

## **MEMORIAL DESCRITIVO**

**Obra:** EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL

13/07/2021

**MEMORIAL DESCRITIVO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DO  
ESGOTO SANITÁRIO**

Obra: EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

## SUMÁRIO

1	Características Gerais .....	4
2	Descrição técnica do sistema .....	4
3	Dados para projeto .....	6
4	Memorial de Cálculo .....	6
4.1	Vazão de afluentes .....	6
4.2	Cálculo de concentrações .....	7
4.3	Volume Reator .....	7
4.4	Vazão de ar .....	8
4.5	Potência do Soprador .....	11
4.6	Decantador Secundário .....	11
4.7	Etapa de Desinfecção .....	12
4.8	Tanque de Lodo .....	12
5	Produção de lodo no tanque de aeração .....	13
6	Programa de monitoramento do sistema de tratamento .....	14
7	Destinação dos produtos finais .....	16
8	Efluente final .....	16
9	Referências bibliográficas .....	17

## **1 Características Gerais**

Proprietário: Prefeitura Municipal de Calmon

Localização: Rua Teodósio Paulek, 378, Calmon/SC

## **2 Descrição técnica do sistema**

Em princípio, todos os compostos orgânicos podem ser degradados pela via aeróbia, sendo que tal processo se mostra mais eficiente e mais econômico quando os dejetos são facilmente biodegradáveis, como é o caso do efluente sanitário (adaptado de CHERNICHARO, 2007). A degradação da carga orgânica biológica ocorre através da atuação de bactérias que necessitam de oxigênio para sua sobrevivência, sendo estas conhecidas como bactérias aeróbias.

O sistema de tratamento aeróbio é compreendido como tratamento de lodos ativados, esse princípio de tratamento é resultante de uma elevada qualidade final de efluente tratado.

O funcionamento de um sistema de lodos ativados é resultante da etapa biológica que ocorre dentro do tanque aerado (Reator), nesse tanque é empregado a oxigenação em toda a sua superfície através de difusores, sendo os difusores empregados para garantir a maior área de contato de oxigênio no reator através de micro bolhas formadas, garantindo assim uma elevada área de contato do sistema, sendo empregado sopradores adaptáveis a melhor eficiência gerada pelos difusores

. Após a etapa de oxigenação que ocasionou o tratamento biológico do efluente este é encaminhado para um tanque de decantação, essa fase tem como por funcionalidade separar o efluente tratado do lodo gerado, o lodo é destinado para a parte inferior e o efluente tratado para a superior. Já separado o lodo este é recirculado para a etapa de oxigenação com o intuito de promover um aumento de concentração de microrganismos gerando uma maior eficiência na degradação da matéria orgânica.

Devido a recirculação de lodo para a etapa de oxigenação, ocorre o excesso de lodo no sistema pelo aumento do crescimento biológico, logo se faz necessário extrair o excesso formado pelo tratamento.

Tratamento decorrentes por lodos ativados é compreendida por duas modalidades sendo estas: Aeração Convencional e Aeração Prolongada.

- Aeração Convencional

Sistemas de tratamento biológico provenientes de aeração convencional possuem duas etapas de decantação, antes do efluente entrar no reator de oxigenação esse já é estabilizado em um tanque de decantação primário resultando na retirada de uma parte da matéria orgânica, após essa etapa o efluente é destinado para o processo biológico oxigenado e sequencialmente destinado para o decantador secundário.

Aeração convencional possui algumas características que o sistema dimensionado deve atender: Idade do lodo deve ser de 4 a 10 dias; Tempo de detenção hidráulico 6 a 8 horas; Relação alimento/ microrganismo (A/M) 0,25 a 0,5.

- Aeração Prolongada

O Sistema de tratamento biológico pela ação prolongada não possui estabilização da matéria orgânica na entrada do tanque de aeração, o efluente entra diretamente para ser degradado pela ação biológica, e posteriormente é encaminhado para o decantador para realizar a separação do efluente tratado e o lodo gerado, devido esse sistema não possuir decantador primário a concentração biológica sofre um aumento mais elevado quando comparado ao convencional.

