

## 1. INFORMAÇÕES GERAIS

### 1.1. - IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA:

Nome da Empreendimento: **Edelmec Industrial Ltda**

CNPJ: **43.793.069/0001-22**

Endereço do Empreendimento: **REATOR HERTZ GH500 CC**

Cidade: **Fazenda Vilanova**

Estado: **Rio Grande Do Sul**

Produtos: **Reatores tipo UASB, parte patente numero 9112400098INPI**

### 1.2. – RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO PROJETO

Engenheiro Químico José Ornélio de Sá Neto

CREA/RS 132918-D

Endereço: Cidade **Fazenda Vilanova** - CEP - 95.875-000

Estado: **Rio Grande Do Sul**

Telefone: 51-99073684

## 2. INTRODUÇÃO:

Presente projeto visa apresentar os dados técnicos de uma Estação Compacta de Tratamento Esgoto Sanitário, operada com o **REATOR HERTZ GH 500 CC** e os demais equipamentos acoplados ao mesmo.

## 3. OBJETIVO

O objetivo deste memorial é dimensionar o sistema de tratamento de esgoto REATOR HERTZ GH, atentando as Normas Técnicas NBR 7229:1993, NBR 13969:1997, NBR 12209:2011.

## 4. TECNOLOGIA HERTZ

O GRUPO HERTZ, vem ao longo dos anos desenvolvendo tecnologia em na área de preservação ambiental, com geração de energia.

Devido a este fato o Sistema de Tratamento aqui apresentado, tem um equipamento principal que é o Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente - Upflow Anaerobic Sludge Blanket , o qual tem a função de realizar o tratamento biológico de esgotos, se baseia na decomposição anaeróbia da matéria orgânica. Consiste em uma coluna de escoamento ascendente, composta

de uma zona de digestão, uma zona de sedimentação, e o dispositivo separador de fases gás-sólido-líquido.

Com relação ao formato - CONICO, a Zona de Digestão do fundo do reator é mais estreita e a longa, desta forma ocorre maior aceleração da decomposição do substrato orgânico para a formação das bactérias metanogenese ( que são divididas em dois grupos principais, um que forma metano a partir de ácido acético ou metanol, e o segundo que produz metano a partir de hidrogênio e dióxido de carbono, como a seguir: - bactérias utilizadoras de acetato ( acetoclásticas ); - bactérias utilizadoras de hidrogênio ( hidrogenotróficas ) (30 a 35°C), tornando desta forma um ambiente ideal para a formação de microorganismos,

Na degradação da matéria orgânica, que é a transformação de compostos orgânicos complexos de cadeias longas de carbono, em compostos mais simples, pois através desta digestão anaeróbica (Hidrolítica, Acidogênicas, Acetogênicas e Metanogênicas), ocorre a produção final de lodo biológico e de subprodutos principalmente o gás carbono e gás metano convenientemente diluídas, tornando o ambiente mais apropriado para o cultivo da colônia.

Ressalta se que no Reator tem acoplado ao Equipamento Triturador de Matéria Orgânica, que durante a sua operação permanecem bem vedado, pois recebe a matéria orgânica que é misturada com o lodo do fundo do Reator, após ambos sofrem uma ação de fricção transformando em partículas menores e simultaneamente ocorre o aquecimento da mesma, atingindo uma temperatura média de 60°C, e após a biomassa aquecida é enviada para outro equipamento bem vedado, pois sem presença de oxigênio, com temperatura na 50 a 55°C, gerando as bactérias termofilicas, que possuem alta atividade metabólica, tornando um ambiente ideal para gerar os microrganismos, que são injetados novamente ao lodo biológico da Reator.

Para otimizar o desprendimento dos flocos/grânulos que estão aprendidos no gás, ocorrem as seguintes etapas:

- a) Através da fricção por atrito que ocorre nas paredes do Reator, ocorre se desprendem através das paredes do Reator;
- b) Na Zona de Sedimentação o nível de água que serve com meio filtrante para o gás e para escoar o liquido tratado para um tanque pulmão que após é lança do por bomba de alto pressão para o Sistema de Filtragem;
- c) Na Zona de Separação Trifásica, tem a função de manter o lodo no interior do Reator e impedir que ocorra a flotação de lodo, através de um interface lodo – liquido, a qual separa solido-liquido-gás, pois no Reator tem instalado um equipamento submerso denominado de Núcleo da Separação dos Três Elementos (sólido, liquido, gás), abaixo do nível de drenagem do liquido, o qual forma uma lamina de agua que tem a função de desprender as partículas que estão no gás e posteriormente Sedimentar. Portanto o gás drenado através de duas saídas,

Hertz anos luzes a frente:

localizadas na parte superior do Reator é tratado no Conjunto de Filtragem Fina e envaso nos recipientes apropriados (tubos, tubulões, etc.).

