa Engenharia Ltda.
- Endereço: Rua Nilton Baldo, 744-A
Bairro Jardim Paquetá
Belo Horizonte – MG / CEP: 31.330-660
- Endereço eletrônico: ottawaeng@terra.com.br

1.3 Equipe Técnica

- Coordenador Geral do Projeto, Engenheiro Civil: 
Carlos Mauro Novais Gonçalves
CREA-MG: 49.318/ D
- Especialista, Engenheiro Civil:
Hudson Costa Rocha
CREA-MG: 99.507/D
- Engenheiro Civil de Estruturas:
Olavo Ianhez Neto
CREA-MG: 154.912/D
- Engenheiro Orçamentista:
Gildácio Pereira Chagas
CREA-MG: 184.893/D

- Engenheiro Eletricista:
Coracy Martins
CREA-MG: 36.457/D

- Consultor Ambiental:
Guilherme de Faria Barreto
Biólogo CRBio: 30.774-4

2 RESUMO DA CONCEPÇÃO TÉCNICA

Conforme descrito no Estudo de Concepção para a ETE José Cirilo foi definido a adaptação do Decanto Digestor existente em um Reator UASB, o que aumenta a eficiência do tratamento e dessa forma, não será necessária ampliação do filtro existente, que por sua vez passará por reforma para reparo de trincas existentes e nova impermeabilização interna de forma a evitar o ataque nocivo dos gases gerados no processo de tratamento. Além disso, será implantado um novo queimador de gases e os leitos de secagem existentes, que foram aterrados, receberão reforma e serão reativados, dessa forma será dispensado o uso da elevatória final para recalcar lodo para os leitos de secagem da ETE Dornelas.

3 PARÂMETROS DE PROJETO

O dimensionamento das unidades propostas foi realizado a partir dos parâmetros básicos de projeto estabelecidos no Estudo de Concepção que precedeu à elaboração de todos os projetos básicos contidos no objeto da contratação citada na apresentação desse relatório.

Apresenta-se a seguir a tabela com os resumos das vazões de projeto.

Tabela 1. Vazões ETE José Cirilo

População	Vazões de Projeto					
	Final de Plano (hab)	Infiltração Final de Plano (L/s)	Mínima Final de Plano (L/s)	Média Final de Plano (L/s)	Máx.dia Final de Plano (L/s)	Máx.h Final de Plano (L/s)
10.103		2,02	8,36	16,71	18,97	28,46

4 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

4.1 Adaptação do Decanto Digestor em Reator UASB

Para adaptação do decanto digestor existente será necessária a demolição de toda laje de cobertura, além das canaletas de recolhimento interno e paredes de divisão interna, conforme detalhado no projeto estrutural, para construção das novas estruturas internas e nova laje de cobertura.

4.1.1 Dados para o dimensionamento

- N° de habitantes 10.103
- Carga DBO “per capita” 54 g DBO/hab/dia
- Carga DQO “per capita” 90 g DBO/hab/dia
- Carga total de DBO 546 kg DBO/dia
- Carga total de DQO 909 kg DQO/dia
- Vazão média 16,71 L/s (1.443,74 m³/dia)
- Vazão máxima horária 28,46 L/s (2.458,94 m³/dia)
- Concentração de DBO 378 mg/L
- Concentração de DQO 630 mg/L
- Coeficiente de produção de sólidos (Y) 0,12 kg SST/kg DQOapl
- Coef. prod sólidos, em termos de DQO (Yobs) .. 0,21 kg DQOLodo/kg DQOapl
- Concentração do lodo de descarte C₁ = 3%
- Densidade do lodo de descarte d_{3%} = 1.020 kg/m³
- Concentração do lodo desidratado C₂ = 50%
- Densidade do lodo desidratado d_{50%} = 1.040 kg/m³

4.1.2 Geometria da unidade

O decanto digestor existente é composto de 12 módulos tronco piramidal que serão aproveitados e apresentam as seguintes características geométricas.