Devido esse aumento é necessário possuir uma recirculação de lodo em um tempo mais abrangente, sistemas de ação prolongado possuem uma idade de lodo de 18 a 30 dias, para garantir a sobrevivência biológica, pois como a carga de DBO na entrada é sempre a mesma e o crescimento bacteriano é maior, estas bactérias sobrevivem com a utilização da matéria orgânica biodegradável componente das suas células, logo esse processo requer um maior tempo da idade do lodo no sistema.

As características necessárias para um bom funcionamento de um sistema de aeração prolongada devem atender aos parâmetros: Idade do lodo 18 a 30 dias; Tempo de detenção hidráulico 16 a 24 horas; Relação alimento/microrganismo (A/M) 0,07 a 0,15.

Para o presente projeto adotou-se um sistema de lodos ativados de ação prolongada, sendo descrito posteriormente as etapas desse sistema.

**Tanque de Oxigenação – Reator:** Etapa composta por difusores de bolha fina, ocasionando uma maior área de contato de oxigênio no reator, garantindo as condições ideais para sobrevivência biológica. O oxigênio dissolvido nesse tanque deverá manter concentração variando de 1,5 mg/L a 2,0 mg/L.

**Decantador Secundário:** Empregado para separação do efluente tratado com o lodo gerado pelo sistema, o efluente tratado é direcionado para o tanque de desinfecção e o lodo retorna para o tanque de aeração.

**Desinfecção:** A etapa de desinfecção é empregada após o efluente passar pelo processo de tratamento biológico, tendo como a função a inibição de microrganismos patogênicos está ocorre através da utilização do produto químico hipoclorito, sendo este dosado através de bomba automatizada.

### 3 Dados para projeto

O presente projeto baseou-se em sistemas por lodos ativados de ação prolongado, o tratamento de efluente destina-se a sanitários. Segundo a NBR 13969:1997 adotou-se padrão baixo 100 litros/dia, destinados a 240 contribuintes.

### 4 Memorial de Cálculo

Segundo a NBR 13969/97, obtemos a quantidade de efluente gerada por uma pessoa em um dia, e através deste obtemos a vazão de esgoto sanitário chegando no sistema de tratamento.

#### 4.1 Vazão de afluentes

O cálculo de volume das vazões são apresentados a seguir:

- Vazão média diária

$$Q_m = \sum(n \times CV)$$

Onde:

Q = Vazão diária (L/d);

n = Número de ocupantes (p);

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

$$Q_m = 240 \times 100$$

$$Q_m = 24000 \text{ L/d ou } 24 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Vazão média horária

$$Q_h = \frac{Q_m}{P}$$

Onde:

$Q_m$  = Vazão média diária;

$P$  = Período de operação (h).

$$Q_h = \frac{24}{10} = 2,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Vazão máxima diária

$$Q_{m\acute{a}x} = K_1 * K_2 * Q_m$$

$K_1$  e  $K_2$  são os picos diário e horário de vazão, sendo  $k_1 = 1,2$  e  $K_2 = 1,5$ .

$$Q_{m\acute{a}x} = 1,2 * 1,5 * 24$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 43,2 \text{ m}^3/\text{dia}$$

#### 4.2 Cálculo de concentrações

Para obter a dimensão do Reator é necessário conhecer as concentrações do sistema.

- Carga Orgânica do Sistema

Segundo a NBR 13969/97 para padrão médio a contribuição de carga orgânica é de 40 gDBO<sub>5,20</sub>/d. O fator de correção de unidade é 1000.

$$\text{DBO afluente} = (\text{Contribuintes} * \text{Carga Orgânica})/1000$$

$$\text{DBO afluente} = \frac{240 * 40}{1000} = 9,6 \text{ KgDBO/dia}$$

- DBO na entrada do sistema

Sendo a vazão média de afluente de entrada no sistema de 18,72 m<sup>3</sup>/dia, obtêm a concentração de DBO na entrada do sistema. Sendo o fator de correção de unidades 1000.