- d) O Reator e as partículas sedimentadas, são drenadas para o Tanque de Sólidos sendo posteriormente enviadas por bomba submersa, para o Equipamento Triturador de Matéria Orgânica e enviada posterior para o Equipamento incubadora de bactérias metanogeneses e termofilicas para que ocorra a metabolização da matéria orgânica( biodigestão) e por fim lançado o novamente para o Reator, fechando Ciclo de Retorno.

O liquido resultante do Reator é drenado para o Tanque de Acumulo de água, sendo posteriormente enviadas por uma bomba submersa de alta pressão, para o Sistema de Filtragem filtros mecânicos compostos por recheios especificos de diferentes micras, ambos com a função de dar o polimento final do efluente liquido tratado. Todos os filtros possuem sistema de retrolavagem, com o liquido resultado sendo direcionado ao Reator. No final da filtragem, está instalado o equipamento UV que tem a função desinfetar o afluente, impedindo o lança de patogênicos que possa ser lançado junto com a afluente. O descarte do lodo é realizado pela o tubulação de saída do Reator.

## 5. CARACTERÍSTICAS

O Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente tipo UASB, composto por conjunto de tanques acoplado a vários equipamentos formando o sistema de REATOR HERTZ GH. Executado com vários tipos de material para garantir resistência e durabilidade aos componente o perfeito funcionamento, construído em chapas de aço inoxidável AISI 304, ASTM A36 e SAE 1020, unidas por soldas MIG e Tig, testado por processos de estanqueidade e de pressão e nos processos de soldagem através de ensaios QW 150, QW 160, QW 170, QW 180 e QW190, revestido através de zincagem a fogo e em PRFV através do processo de *Spray-up* com revestimento de *gel coat* internamente e gel parafinado externamente. A fabricação destes equipamentos consiste na aplicação de uma camada de gel interno, garantindo a estanqueidade do equipamento. Em seguida, utiliza-se uma camada de resina de poliéster associada à fibra de vidro (*roving*) para dar estrutura ao produto. Por fim, a aplicação de uma última camada de gel parafinado com produto inibidor de raios ultravioleta UV, que também dará o acabamento e a cor ao revestimento.

Estes equipamentos são construídos no formato vertical, tipo tronco cônico. São apoiados sobre bases planas verticais e horizontais e em compartimento de concreto e alvenaria que sustente o

peso sem deformações do equipamento em uso. As furações são feitas nas faces planas indicadas no produto. Os reservatórios são produzidos em diversos tamanhos e formatos com garantia de 05 (cinco) anos contra defeitos de fabricação, sempre seguindo os procedimentos corretos de instalações.

De biofluxo ascendente com dispositivo trifásico destinado a sedimentação de sólidos e à separação das fases: sólido, líquido e gasoso. Apresenta em sua estrutura tubulações de entrada e saída de efluente e drenos tanques de inspeção.

## **6. FUNCIONAMENTO DO REATOR**

O esgoto afluyente entra no parte superior do reator e é distribuído uniformemente na parte inferior, no leito de fundo, onde se processa a digestão anaeróbia. Ascende pela tubulação e preenchendo toda a câmara do reator, através do equipamento de destruição instalados no fundo. Neste trajeto, parte da matéria orgânica permanece na zona de lodo, acontecendo a digestão e a estabilização. Após ter atingido certo volume, o lodo é descartado pela tubulação de sucção, para a destinação adequada. No reator existe um dispositivo responsável pela sedimentação de sólidos e à separação das fases sólido-líquido-gasoso. Este dispositivo é de fundamental importância, pois é responsável pelo retorno do lodo e conseqüentemente, garantia do tempo de detenção celular do processo. No nível onde inicia a separação de fases há um sistema de drenagem do efluente líquido tratado que é enviado para o sistema de filtração, polimento e cloração do efluente final O gás gerado pelo processo é canalizado na parte superior para aproveitamento e/ou queima.