4.1.2.1 Volume prismático

- Comprimento total do reator 25,40 m
- Largura total reator 8,40 m
- Altura útil 2,45 m

▪ Volume522,73 m³

4.1.2.2 Volume tronco piramidal

- Número de troncos de pirâmide..... 12 unidades
- Lado da base maior4,20 m
- Lado da base menor0,60 m
- Altura do tronco piramidal 1,70 m
- Área maior 17,64 m²
- Área menor0,36 m²
- Volume total dos troncos piramidais 139,54 m³

4.1.2.3 Volume total do reator

- Altura útil total4,15 m
- Área superficial213,36 m²
- Volume total..... 662,27 m³

4.1.3 Verificação do tempo de detenção hidráulica (TDH)

$$TDH = \frac{V}{Q};$$

$$TDH = \frac{662,27}{60,16}$$

TDH = 11,01 horas (superior a 8 horas)

4.1.4 Verificação das cargas aplicadas

4.1.4.1 Carga orgânica volumétrica

$$COV = \frac{L_0}{V}$$

$$COV = \frac{909}{662,27}$$

$$COV = 1,37 \text{ KgDQO/m}^3/\text{dia}$$

4.1.4.2 Carga hidráulica volumétrica

$$CHV = \frac{Q}{V}$$

$$CHV = \frac{1.443,74}{662,27}$$

$$CHV = 2,18 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{dia}$$

4.1.5 Verificação das velocidades superficiais

$$v = \frac{Q}{A}$$

4.1.5.1 Para $Q_{\text{méd}} = 60,16 \text{ m}^3/\text{h}$

$$v_{\text{méd}} = 0,28 \text{ m/h}$$

4.1.5.2 Para $Q_{\text{máx}} = 102,46 \text{ m}^3/\text{h}$

$$v_{\text{máx}} = 0,48 \text{ m/h}$$

Valores recomendáveis segundo *Lettinga & Hulshoff*:

$v_{\text{méd}} < 0,50 \text{ m/h}$ (preferencialmente), ou no máximo $< 0,70 \text{ m/h}$

$v_{\text{máx}} < 0,90 \text{ m/h}$ (preferencialmente), ou no máximo $< 1,11 \text{ m/h}$

4.1.6 Dimensionamento do compartimento de decantação

4.1.6.1 Volume do decantador (V_d)

$$V_d = k \times L \times (c \times e + (c + d) \times f / 2);$$

Geometria dos decantadores:

- N° de unidades $k = 6$
- Comprimento $L = 8,40 \text{ m}$
- Largura da seção retangular $c = 4,20 \text{ m}$
- Abertura das passagens $d = 0,71 \text{ m}$
- Altura da seção retangular $e = 0,40 \text{ m}$
- Altura da seção trapezoidal $f = 1,55 \text{ m}$

Cálculo do volume (V_d)

$$V_d = 276,457 \text{ m}^3$$

4.1.6.2 Área do decantador (A_d)

$$A_d = k \times c \times L$$

$$A_d = 211,68 \text{ m}^2$$

4.1.6.3 Verificação das taxas de aplicação superficial (TAS)

$$TAS = \frac{Q}{A_d}$$

Para $Q_{\text{méd}} = 60,16 \text{ m}^3/\text{h}$

$$TAS = 0,28 \text{ m/h}$$

Para $Q_{\text{máx}} = 102,46 \text{ m}^3/\text{h}$

TAS = 0,48 m/h

As taxas de aplicação superficiais estão de acordo com os valores recomendados pela literatura técnica que são:

Para $Q_{\text{méd}}$ TAS \leq 0,6 a 0,8 (m/h)

Para $Q_{\text{máx}}$ TAS < 1,2 m/h

4.1.6.4 Verificação dos tempos de detenção hidráulica (TDH)

$$TDH = \frac{V_d}{Q}$$

Para $Q_{\text{méd}} = 60,16 \text{ m}^3/\text{h}$

TDH = 4,6 h

Para $Q_{\text{máx}} = 102,46 \text{ m}^3/\text{h}$

TDH = 2,7 h

Comentários sobre os tempos de detenção hidráulicos

Para $Q_{\text{méd}}$ TDH > 1,5 h

Para $Q_{\text{máx}}$ TDH > 1,0 h

4.1.7 Dimensionamento das passagens para o decantador

4.1.7.1 Área total das passagens (A_P)

$$A_P = k \times L \times d$$

$$A_P = 35,784 \text{ m}^2$$

4.1.7.2 Velocidades nas passagens

$$V = Q/A_P$$

Para $Q_{\text{méd}} = 60,16 \text{ m}^3/\text{h}$

$$V_{\text{méd}} = 1,68 \text{ m/h}$$

Para $Q_{\text{máx}} = 102,46 \text{ m}^3/\text{h}$

$$V_{\text{máx}} = 2,86 \text{ m/h}$$

Recomenda-se que:

$$V_{\text{méd}} < 2,0 \text{ a } 2,3$$

$$V_{\text{máx}} < 4,0 \text{ a } 4,2$$

4.1.8 Escolha do diâmetro dos tubos de entrada

- Número de tubos de entrada 12
- Vazão máxima por tubo de entrada 2,37 L/s (0,0024 m³/s)