$$\text{DBO entrada} = \frac{\text{Carga orgânica}}{\text{Vazão média diária}}$$

$$\text{DBO entrada} = \frac{9,6}{24} * 1000 = 400 \text{ mg/L}$$

#### 4.3 Volume Reator

Para o dimensionamento do volume do reator, alguns critérios de projetos devem ser seguidos, através da tabela 01 é expresso parâmetros para dimensionamento:

DADOS	SÍMBOLO	QUANTIDADE	UNIDADE
Vazão média diária	Qm	24,0	m <sup>3</sup> /d
Vazão média horária	Qh	2,4	m <sup>3</sup> /h
Vazão máxima	Qmáx	43,2	m <sup>3</sup> /d
DBO entrada	So	400	mg/L
DBO saída previsto	S	60	mg/L
SSTA	Xv	4000	mg/L
Idade do Lodo	θ	28	d
Coefficiente de reprodução celular	Y	0,6	gSSV/gDBO
Coef. de respiração endógena	Kd	0,08	gSSV/gSSV.d
Fração biodegradável	Fb	0,8	gSSV

Através da equação a seguir é obtido o volume do Reator.

$$V_{Reator} = \frac{\gamma \theta c Q_{med} (S_o - S)}{X_v [1 + (k_d f_b \theta c)]}$$

$$V_{Reator} = \frac{0,6 * 28 * 24 * (400 - 60)}{4000 [1 + (0,08 * 0,8 * 28)]}$$

$$V_{Reator} = 12,28 \text{ m}^3$$

Para fins de projetos é utilizado um volume útil de **16 m<sup>3</sup>** fabricado através de fibra de resina de vidro.

- Tempo de detenção hidráulico:

$$TDH = \frac{V_{reator}}{Q_m} = 16 \text{ h}$$

- Relação Alimentos/Microrganismo

$$F/M = \frac{Q_{med} \cdot S_o}{V_R \cdot X_v} = 0,15$$

Avaliando os termos necessários para ser atendidos quando se trabalha com lodos ativados de ação prolongada nota-se que valores de tempo de detenção e relação alimento/microrganismo foram atendidos no presente projeto.

#### 4.4 Vazão de ar

Segundo Von Sperling (1997) nos descreve que a relação para a demanda carbonácea de oxigênio é de 1,0 kg O<sub>2</sub>/ kg de DBO. Sendo a carga orgânica 9,6 KgDBO/dia, tem-se:

Portanto a relação mencionada anteriormente é compreendida nesse sistema em:

$$9,6 \frac{\text{Kg DBO}}{\text{dia}} = 9,6 \frac{\text{KgO}_2}{\text{dia}}$$

Para obter a taxa de transferência máxima no campo:

$$TTO_{\text{campo}} = \frac{9,6 \frac{\text{KgO}_2}{\text{dia}}}{24} = 0,4 \frac{\text{KgO}_2}{\text{h}}$$

A vazão de oxigênio necessária para esse sistema em relação a carga orgânica presente, é determinada através do método de Sperling (1997), através dos seguintes parâmetros mencionados na tabela 02:

Tabela 02: Parâmetros para dimensionamento

Dados	Símbolo	Quantidade	Unidade
Temperatura ambiente	T	25	°C
Taxa de transferência de oxigênio o campo	TTO <sub>campo</sub>	0,4	Kg O <sub>2</sub> /h
Concentração da saturação de oxigênio na água limpa a 20°C	C <sub>S (20°)</sub>	9,02	mg/L
Concentração da saturação de oxigênio na água na temperatura ambiente	C <sub>S</sub>	8,17	mg/L
Concentração de oxigênio mantida no reator	C <sub>L</sub>	2	mg/L
Altitude	Alt	1200	m
Fator de correção de C <sub>s</sub> para altitude (= 1- altitude/9450)	f <sub>H</sub>	0,929	-
Fator de correção para presença de sais, matéria particulada e agentes tensoativos	β	0,9	-
Fator de correção levando em consideração as características do esgoto e a geometria do reator	α	0,75	-
Coefficiente de temperatura	θ	1,024	-
Densidade	ρ <sub>ar</sub>	1,2	Kg/m <sup>3</sup>