## **7. TRATAMENTO PROPOSTO**

O Reator acoplado em conjunto com seus equipamentos, são eficientes para o tratamento de efluentes esgotos domésticos, comercial e industrial devido ao seu alto conteúdo de matéria orgânica. Esse sistema possui boa eficiência na remoção de DBO, com um baixo tempo de detenção hidráulica, que é alcançado pela grande concentração de biomassa no reator, resultando em unidades com volume reduzido quando comparado com todos os outros sistemas de tratamento. A produção de lodo é muito baixa e o mesmo sai estabilizado.

### **7.1 Descrição do Processo**

Com EQUIPAMENTO MODULAR e compacto através dos processos de digestão anaeróbica, ambos com objetivo principal de remoção da matéria orgânica contida no efluente líquido, gerado durante o desenvolvimento da atividade.

O Equipamento possui um aquecedor de matéria por fricção onde atinge temperaturas acima de 60 graus e em sua coluna ascendente consiste de um leito de lodo, uma zona de sedimentação, o separador de fase e o gás-sólido separator. Este separador de fases, um dispositivo característico do reator, tem a finalidade de dividir a zona de digestão (parte inferior), onde se encontra a manta de lodo responsável pela digestão anaeróbia, e a zona de sedimentação (parte superior).

A água residuária, que segue uma trajetória ascendente dentro do reator, desde a sua parte mais baixa, atravessa a zona de digestão escoando a seguir pelas passagens do separador de fases e alcançando a zona de sedimentação. A água residuária após entrar e ser distribuída pelo fundo do reator, flui pela zona de digestão, onde se encontra o leito de lodo, ocorrendo a mistura do material orgânico nela presente com o lodo. Os sólidos orgânicos suspensos são quebrados, biodegradados e digeridos através de uma transformação anaeróbia, resultando na produção de biogás e no crescimento da biomassa bacteriana. O biogás segue em trajetória ascendente com o líquido, após este ultrapassar a camada de lodo, em direção ao separador de fases.

No separador de fases, a área disponível para o escoamento ascendente do líquido deve ser de tal forma que o líquido, ao se aproximar da superfície líquida livre, tenha sua velocidade progressivamente reduzida, de modo a ser superada pela velocidade de sedimentação das partículas, oriundas dos flocos de lodo arrastados pelas condições hidráulicas ou flotados. Isto possibilita que este material sólido que passa pelas aberturas no separador de fases, alcançando a zona superior do reator, possa se sedimentar sobre a superfície inclinada do separador de fases. Naturalmente que esta condição dependerá das condições hidráulicas do escoamento. Desse modo, o acúmulo sucessivo de sólidos implicará conseqüentemente, no aumento contínuo do peso desse material, que em um dado momento tornar-se-á maior que a força de atrito e então, deslizarão, voltando para a zona de digestão, na parte inferior do reator.

Assim, a presença de uma zona de sedimentação acima do separador de fases resulta na retenção do lodo, permitindo a presença de uma grande massa na zona de digestão, enquanto se descarrega um efluente substancialmente livre de sólidos sedimentáveis (van Haandel e Lettinga, 1994).

Na parte interna do separador de fases fica a câmara de acumulação do biogás que se forma na zona de digestão. O projeto do Reator garante os dois pré-requisitos para digestão anaeróbia eficiente:

a) através do escoamento ascensional do afluente passando pela camada de lodo, assegura-se um contato intenso entre o material orgânico e o lodo e:

b) o decantador interno garante a retenção de uma grande massa de lodo no reator (van Haandel e Catunda, 1995). Com o fluxo ascendente a estabilização da matéria orgânica ocorre na zona da manta de lodo, não havendo necessidade de dispositivos de mistura, pois esta é promovida pelo fluxo ascensional e pelas bolhas de gás (Oliva, 1997). Há também material suporte para desenvolvimento de microrganismos.

Entre os fenômenos que ocorrem no filtro anaeróbio temos a retenção por contato com o biofilme, sedimentação forçada de sólidos de pequenas dimensões, partículas finas e coloidais e ação metabólica dos microrganismos do biofilme sobre a matéria dissolvida.

Os filtros anaeróbios apresentam efluentes clarificados e com baixa concentração de matéria orgânica. Não consomem energia, removem matéria orgânica dissolvida, têm baixa produção de lodo, a água tratada presta-se para disposição no solo, resistem bem às variações de vazão afluente, a construção e operação são simples, não necessitam de lodo inoculador nem recirculação de lodo. Contempla no final o tratamento terciário tem a finalidade de se conseguir remoções adicionais de poluentes em águas residuárias antes de sua descarga no corpo receptor. Essa operação é também chamada de "polimento". Em função das necessidades será utilizada a Cloração.

