

Área: Sustentabilidade | **Tema:** Temas Emergentes em Sustentabilidade

**PROPOSTA DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE SANITÁRIO POR LODO ATIVADO
PARA MÚNICIPIO COM ATÉ 25 MIL HABITANTES**

**PROPOSAL OF SANITABLE WASTE TREATMENT STATION ACTIVATED FOR MUNICIPALITY
WITH UP TO 25,000 INHABITANTS**

Larissa Meincke Eickhoff, Liege Goergen Romero, Thasiane Alícia Darui Pinheiro, Arthur Mateus Schreiber
e Joice Viviane De Oliveira

RESUMO

Os tratamentos são baseados em processos biológicos e químicos, que possuem aplicação na maioria dos efluentes gerados, tanto de origem doméstica quanto industrial. O tratamento biológico aeróbio é uma reprodução da biodegradação que ocorre naturalmente nos rios, a autodepuração. Este processo se realiza através da estabilização biológica da matéria orgânica. Em condições aeróbias, o mecanismo envolvido na biodegradação (processada por bactérias) é a respiração celular que promove a oxidação de compostos orgânicos com quebra de moléculas complexas, transformando-as em moléculas mais simples e mais estáveis. O processo estudado é de lodo ativado, o qual é caracterizado como aquele que tem maior eficiência, quando comparado, por exemplo, com o reator UASB e outros. Porém, em relação ao fósforo é necessário realizar uma adição de uma lagoa de estabilização no final do tratamento para atingir o limite definido pelo CONSEMA n° 355/2017. Pontos negativos: alta geração de lodo e não atinge parâmetro para fósforo.

Palavras-Chave: Estação de tratamento, efluente sanitário, lodo ativado

ABSTRACT

The treatments are based on biological and chemical processes, which have application in most generated effluents, both domestic and industrial. Aerobic biological treatment is a reproduction of the naturally occurring biodegradation in rivers, self-purification. This process is accomplished through the biological stabilization of organic matter. Under aerobic conditions, the mechanism involved in biodegradation (processed by bacteria) is cellular respiration that promotes the oxidation of organic compounds with breakdown of complex molecules, transforming them into simpler and more stable molecules. The studied process is activated sludge, which is characterized as having the highest efficiency when compared, for example, with the UASB reactor and others. However, for phosphorus it is necessary to add a stabilization pond at the end of treatment to reach the limit defined by CONSEMA No. 355/2017. Negative points: high sludge generation and does not reach parameter for phosphorus.

Keywords: Treatment plant, sewage, activated sludge

PROPOSTA DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE SANITÁRIO POR LODO ATIVADO PARA MÚNICÍPIO COM ATÉ 25 MIL HABITANTES

1 INTRODUÇÃO

O tratamento adequado despejos industriais e domésticos em corpos hídricos é de interesse econômico, social e ambiental. Os tratamentos são baseados em processos biológicos e químicos, que possuem aplicação na maioria dos efluentes gerados, tanto de origem doméstica quanto industrial, e assim permitindo o tratamento de grandes volumes de efluentes por meio da transformação dos compostos tóxicos em CO₂ e em H₂O ou (CH₄ e CO₂). O objetivo do processo é remover a matéria orgânica que está presente nos rejeitos, que são indicados pelas medidas de demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (FREIRE et al., 2000), bem como outros contaminantes.

O tratamento biológico aeróbio é uma reprodução da biodegradação que ocorre naturalmente nos rios, a autodepuração. Este processo se realiza através da estabilização biológica da matéria orgânica. Em condições aeróbias, o mecanismo envolvido na biodegradação (processada por bactérias) é a respiração celular que promove a oxidação de compostos orgânicos com quebra de moléculas complexas, transformando-as em moléculas mais simples e mais estáveis. Neste caso, o oxigênio é o principal receptor de elétrons gerados a partir da degradação destes compostos. Além disso, durante o metabolismo respiratório ocorre a liberação de energia necessária para o crescimento e manutenção das células bacterianas (VAZOLLÉR et al., 1991).

O desenvolvimento microbiológico propiciou a utilização de processos biológicos na remediação de efluentes industriais e sanitários, sendo que as maiores aplicações são de lagoa aerada e lodos ativados (FERNANDO & FEDORAK, 2005).

O processo de lodo ativado é fermentativo aeróbio, contínuo, com reciclo de biomassa que constitui um inóculo permanente e aclimatado (VAZOLLÉR et al., 1991). Utiliza-se de pouco substrato auxiliar e tem capacidade de remover toxicidade elevada e a carga orgânica do efluente em período reduzido de retenção hidráulica e a área que é necessária para a implementação do sistema é reduzida (FREIRE et al., 2000; VON SPERLING, 1997).