- Vazão média por tubo de entrada..... 1,39 L/s (0,0014 m³/s)

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

v = 0,2 m/s (recomendada)

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0,00024}{\pi \times 0,2}} \times 1.000$$

D = 122,88 mm adotou-se o diâmetro comercial mais próximo, PEAD DE 110mm (D = 105,6 mm), com v = 0,27 m/s

4.1.9 Estimativa da eficiência na remoção das demandas de oxigênio

4.1.9.1 DQO (Demanda química de oxigênio)

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

$$E_{DQO} = 71\%$$

4.1.9.2 DBO (Demanda bioquímica de oxigênio)

$$E_{DBO} = 100 (1 - 0,70 \times TDH^{-0,50})$$

$$E_{DBO} = 79\%$$

4.1.10 Estimativa das concentrações de DQO e DBO no efluente do UASB

$$S = S_0 \times \left(1 - \frac{E}{100}\right)$$

$$S_{DQO} = 183 \text{ mg/L}$$

$$S_{DBO} = 79 \text{ mg/L}$$

4.1.11 Avaliação da produção de lodo

$$P_{\text{Lodo}} = Y \times DQO_{\text{apl}}$$

$$P_{\text{Lodo}} = 0,12 \times 909$$

$$P_{\text{Lodo}} = 109 \text{ kg SST/dia}$$

Volume de lodo descartado com concentração de 3% de sólidos

$$V_{\text{LODO}} = \frac{P_{\text{LODO}}}{d_{3\%} \times C_1}$$

$$V_{\text{Lodo}} = 3,56 \text{ m}^3/\text{dia}$$

4.1.12 Avaliação da produção de metano

$$DQO_{\text{CH}_4} = Q_{\text{méd}} [S_0 (1 - Y_{\text{obs}}) - S]$$

$$DQO_{CH_4} = 454 \text{ kg DQO/dia}$$

$$k(t) = \frac{Pk}{R(273 + t)}$$

$$k(t) = 2,63 \text{ Kg DQO/m}^3$$

$$Q_{CH_4} = \frac{DQO_{CH_4}}{k(t)}$$

$$Q_{CH_4} = 173 \text{ m}^3/\text{dia}$$

4.1.13 Avaliação da produção de biogás

Admite-se que o metano represente 75% do biogás logo se tem:

$$Q_{\text{biogás}} = \frac{Q_{CH_4}}{0,75}$$

$$Q_{\text{biogás}} = 231 \text{ m}^3/\text{dia}$$

4.1.14 Verificação da taxa de liberação de biogás

4.1.14.1 Área disponível para coleta de biogás (A_g)

$$A_g = k \times L \times b$$

$$A_g = 7,56 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{biogás}} = 231 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$Q_{\text{biogás}} = 9,62 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$TLB = \frac{Q_{\text{biogás}}}{A_g}$$

$$TLB = 0,64 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$$

4.1.14.2 Tubulação coletora de biogás:

Para esta tubulação foi admitido um diâmetro que não permita velocidade do fluxo superior a $V_{\text{biogás}} = 3,60 \text{ m/s}$, ou seja:

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \times Q_{\text{biogás}}}{\pi \times V_{\text{biogás}} \times 3600}} \times 1000$$

$$Q_{\text{biogás}} = 9,62 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$D \geq 30,8 \text{ m}$$

Adotado $D = 50 \text{ mm}$

4.1.15 Disposição final do biogás

Previu-se a implantação de um queimador de gás aplicável à situação presente, onde se queira dispor na atmosfera, de forma ambientalmente correta, o biogás resultante da decomposição anaeróbia de massa orgânica e que apresente vazão inconstante e baixa pressão.

O equipamento especificado será composto por duas partes principais. A primeira é o ignitor que tem a função de gerar a alta tensão que será utilizada pelos eletrodos (velas) para gerar a centelha. Seu acondicionamento será em caixa plástica apropriada para instalações externas, ou seja, ao tempo. A segunda parte do equipamento é o queimador que promoverá a mistura do biogás com o ar atmosférico e serve de suporte para os condutores de alta tensão e dos eletrodos. A estrutura do queimador será constituída em aço inox, resistente à corrosão, apesar da grande agressividade do ambiente de sua instalação. Os isoladores elétricos serão de material de alta durabilidade e não higroscópico. As tubulações que aduzirão o biogás, a partir do reator UASB, até o próprio queimador serão de polipropileno e as válvulas de bronze.