## **7.2 Requisitos Ambientais da Digestão Anaeróbia**

Na digestão anaeróbia é importante o controle das condições ambientais, uma vez que o processo requer a interação entre as bactérias fermentativas e as metanogênicas.

Os principais requisitos ambientais são comentados a seguir:

### **7.2.1 Nutrientes**

Os nutrientes necessários, as bactérias metanogênicas em ordem de importância são: nitrogênio, enxofre, fósforo, ferro, cobalto, níquel, molibdênio, selênio, riboflavina e vitamina B12. De acordo com LETTINGA et.al. (1996) apud CHERNICHARO (1997), assumindo-se que os nutrientes presentes no esgoto estejam numa forma disponível para as bactérias, as seguintes

relações podem ser utilizadas: Para biomassa com baixo coeficiente de produção celular ( $Y \sim 0,05 \text{ gSSV} / \text{gDQO}$ ).

Ex.: degradação de ácidos graxos voláteis:

DQO: N: P = 1000: 5: 1. Para biomassa com elevado coeficiente de produção celular ( $Y \sim 0,15 \text{ gSSV} / \text{gDQO}$ ).

Ex.: degradação de carboidratos: DQO: N: P = 350: 5: 1.

De forma geral, também tem se recomendado na literatura, requisitos de fósforo entre 1/5 a 1/7 da estabelecida para o nitrogênio.

### **7.2.2 Temperatura**

A temperatura interfere nos processos biológicos, retardando ou acelerando a velocidade das reações em função de sua variação. Para a digestão anaeróbia dois níveis ótimos de temperatura tem sido reportados na literatura, uma na faixa mesofílica (30 a 35°C) e outro na fase termofílica (50 a 55°C) (CHERNICHARO, 1997).

### **7.2.3 Alcalinidade, pH e Ácidos Voláteis**

O principal objetivo do controle do pH é eliminar os riscos de inibição das bactérias formadoras de metano.

A faixa de pH para o crescimento ótimo das bactérias metanogênicas está na faixa de 6,6 e 7,4, no entanto pode-se conseguir estabilidade no processo com o pH entre 6,0 e 8,0 (CHERNICHARO, 1997). Os dois fatores que afetam o pH nos processos anaeróbios são o ácido carbônico e os ácidos voláteis.

A interação que ocorre entre a alcalinidade e os ácidos voláteis se fundamentam na capacidade da alcalinidade do sistema em neutralizar os ácidos formados no processo e também em tamponar o pH na eventualidade de acumulação de ácidos voláteis. A alcalinidade assim como os ácidos voláteis tem como origem a decomposição de compostos orgânicos durante a digestão (CHERNICHARO, 1997).

### **7.3 Reatores Hertz Anaeróbios de Fluxo Ascendente**

Nos Retores a biomassa cresce aderida no meio e pode formar pequenos grânulos correspondentes a aglutinação de diversas bactérias, que por sua vez tendem a servir de meio suporte para outras. Com decomposição da matéria orgânica no reator, há formação de gases, principalmente o metano e o gás carbônico, que apresenta uma tendência ascendente assim como o fluxo do líquido. Então, com o objetivo de manter a biomassa no sistema, a parte superior do reator apresenta uma estrutura que possibilita as funções de separação e acúmulo de gás e de separação e retorno dos sólidos. Os sólidos sedimentam nessa estrutura cônica ou piramidal, escorrendo pelas suas laterais, até voltarem ao corpo do reator. As bolhas de gás não penetram na zona de sedimentação, assim a separação sólido-líquido não é prejudicada, resultando em um efluente clarificado e com concentração de biomassa no reator mantida elevada. A produção de lodo é muito baixa e já sai estabilizado.

Como o reator possui uma grande concentração de biomassa, os reatores apresentam volume reduzido quando comparado com todos os outros sistemas de tratamento. Essa característica de retenção de lodo confere ao reator a capacidade de acomodar altas cargas, desde que haja suficiente contato entre a biomassa e o esgoto. Entretanto a capacidade de armazenamento de lodo no interior do reator diminui gradualmente, podendo levar a uma descarga involuntária de lodo no efluente. É importante que este fenômeno seja evitado, pois resulta na deterioração da qualidade do efluente, com a elevação da concentração de sólidos suspensos totais e da DQO particulada.

De acordo com NETO (1997), os reatores UASB são comprovadamente uma excelente opção para o tratamento de esgotos domésticos e industriais, pois geralmente tem vazão pouco variável ou conhecida (constância determinável) e não carregam inertes ou sobrecargas tóxicas.