As unidades de tratamento caracterizadas como tanques de aeração, são basicamente para submeter efluentes brutos ou pré-tratados à aeração artificial, o qual é o princípio do tratamento de lodos ativados (VON SPERLING, 2002).

A etapa de depuração biológica ocorre no tanque de aeração ao qual é introduzido o efluente a ser tratado. O lodo biológico encontra-se misturado com o meio líquido. É formado por diferentes bactérias agregadas sob a forma de flocos biologicamente ativos, que origina propriamente o nome de lodos ativados.

2 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

O desenvolvimento de um projeto para o dimensionamento de uma estação de tratamento de efluente sanitário utilizou-se como base um município com 25 mil habitantes, sendo esse município a cidade de Panambi, localizada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Para a elaboração do projeto da estação de tratamento de efluente sanitário por meio de lodo ativado, assumiu-se que a localização da unidade de recuperação do efluente e do corpo hídrico receptor será de 150,18 m.

Na Tabela 1, apresenta os dados para a população total e a atendida pelo tratamento de esgotos, as vazões consideradas para a ETE, o percentual atendido em 2010, e o que se pretende alcançar em 2049, ou seja, um horizonte de 19 anos. , bem como a vazão que será tratada

Tabela 1 - População total e atendida e vazões estimadas na estação de tratamento de esgotos.

Variável	Ano	
	2010	2049
População total	38.058	69.521,174
População Atendida	25.000	55.616,939
Percentual atendido (%)	65,69	80
Vazão (m3/dia)	3.750,00	8.342,54

Fontes: IBGE e o autor.

Para o cálculo da vazão foi considerado uma vazão diária por habitante de $150 \text{ L.hab}^{-1}\text{.dia}^{-1}$. Desta maneira tem-se uma vazão média de $3.750 \text{ m}^3\text{dia}^{-1}$ e uma vazão máxima de $8.342,54 \text{ m}^3\text{dia}^{-1}$, que atenderá 65,69% e 80% da população respectivamente.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO AFLUENTE DA ETE

O afluente é considerado todo o material que está sendo alimentado na estação de tratamento (MONTANÕ, J., 2016). Para definir a caracterização do afluente de entrada no processo de tratamento preliminar foram definidos alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos importantes, sendo eles: DBO (demanda bioquímica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio), SST (sólidos suspensos totais), fósforo total, nitrogênio total e coliforme totais, em consonância com os parâmetros destacados pela Resolução CONSEMA nº 355/2017

A caracterização do afluente “in natura” foi elaborada por meio de um breve estudo bibliográfico, no qual foram definidos valores em mgL^{-1} na entrada do processo para cada parâmetro, conforme disposto na Tabela 2, adaptado de Pollyane Diniz Saliba (SALIBA, 2016).

Tabela 2. Caracterização do afluente “in natura”

PARÂMETRO	MATERIAL IN NATURA (mg.L^{-1})
DBO5	195
DQO	442
SST	240
FÓSFORO	5,4
NITROGÊNIO	38,3
COLIFORMES	$3,09 \times 10^8$

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

2.2 CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE DA ETE

Para a verificação da eficiência da ETE, busca-se atender os parâmetros propostos pelo Art. 17 e Art. 18 da Resolução CONSEMA nº 355/2017, a qual define os padrões de emissão de efluente sanitário em função da vazão. A Tabela 3 apresenta os valores estabelecidos para cada parâmetro em função da vazão máxima ($8.342,54 \text{ m}^3\text{dia}^{-1}$).

Tabela 3. Padrões de emissão em função da vazão máxima da ETE (8.342,54 m³dia⁻¹).

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO (mg/L)
DBO5	60
DQO	180
SST	60
COLIFORMES	104
NITROGÊNIO TOTAL	20
FÓSFORO TOTAL	2

Fonte: Resolução CONSEMA n° 355/2017

3 DIMENSIONAMENTO DE EQUIPAMENTOS

3.1 GRADEAMENTO

O gradeamento ocorre por meio de uma grade de limpeza mecanizada ou manual, e apresenta como o objetivo a remoção de partículas sólidos maiores do que o espaçamento das barras. Se não removidos estes sólidos podem gerar problema nas etapas posteriores, como desgaste em bombas ou a obstrução da tubulação (CONASA SANESALTO, 2019).