Através da equação (5.4.1), calcula-se a taxa de transferência de oxigênio padrão:

$$TTO_{padr\tilde{a}o} = \frac{TTO_{campo}}{\left(\frac{\beta * f_H * C_S - C_L}{C_S(20^{\circ}C)}\right) * \alpha * \theta^{T-20}} \quad (5.4.1)$$

$$TTO_{padr\tilde{a}o} = \frac{0,4}{\left(\frac{0,9 * 0,929 * (8,17 - 2)}{9,02(20^{\circ}C)}\right) * 0,75 * 1,024^{25-20}}$$

$$TTO_{padr\tilde{a}o} = 0,815 \frac{KgO_2}{h}$$

Através da taxa de transferência de oxigênio padrão é obtido a vazão de ar teórica pela equação (6.2):

$$Q_{ar\ te\acute{o}rico} = \frac{TTO_{padr\tilde{a}o}}{(\rho_{ar} * 0,21 * 60)} \quad (6.2)$$

$$Q_{ar\ te\acute{o}rico} = \frac{0,815}{(1,2 * 0,21 * 60)} = 0,0539 \frac{m^3 ar}{min}$$

A vazão real necessária para o sistema é obtida através do conhecimento da eficiência do difusor empregado, através da tabela 02 é exposto a eficiência de modelos de difusores.

Tabela 03: Modelo de difusores:

Modelo	Medidas (mm) Ø	Área De contato (m <sup>2</sup> )	Fluxo de ar m <sup>3</sup> /h	Transf O <sub>2</sub> %
P - 250	250	0,065	1,7 - 9	
T - 25/1000	1000 x 25	0,040	1,3 - 6	
T - 60/600	600 x 60	0,080	2,5 - 13	15 - 32
T - 60/800	800 x 60	0,110	4 - 18	
T - 90/1000	1000 x 90	0,205	10 - 35	

O modelo adotado para esse sistema foi o T- 60/800, possuindo uma eficiência de 15 – 32% em relação a taxa de transferência de oxigênio, para obter o valor real da vazão de transferência de oxigênio adotou a mínima eficiência do difusor sendo está de 15%, portanto através da equação (6.3) é obtida a vazão de oxigênio real para o presente projeto.

$$Q_{ar\ real} = \frac{Q_{ar\ te\acute{o}rico}}{efici\tilde{e}ncia\ do\ difusor} \quad (6.3)$$

$$Q_{ar\ real} = \frac{0,0539}{0,15} = 0,359 \frac{m^3 ar}{min}$$

Considerando uma vazão de ar de 21,56 m<sup>3</sup>ar/h de difusor tipo bastão T – 60/800, serão necessários 5 difusores para garantir a eficiência mínima necessária.

#### 4.5 Potência do Soprador

Através de Von Sperling (1997) a potência do soprador pode ser dimensionada através de parâmetros de vazão de ar e da pressão a ser vencida pelo sistema, pela equação (6.5) é obtida a potência do soprador:

$$P = \frac{Q_g * \rho * g * (d_i + \Delta h)}{\eta} \quad (6.5)$$

Onde:

P = Potência do soprador (W);

$Q_g$  = Vazão de ar (m<sup>3</sup>/s);

$\rho$  = peso específico (1000 kg/m<sup>3</sup>);

g = Aceleração da gravidade (9,81 m/s<sup>2</sup>);

$d_i$  = Profundidade de imersão dos difusores (m);

$\Delta h$  = Perda de carga de distribuição de ar (m);

$\eta$  = Eficiência do soprador.

$$P = \frac{0,00599 \frac{m^3}{s} * 1000 \frac{kg}{m^3} * 9,81 \frac{m}{s^2} * (2,5 + 1)m}{0,75}$$

$$P = 274,22 W$$

#### 4.6 Decantador Secundário

Para o dimensionamento do decantador secundário baseia-se conforme Von Sperling, os dados utilizados são testados através de parâmetros de vazões média e máxima, sendo estes:

**Vazão média TAH = 0,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia**

**Vazão máxima TAH = 1,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia**

Através das vazões do sistema média e máxima, testa-se esses parâmetros para descobrir a área de decantação, a maior área encontrada é utilizada para fins de projetos, através das vazões do sistema a maior que apresentou foi da vazão média resultando em uma área média de decantação de 1,25 m<sup>2</sup>, para fins de projeto é utilizado uma área útil de 1,5 m<sup>2</sup> a uma altura de leito de 2,5 m. Logo o volume necessário do decantador com níveis de segurança será de:

$$Vd = 5 \text{ m}^3$$

- Tempo de detenção hidráulica:

$$TDH = \frac{Vd}{Qm} = 5 \text{ h}$$

Segundo a NBR 12209/11 o decantador secundário deve possuir um tempo de detenção hidráulico relativo a vazão média igual ou superior a 1,5 h, logo este apresentou-se com um tempo de retenção de 5,0 h estando de acordo com a presente NBR.

#### 4.7 Etapa de Desinfecção

Segundo a NBR 13969/97, o tempo de detenção hidráulico de desinfecção deve ser superior a 30 minutos, sendo a vazão média horária de 2400 L/h, obtêm-se o volume necessário para o tanque de desinfecção.

$$V = Q_{med \text{ horária}} \times TDH .$$

$$V = 2400 \times 0,5$$

$$V = 1200 \text{ L}$$

O volume útil para essa etapa será correspondente a **3000 L**.

#### 4.8 Tanque de Lodo

A vazão de descarte do lodo nesse projeto é estimada considerando que o lodo estará sedimentado no fundo do decantador secundário a uma concentração de 0,8 g SSV/m<sup>3</sup>, para conhecer o volume do tanque de lodo necessário, primeiramente alguns parâmetros precisam ser conhecidos.

- Razão de retorno:

$$R = \frac{\text{Vazão reator}}{\text{Vazão diária}} = 0,78$$

- Carga orgânica de Retorno:

$$Rr = DBO * R = 7,47 \text{ Kg/d}$$

- Vazão de lodo:

$$Q = DBO - Rr = 2,13 \frac{\text{Kg}}{\text{d}}$$

$$Q = \frac{Q}{0,008 * \text{mlodo}}$$

$$Q = \frac{Q}{0,008 * 1010} = 0,26 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Por fim obtêm o volume necessário do tanque de lodo:

$$V_L = \text{Idade do lodo} * \text{Vazão do lodo}$$

$$V_L = 7,28 \text{ m}^3$$

Será empregado um volume útil para esse sistema de **10 m<sup>3</sup>**.

**Obs:** Na operação deve-se sempre tirar o excesso de lodo formado destinando para o tanque de lodo, o tempo da limpeza do tanque do lodo é variante da forma de operação da estação, orienta-se a fazer uma limpeza trimestral, para evitar que ocorra formações excessivas de lodos no sistema, sendo necessário a maior quantidade presente disponível no tanque de lodo. A Limpeza deste deve ocorrer por empresas especializadas que possuam uma destinação correta deste efluente.

## 5 Produção de lodo no tanque de aeração

Segundo Sperling (1997) reatores de aeração o coeficiente de produção de lodo em relação a carga de DBO aplicada é dada pela equação 01:

$$\frac{SS}{DBO \text{ aplicada}} = \frac{0,98 \text{ kgSS}}{\text{kg de DBO aplicada}} \quad (01)$$

Sendo a carga de DBO aplicada no sistema de 3,6 KgDBO/d, logo a produção de lodo no reator é:

$$P = 9,6 \frac{\text{Kg DBO}}{\text{d}} * \frac{0,98 \text{ kgSS}}{\text{Kg DBO}}$$

$$P = 9,41 \frac{\text{Kg DBO}}{\text{d}}$$

A concentração de sólidos suspensos no reator é obtida pela equação 02:

$$SSTA = \frac{SSVTA}{\left(\frac{SSV}{SS}\right)} \quad (02)$$

A concentração de SSVTA (mg/L) na aeração prolongada deve estar na faixa de 2500–4000 mgSSV/L e o SSV/SS no esgoto bruto deve estar entre 0,7-0,85, logo adotou-se:

- SSVTA = 4000 mg/L;
- SSV/SS = 0,70.