4.2 Filtro Anaeróbio de Fluxo Ascendente Existente

Conforme verificado no Estudo de Concepção com melhoria da eficiência da ETE com a transformação do decanto digestor em reator UASB não é necessária a ampliação do filtro anaeróbio existente. Dessa forma o mesmo receberá apenas melhorias para proteção da estrutura existente contra ataque nocivo de gases, com a aplicação de cimento impermeabilizante nas paredes internas, na faixa compreendida entre 50 cm abaixo do N.A., até a laje de cobertura e toda a face interna da laje de cobertura. Também foi prevista a instalação de 90 m² de guarda corpo em todo perímetro da laje de cobertura do mesmo.

4.2.1 Dados para verificação

- Vazão média $Q_{\text{méd}} = 16,71 \text{ L/s} (60,16 \text{ m}^3/\text{h})$
- Vazão máxima diária $Q_{\text{máx-d}} = 19,64 \text{ L/s} (70,70 \text{ m}^3/\text{h})$
- Vazão máxima horária $Q_{\text{máx-h}} = 28,46 \text{ L/s} (102,46 \text{ m}^3/\text{h})$
- DBO média afluyente 79,00 mg/L

- Carga de DBO afluente (L_F)..... 114,06 kg DBO5/dia
- Eficiência do reator UASB 74%
- Número de unidades..... 2
- Comprimento 11,50 m
- Largura 8,40 m
- Seção horizontal total 193,20 m²
- Altura do meio suporte (h_1) = 0,80 m
- Altura do fundo falso (h_2) = 0,72 m
- Altura da lâmina livre (h_3) = 0,20 m
- Altura útil (h_u) $h_1 + h_2 + h_3$ = 1,72 m
- Volume real..... 332,30 m³

4.2.2 Verificação dos principais parâmetros operacionais

4.2.2.1 Tempo de detenção hidráulica (TDH)

$$TDH = V/Q$$

- TDH para $Q_{méd}$ = 11,1 h recomendado (5 a 10 horas)
- TDH para $Q_{máx-d}$ = 9,4 h recomendado (4 a 8 horas)
- TDH para $Q_{máx-h}$ = 6,5 h recomendado (3 a 6 horas)

4.2.2.2 Taxas de aplicação superficial (TAS)

$$TAS = Q/A$$

- TAS para $Q_{méd}$ = 3,74 recomendado (< 6 a 10 m³/m²/dia)
- TAS para $Q_{máx-d}$ = 4,39 recomendado (< 8 a 12 m³/m²/dia)
- TAS para $Q_{máx-h}$ = 6,36 recomendado (< 10 a 15 m³/m²/dia)

4.2.2.3 Carga orgânica no meio suporte (COMS)

$$COMS = \frac{L_F}{A_{total} \times h_1}$$

$$COMS = \frac{114,06}{193,20 \times 0,80}$$

$$COMS = 0,74 \text{ kg DBO/m}^3/\text{dia} \quad (\text{recomenda do de } 0,25 \text{ a } 0,75 \text{ kg DBO/m}^3/\text{dia})$$

4.2.2.4 Carga orgânica (CO)

$$CO = \frac{L_F}{A_{total} \times h_u}$$

$$CO = \frac{114,06}{193,20 \times 1,72}$$

$$CO = 0,34 \text{ kg DBO/m}^3/\text{dia} \quad (\text{recomenda do de } 0,15 \text{ a } 0,50 \text{ kg DBO/m}^3/\text{dia})$$

4.2.3 Eficiências do tratamento

4.2.3.1 Eficiência do filtro anaeróbio (E_F)

$$E_F = 100(1 - 0,87 \times TDH^{-0,54})$$

$$E_F = 100(1 - 0,87 \times 11,1^{-0,54})$$

$$E_F = 76,23 \%$$

4.2.3.2 Eficiência do sistema (UASB + filtro)

$$E_S = (E_R + E_F - E_R \times E_F / 100)$$

$$E_S = (74,00 + 76,23 - 74,00 \times 76,23 / 100)$$

$$E_S = 93,82 \%$$

4.2.4 Estimativa de concentração de DBO no efluente final

$$S = (100 - E_S) \times S_0 / 100$$

$$S = (100 - 93,82) \times 378 / 100$$

$$S = 23,36 \text{ mg/L}$$

4.3 Leitões de Secagem

Os leitões de secagem existentes serão aproveitados e reformados, com a retirada da terra utilizada para aterrá-lo, substituição do meio drenante e tubulações de coleta de drenado e interligações às demais unidades.