## **8. – DIMENSIONAMENTO DO EQUIPAMENTO MODULAR REATOR HERTZ 500 CC**

Conforme metodologia adaptada a partir de CHERNICHARO (2007), os cálculos de dimensionamento, aqui demonstrados, considerando as características da Atividade desenvolvida pelo empreendimento, visando o tratamento de efluente doméstico

O dimensionamento das partes componentes do EQUIPAMENTO MODULAR seguiu a seguinte sequência de cálculo, considerando a vazão final de projeto.

### **Dimensionamento:**

**N: Contribuintes: 500 pessoas**

TDH 8 horas

NBR 13.969 – contribuição diárias de despejos de 160 litros/hab. dia

VAZÃO = (N X C) = **Q= 80.000 l/dia = 80,00 m<sup>3</sup>/dia****8.1. Dimensionamento do Equipamento Modular:**- Q(média) = 80 m<sup>3</sup>/dia= 3,33 m<sup>3</sup>/h

- Tempo de detenção = 8 horas

- DBO<sub>5</sub> = 350mg DBO<sub>5</sub>/L = 0,350 kg DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup> = DBO<sub>S0</sub>- DQO = 700mg = DQO<sub>S0</sub>

-altura = 4,25 m

-diâmetro = 2,00 m

-Volume Útil = 26,64 m<sup>3</sup>

- Concentração esperada para o lodo de descarte = C= 4 %

- Densidade do lodo: d = 1.030 Kg/m<sup>3</sup>

- Coeficiente de produção de sólidos Y = 0,15 Kg SST / Kg DQO

Cálculos de Dimensionamento do EQUIPAMENTO MODULAR

Conforme metodologia adaptada a partir de CHERNICHARO (2007), os cálculos de dimensionamento, a partir de dados secundários, de um reator UASB em escala real para o Sistema de Tratamento de Esgoto Sanitário estão demonstrados nas equações abaixo.

**8.2. Cálculo do volume útil do EQUIPAMENTO MODULAR:**

O volume do reator é calculado em função do tempo de detenção hidráulica do sistema.

$$V = Q_{\text{méd}} \times \text{TDH}$$

Onde: V: volume total do reator (m<sup>3</sup>)

TDH: tempo de detenção hidráulico (h)

Q<sub>méd</sub>: vazão média afluyente (m<sup>3</sup>/h)

Utilizou se um TDH 8 horas

$$Q_{med} = 3,333 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V = Q_{med} \times TDH$$

$$\text{Volume} = Q_{med} (\text{m}^3/\text{h}) \times TDH (\text{h}) = 3,333 \text{ m}^3/\text{h} \times 8 \text{ horas} = V = 26,64 \text{ m}^3$$

### 8.3. Cálculo da vazão máxima

A vazão máxima é calculada em função de dois coeficientes de maior consumo e da vazão média afluente, como segue:

$$Q_{max} = K_1 \times K_2 \times Q_{med}.$$

Onde:  $Q_{max}$ : vazão máxima afluente ( $\text{m}^3/\text{dia}$ )

$Q_{med}$ : vazão média afluente ( $\text{m}^3/\text{dia}$ )

$K_1$  = coeficiente do dia de maior consumo

$K_2$  = coeficiente da hora de maior consumo

O coeficiente no dia de maior descarga é a relação entre a descarga que ocorre entre a média do dia e a média do ano. E o coeficiente da hora de maior descarga é a relação entre a descarga que ocorre entre a média da hora máxima e da média do dia. Os valores de  $K_1$  e de  $K_2$  antes apresentados (1,2 e 1,5) são os recomendados pela NBR 9649 (ABNT, 1986).

$$Q_{max} = K_1 \times K_2 \times Q_{med} = 1,2 \times 1,5 \times 80,00 = 144,00 \text{ m}^3/\text{dia} = 6,00 \text{ m}^3/\text{h} =$$

### 8.4 - Carga Hidráulica Volumétrica

A carga hidráulica volumétrica (CHV) é a quantidade (volume) de esgotos aplicados diariamente ao reator, por unidade de volume dos mesmos (CHERNICHARO, 2007), dada da seguinte forma:

$$CHV = \frac{Q_{med}}{V}$$

CHV: carga hidráulica volumétrica ( $\text{kg DBO}/\text{m}^3\text{dia}$ )

$Q_{med}$ : vazão média afluente ( $\text{m}^3/\text{dia}$ )

$V$  = volume total do equipamento ( $\text{m}^3$ )