3.1.1 Dimensionamento

Assumiu-se:

Espaçamento entre as grades (a) = 12 mm;

Espessura das barras (t) = 5 mm;

Velocidade de passagem (v) = 0,8 m/s;

Vazão máxima (Q máx) = 8342,54 m³/dia, com base na projeção para 2049.

Equações utilizadas:

$$E = \frac{a}{a+t} \quad (1) \text{ Eficiência da grade}$$

$$Au = \frac{Q_{\text{máx}}}{v} \quad (2) \text{ Área útil}$$

$$S = \frac{Au}{E} \quad (3) \text{ Secção transversal do canal}$$

Utilizando as equações (1) (2) e (3), os cálculos foram desenvolvidos e os resultados estão evidenciados na Tabela 4, a seguir.

Tabela 4. Dimensionamento do sistema de gradeamento

Incógnita	Resultado
E =	0,7
Au =	0,12 m ²
S =	0,17 m ²

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

3.2 DESARENADOR

Localizado entre o gradeamento e a Calha Parcschal, no desarenador os grãos de areias suspensos na massa líquida sedimentam-se discretamente, devido a taxa de aplicação superficial, sendo arrastados pelos raspadores mecanizados, até nas zonas periféricas do tanque (CONASA SANESALTO,2019).

3.2.1 Dimensionamento

Assumiu-se:

Diâmetro efetivo da areia: 0,3 mm;

Massa específica da areia: 2650 kg/m³;

Velocidade de sedimentação: 2 cm/s;

Velocidade de passagem (v): 0,3 m/s;

Vazão máxima (Q_{máx}) = 8342,54 m³/dia, com base na projeção para 2049.

Equações utilizadas:

$$A = \frac{Q_{\text{máx}}}{v} \quad (4) \text{ Área}$$

$$B = \frac{A}{H_{\text{máx}} \cdot Z} \quad (5) \text{ Largura}$$

$$L = 22,5 \cdot (H_{\text{máx}} - Z) \quad (6) \text{ Comprimento}$$

$$\text{Taxa} = \frac{Q_{\text{máx}}}{L \cdot B} \quad (7) \text{ Taxa de escoamento superficial resultante}$$

Utilizando as equações (4) (5) (6) (7) obteve-se os resultados evidenciados na tabela 5.

Tabela 5. Dimensionamento do sistema desarenador.

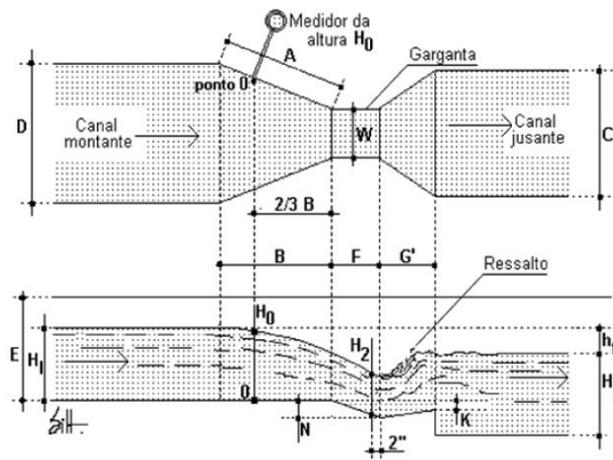
Incógnita	Resultado
A =	0,32 m ²
B =	1,35 m
L =	5,31 m
Taxa =	1123,2 m ³ m ⁻² dia

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

3.3 CALHA PARSHALL

Após o desarenador, o esgoto segue para a Calha Parshall. Este é um equipamento tradicional para medir a vazão em canais abertos de líquidos que estão fluindo pela gravidade, conforme demonstrado na Figura 4. Apresenta facilidade de instalação e baixo custo, atua como misturador rápido permitindo a dispersão dos coagulantes na água, em estações de tratamento de água (CONASA SANESALTO, 2019). A calha parshall mede a vazão de líquidos com sólidos suspensos, como é o caso do efluente sanitário.

Figura 4. Esquema da calha Parshall



Fonte: Fenômenos da Engenharia (2019).

3.3.1 Dimensionamento

Assumiu-se:

Vazão máxima ($Q_{\text{máx}}$) = 8342,54 m³/dia

Vazão mínima (Q_{min}) = 3750 m³/dia

Com base nas vazões máximas e mínimas comportada pela estação de tratamento de efluentes, e utilizando-se da tabela 6, pode-se assumir uma largura nominal de 9 polegadas para a calha Parshall.