4.3.1 Verificação da área necessária

- Produção diária de lodo no reator..... 109,08 kg SST/dia
- Período de descarte 10 dias
- Massa de lodo a ser descartada 1.090,80 kg SST
- Volume de lodo a 3% de concentração 35,65 m³
- Concentração de lodo desidratado (C_2)..... 50%
- Taxa de aplicação de sólidos 15 kg sst/m²

- Área de secagem necessária 72,72 m²

4.3.2 Caracterização das células de secagem

- Número de unidades 2 (funcionamento alternado)
- Formato retangular
- Comprimento de cada célula 20,00 m
- Largura de cada célula 8,50 m
- Área permanente de secagem..... 170,00 m²
- Altura livre de cada célula..... 0,50 m

4.3.3 Verificação da lâmina aplicada (e)

- Volume de lodo descartado na dezena 35,65 m³
- Área permanente de secagem..... 170,00 m²
- Lâmina aplicada..... 0,21 m

Para compatibilizar o período de descarte de lodo (10 dias) com o período estimado necessário para desidratação do lodo (15 dias) as células de secagem funcionarão alternadamente.

4.3.4 Volume teórico de lodo desidratado (VLD)

$$VLD = \frac{P_{\text{LODO}}}{d_{50\%} \times C_2}$$

$$VLD = \frac{109,08}{1.040 \times 0,50}$$

$$VLD = 0,21 \text{ m}^3/\text{dia}$$

4.3.5 Vazão de drenados

- Vazão lodo fresco 3,56 m³/dia
- Vazão lodo desidratado 0,21 m³/dia
- Vazão de drenados 3,35 m³/dia

O líquido drenado dos leitos de secagem retornará à elevatória final existente em tubulação sob o regime de condutos livres.

5 PLANO DE PARTIDA E OPERAÇÃO DA ETE

Para implantação das obras de melhorias da ETE José Cirilo o funcionamento da mesma será interrompido, dessa forma os esgotos desse sistema serão encaminhados por recalque para a ETE Dornelas a partir da elevatória final da ETE José Cirilo.

Após a conclusão das obras o reator UASB e filtro anaeróbio serão submetidos a testes de estanqueidade no qual poderá ser usada água do próprio curso receptor. Confirmado o sucesso dos testes, essas unidades deverão permanecer cheias de água para em seguida receberem os esgotos.

A partir do funcionamento das redes coletoras e elevatória, os esgotos preencherão os reatores e os filtros anaeróbios e expulsarão a água anteriormente retida.

No início do regime operacional da ETE os esgotos serão submetidos apenas a gradeamento, desarenação e decantação primária que será exercida pelo reator UASB. Com o decorrer do tempo a função biodegradação anaeróbia da matéria orgânica presente nos esgotos, atribuída aos reatores e filtro anaeróbio respectivamente será paulatinamente exercida, até a sua eficiência prevista em projeto. De forma a reduzir o tempo para o crescimento da biomassa no interior do Reator poderá ser utilizado lodo proveniente da ETE Dornelas.

A ETE José Cirilo já dispõe de dispositivos de manobras que permitem, em condições normais de operação, o funcionamento simultâneo do reator UASB e filtro anaeróbio, e em situações emergenciais, apenas o reator UASB.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAPTISTA, Márcio; COELHO, Márcia. **Fundamentos de Engenharia Hidráulica**. Editora UFMG – Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2002;
2. BASTOS, Francisco. **Problemas de Mecânica dos Fluidos**. Rio de Janeiro, 1983;
3. CHERNICHARO, Carlos (coordenador). **Pós-Tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios**. Belo Horizonte, 2001;
4. CRESPO, Patrício. **Elevatórias nos Sistemas de Esgotos**. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2001;
5. CRESPO, Patrício. **Sistema de Esgotos**. Editora UFMG – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 1997;
6. CRESPO, Patrício. **Tratamento de Esgotos**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG;
7. VON SPERLING, Marcos. **Introdução à Qualidade Das Águas e ao Tratamento De Esgotos**; Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2005;
8. VON SPERLING, Marcos. **Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos**; Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2005.