Hertz anos luzes a frente:

$$CHV = Q_{\text{méd}} = 80 \text{ m}^3/\text{dia} = 3,00 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ dia}^{-1}$$

$$V = 26,64 \text{ m}^3$$

### 8.5 - Carga Orgânica Volumétrica

A carga orgânica volumétrica (COV) é a quantidade (massa) de matéria orgânica aplicada diariamente ao reator, por unidade de volume do mesmo (CHERNICHARO, 2007), dada da seguinte forma:

$$COV = \frac{Q_{\text{méd}} S_0}{V}$$

COV: carga hidráulica volumétrica (kg DBO/m<sup>3</sup>dia)

Q<sub>méd</sub>: vazão média afluente (m<sup>3</sup>/dia)

V = volume total do Equipamento (m<sup>3</sup>)

S<sub>0</sub> = kg DBO<sub>5</sub>/m<sup>3</sup>

$$COV = \frac{Q_{\text{méd}} DQO_{S_0}}{V} = \frac{80,00 \text{ m}^3/\text{dia} \times 0,700 \text{ (kg DQO/m}^3\text{)}}{26,64 \text{ m}^3} = 2,10 \text{ kgDQO/m}^3\text{dia}$$

### 8.6 – Velocidade de Escoamento (velocidade superficial)

É definida por uma medida da quantidade de fluido que passa por uma determinada seção transversal do reator por unidade de tempo.

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

Onde:

v: velocidade (m/h)

$$Q = 3,33 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$A_b = 6,27 \text{ m}^2$$

$$v = 0,53 \text{ m/h}$$

### 8.7 - Estimativa de eficiência do reator

A estimativa de remoção de DQO e DBO é calculada a partir das equações abaixo.

Onde:

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

$E_{DBO}$ : eficiência do reator, em termos de remoção de DBO (%);

t: tempo de detenção hidráulica (h);

0,70: constante empírica;

0,50: constante empírica.

$E_{DBO} = 75,25 \%$

$S_{0DBO}$ : concentração de DBO efluente (mg/L) = 350 mg/l

$S_{1DBO}$ : concentração de DBO afluente (mg/L) = **86,625 mg/l**

E: eficiência de remoção de DBO (%) = 75,25 %

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

Onde:

$E_{DQO}$ : eficiência do reator, em termos de remoção de DQO (%);

t: tempo de detenção hidráulica (h);

0,68: constante empírica;

0,35: constante empírica;

$E_{DQO} = 67,15 \%$

A partir da eficiência esperada para o sistema, pode-se estimar a concentração de DQO no efluente final, como a seguir:

$$S = \frac{E \times S_{0DQO}}{100}$$

100

$S_{0DQO}$ : concentração de DQO efluente (mg/L) = 750 mg/l

$S_{0QO}$ : concentração de DQO afluente (mg/L) = **229,95 mg/l**

E: eficiência de remoção de DQO (%) = 67,15 %

**8.8 - Concentração de sólidos suspenso totais (SST)**

A concentração de sólidos suspenso totais (SST) no afluente final do Reator é calculado através da equação:

$$C_{SST} = 102 \times t^{-0,24}$$

Onde:

$C_{SST}$ : concentração de Sólidos Suspensos Totais no efluente (mg/L)

t: tempo de detenção hidráulica

102: constante empírica

0,24: constante empírica

$$C_{SST} = 61,92 \text{ mg/L}$$

**9- ESTIMATIVA EFICIÊNCIA REATOR HERTZ**

A Tecnologia HERTZ, descrita no item acima, informa que o equipamento possui uma estimativa de remoção de DBO 97,00 % e DQO 96,00%.

$$S_1 = \frac{E \times DBO_{S0}}{100}$$

$DBO_{S0}$ : concentração de DBO efluente (mg/L) = 350 mg/l

$DBO_S$ : concentração de DBO afluente (mg/L) = **10,50 mg/l**

E: eficiência de remoção de DBO (%) = 97,00 %

Pode-se estimar a concentração de DQO no efluente final, como a seguir:

$$S_1 = \frac{E \times DQO_{S0}}{100}$$

$DQO_{S0}$ : concentração de DQO efluente (mg/L) = 700 mg/l

$DQO_S$ : concentração de DQO afluente (mg/L) = **28 mg/l**

$E_{DQO}$ : Eficiência de remoção de DQO (%) = 96,00 %

**9.1- Cálculo da Produção de Biogás**

Para avaliar a produção de biogás é necessário estimar a carga de DQO afluente no reator, que é convertida em gás metano. De maneira simplificada, CHERNICHARO (2007), a determinação da parcela de DQO convertida em gás metano, como a seguir:

$$D_{QOCH_4} = Q \times (DQO_{S_0} - DQO_S) - y \times Q \times DQO_{S_0}$$

Onde:

$D_{QOCH_4}$ : carga de DQO convertida em metano (KgDQOCH<sub>4</sub>/d);

Q: vazão média afluente (m<sup>3</sup>/dia);

$DQO_{S_0}$ : concentração de DQO efluente (KgDQO/m<sup>3</sup>);

$DQO_S$ : Concentração de DQO afluente (KgDQO/m<sup>3</sup>);

Y: coeficiente de produção de sólidos no sistema, em termos de DQO (0,11 a 0,23 Kg DQO lodo/ KgDQOapl).

**$D_{QOCH_4} = 41,40 \text{ KgDQOCH}_4/\text{d}$**

A conversão da massa de metano (KgDQOCH<sub>4</sub>/d) em produção volumétrica (m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/d) pode ser feita utilizando-se nas equações abaixo:

$$f_T = \frac{P \times K}{R \times (273 + T)}$$

Onde:

P: pressão atmosférica (1 atm)

K: DQO correspondente a um mol CH<sub>4</sub> (64 gDQO/mol);

R: constante dos gases (0,08206 atm.L/mol.K);

T: temperatura operacional do reator (°C)

Temperatura do Reator 35 °C

$$f_T = 2,5322 \text{ kgDQO/m}^3$$

Uma vez obtida a produção de metano, pode-se estimar a produção total de biogás, a partir do teor esperado de metano, de acordo com a equação:

$$Q_{CH_4} = \frac{DQO_{CH_4}}{f_T}$$

Onde:

$Q_{CH_4}$ : produção volumétrica de metano ( $m^3/d$ );

$f_T$ : fator de correção para a temperatura operacional do reator ( $kgDQO/m^3$ )

**$Q_{CH_4} = 16,34 m^3/dia$**

Onde:

$Q_{biogás}$ : produção volumétrica de biogás ( $m^3/d$ );

$Q_{CH_4}$ : produção volumétrica de metano ( $m^3/d$ );

$Q_{CH_4}$ : produção volumétrica de metano no biogás, usualmente da ordem de 70 a 80% ( $m^3/d$ );

Os teores de metano no biogás encontram-se entre 70 a 80% (CHERNICHARO, 2007), neste trabalho foi considerado um valor médio em torno de 70% de metano no biogás.

**$Q_{biogás} = 11,44 m^3/dia$**

### 9.2. Produção de Lodo

Visando a periodicidade da remoção de lodo do Reator, é importante calcular o volume de lodo produzido no sistema. A estimativa de produção de lodo pode ser feita considerando a produção sólidos no sistema em função da DQO aplicada. O coeficiente de sólidos no sistema para tratamento de esgotos domésticos é da ordem de 0,10 a 0,20  $kgSST/kgDQO$  aplicada segundo Chernicharo (2007). Para estimar a concentração de DQO presente no esgoto bruto, pode-se considerar a relação DQO o dobro da DBO para esgotos domésticos.

Os dados utilizados para os cálculos a seguir são os mesmos do exemplo anterior, para 500 contribuintes.

A concentração de  $DQO_{S_0}$  no esgoto bruto:

$$DQO_{S_0} = 2 \times DBO \text{ (350 mg/l)}$$

$$DQO_{S_0} = 700 \text{ mgDQO/L}$$

Carga de DQO no esgoto bruto:

$$CO_{DQO}: DQO \times (N \times C)$$

Onde:  $DQO_{S_0}$ : Concentração de DQO no esgoto bruto (mgDQO/L);

N: número de contribuintes (500 pessoas);

C: contribuição per capita 160 litros/hab.dia);

$$CO_{DQO}: 700 \times (500 \times 160)$$

 **$CO_{DQO}: 56.000.000 \text{ mg/dia ou } 56,00 \text{ kg/dia}$** 

A partir da estimativa de concentração de DQO no esgoto bruto, pode-se calcular a produção de lodo no sistema através do cálculo a seguir:

$$P_{lodo}: Y \times CO_{DQO}$$

Onde:

Plodo: produção de sólidos no sistema (kgSST/d);

Y: coeficiente de sólidos no sistema (0,2 kgSST/kgDQOaplicada);