Logo:

$$SSTA = \frac{4000}{0,70} = \mathbf{5714,28 \text{ mg/L}}$$

Conforme Sperling (1997) a concentração de lodo aeróbio é a mesma do lodo de recirculação, logo a concentração de recirculação de lodo é obtida pela equação 03:

$$SSLR = SSTA \times \left(1 + \frac{1}{R}\right)$$

Onde: R=0,78.

$$\mathbf{SSLR = 13877,54 \text{ mg/L}}$$

Por fim obtêm a vazão de lodo produzida excedente por dia do tanque de aeração, conforme a equação 04, sendo 1000 fator de conversão de unidades.

$$Q_L = \frac{P \times 1000}{SSLR} \quad (04)$$

$$\mathbf{Q_L = 0,678 \text{ m}^3/\text{d}}$$

Com um monitoramento adequado da estação na prática essa vazão pode ser reduzida significativamente, resultando em uma recirculação de maior tempo do lodo no reator aerado.

## 6 Programa de monitoramento do sistema de tratamento

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

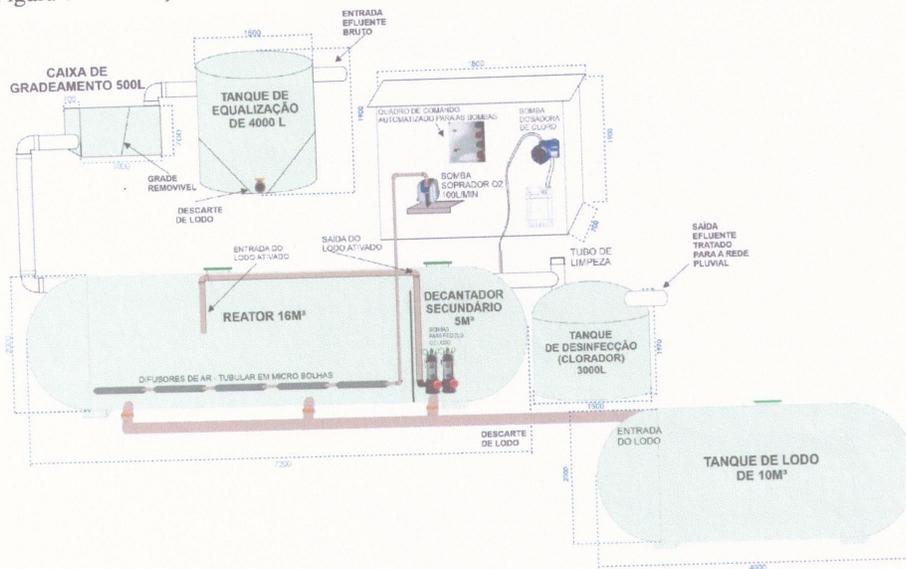
Os cálculos demonstrados anteriormente são teóricos podendo os valores de eficiência do sistema real divergirem dos resultados teóricos. Para efeito de monitoramento os valores dos parâmetros no final do sistema deverão ser inferiores aos

estipulados pela Resolução CONAMA 430/11, SEÇÃO III que equivale a Tabela 03 deste memorial:

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

parâmetros conforme mencionados é necessário uma operação correta da ETE, e acompanhamento por profissional da área habilitado.

Figura 01: Ilustração da estação de tratamento



## 7 Destinação dos produtos finais

A NBR 13.969/97, estabelece alternativas para a disposição final do efluente, de acordo com as características encontradas na região. O efluente obtido no final do tratamento feito pelo sistema de aeração tem como índices de conversão de matéria orgânica de até 95%.

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

## 8 Efluente final

A disposição final do efluente tratado será em rede pluvial, com atendimento a todas as normativas neste meio.