 $CO_{DQO}$ : carga de DQO aplicada ao sistema (kgDQO.dia).

$$Plodo: 0,2 \times 56,00$$

**Plodo: 11,20 kgSST/dia**

A avaliação da produção volumétrica de lodo pode ser realizada considerando a massa específica do lodo de 1020 a 1040 kg/m<sup>3</sup> e a concentração esperada para o lodo de descarte de 4%.

$$V_{lodo}: P_{lodo} / (Y_{massa} \times C_{lodo})$$

Onde:

Vlodo: volume de lodo gerado (m<sup>3</sup>/dia);Y<sub>massa</sub>: massa específica do lodo (1040 kg/m<sup>3</sup>);

Plodo: produção de sólidos no sistema (kgSST/d);

Clodo: concentração esperada de lodo para descarte (4% ou 0,04);

$$V_{lodo}: 11,20 / (1040 \times 0,04) = V_{lodo}: 0,26923 \text{ m}^3/\text{dia ou } 269,23 \text{ litros/dia}$$

**Vlodo: 269,23 litros/dia x 365 dias Vlodo: 99.345,87 litros/ano = 99,34 m<sup>3</sup>/ano**

**10. - Resultados do dimensionamento do REATOR HERTZ GH500 CC para tratamento de esgoto doméstico**

Tabela n°01 Parâmetros Reator para 500 pessoas

Parâmetros	Resultados
<b>C= Contribuição per capita (litros/hab.dia)</b>	<b>160</b>
Q vazão média (m <sup>3</sup> /dia)	80,00
Q vazão máxima (m <sup>3</sup> /dia)	144,00
Volume (m <sup>3</sup> )	26,64
TDH (horas)	8,00
Temperatura de Operação do Reator (°C)	35,00
CHV m <sup>3</sup> /m-3 dia-1	3,01
COV kgDQO/m3dia	2,10
Velocidade de escoamento ( m/h )	0,53
CSST Concentração de sólidos suspenso totais afluente (mg/l)	61,62
DBO <sub>S0</sub> efluente (mg/l)	350
E <sub>DBO</sub> (%) REMOÇÃO HERTZ	97,00
DBOs: concentração de DBO afluente (mg/l)	10,50
DQO <sub>S0</sub> efluente (mg/L)	700
E <sub>DQO</sub> (%) REMOÇÃO HERTZ	96,00
DQOs: concentração de DQO afluente (mg/l)	28,00
Q <sub>CH4</sub> (m <sup>3</sup> /dia)	16,34
Q <sub>biogás</sub> (m <sup>3</sup> /dia)	11,44
P <sub>lodo</sub> ( kgSST/dia)	11,20
V <sub>lodo</sub> (l/dia)	269,23

**11. -SISTEMA DE FILTRAGEM E POLIMENTO FINAL**

O afluente após o tratamento é enviado para um tanque coletor, o qual possui no seu interior uma bomba submersa de alta pressão que lança o mesmo para o Sistema de Filtragem Mecânica, MARCA HERTZ, conjunto, com recheios de diferentes micras, após é enviado ao Clorador, por fim lançado ao corpo receptor **Finalidade:** Desinfecção, por equipamento UV, no afluente.

**12. - DESINFECÇÃO POR RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV)**

Para a desinfecção final do afluente tem instalado o equipamento UV que tem função de inativar e matar microorganismos, bactérias e vírus, após é lançado ao corpo receptor.

### **13.- MONITORAMENTO/MANUTENÇÃO**

Os efluentes líquidos finais a serem gerados no sistema, deverá ser monitorado, cujo os resultados deverão estar de acordo com as exigências dos órgãos ambientais reguladores. Quanto a limpeza deve ser realizada no período de cada 3 meses, ou quando achar necessário.

### **14.- CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Através da TECNOLOGIA HERTZ , a Estação Compacta aqui apresentada, pelas formas construtivas e a eficiência de seus equipamentos e as instruções nas operações, atentando as característica do efluente l a ser gerado é basicamente orgânico o tratamento se dará através do processo de estabilização da matéria orgânica, ou seja, por um processo biológico onde microrganismos, que se desenvolvem em ambientes onde não existe ar, irão consumir/digerir a matéria orgânica presente no meio líquido, gerando gás a ser aproveitado, lodo estabilizado e afluente tratado.

Ressalta se que o lodo estabilizado pode ser enviado ao aterro sanitário e/ou para aproveitamento de plantio e jardinagem e o afluente pode ser aproveitado pra irrigação de jardins e lançado ao corpo receptor.