Tabela 6. Relação entre a vazão e a largura nominal da calha Parshall

Largura nominal	N	K	Capacidade (l/s)	
			Mín.	Máx.
3"	1,547	0,176	0,85	53,8
6"	1,58	0,381	1,52	110,4
9"	1,53	0,535	2,55	251,9
1'	1,522	0,69	3,11	455,6
1 1/2'	1,538	1,054	4,25	696,2
2'	1,55	1,426	11,89	936,7

Fonte: USP (2011).

Equações utilizadas:

$Q = K H^N$ (8) Cálculo da altura (H) utilizando-se a tabela 4.

$\frac{Q_{\text{min}}}{Q_{\text{máx}}} = \frac{H_{\text{min}} - Z}{H_{\text{máx}} - Z}$ (9) Rebaixo (Z) da calha parshall

Utilizado às equações mencionadas a cima, puderam-se desenvolver os cálculos, e obterem-se os resultados evidenciados na tabela 7, apresentada a seguir.

Tabela 7. Dimensionamento da calha Parshall.

Incógnita	Resultado
H _{mim}	0,19 m
H _{máx}	0,32 m
Z =	0,084

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Utilizando-se a tabela 8, obtêm-se as dimensões totais da calha, evidenciadas na tabela 9.

Tabela 8. Dimensões padronizadas de uma Calha Parshall

W		A	B	C	D	E	F	G'	K	N
(pol) (pé)	(cm)									
1"	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9
3"	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7
6"	15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4
9"	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4
1'	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
1,5'	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
2'	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
3'	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
4'	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
5'	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
6'	183	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
7'	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
8'	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
10'	305,0	274,5	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	5,3	34,3

" = polegada; ' = pé.

Fonte: Guia da Engenharia (2019).

Tabela 9. Dimensões da calha parshall.

Incógnita	Resultado (cm)
A =	88
B =	86,4
C =	38
D =	57,5
E =	61
F =	30,5
G' =	45,7
K =	7,6
N =	11,4

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

3.4 DECANTADOR PRIMÁRIO

Decantadores primários são utilizados antes das etapas biológicas de tratamentos como o lodo ativado, e são usados na etapa de tratamento primário em uma estação de tratamento de esgoto. Podem estar distribuídos tanto na forma circular quanto na forma retangular e dentro desses equipamentos os esgotos fluí muito devagar, fazendo com que os sólidos em suspensão, os quais tem densidade maior que a do líquido, sedimente no fundo do decantador. Esse material decantado no fundo é denominado lodo primário bruto (VON SPERLING; 2005).

3.4.1 Dimensionamento

Assumiu-se:

Vazão de entrada no decantador, (Q): de 3.750,00 m³/dia, conforme a tabela 1;
Taxa de escoamento superficial resultante (q): 24 m³/m²/dia, (NBR 12.209, 2011).

Altura do decantador (Hu): 3,5 m, (NBR 12.209, 2011);

Equações utilizadas:

$$A = \frac{Q}{q} \quad (10) \text{ Área do decantador primário.}$$

$$V = H_u \times A \quad (11) \text{ Volume do decantador primário.}$$

$$d = \sqrt{\frac{V \times 4}{\pi}} \quad (12) \text{ Diâmetro do decantador primário.}$$

A partir das equações (10), (11) e (12), chegou-se aos resultados apresentados na Tabela 10..

Tabela 10: Dimensionamento do decantador primário.

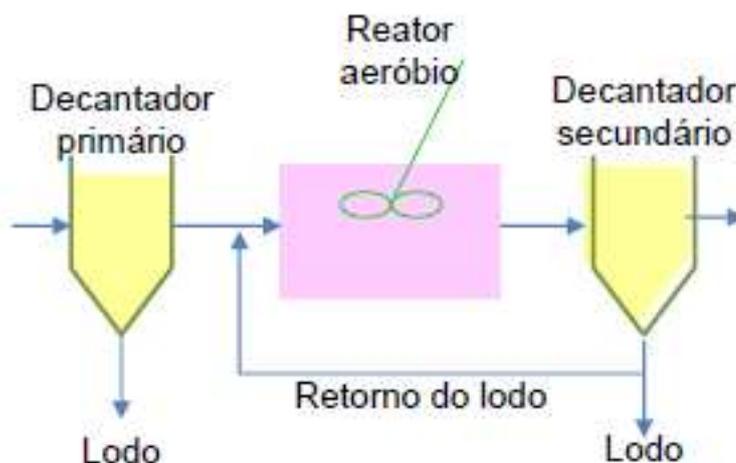
Incógnita	Resultado
A	156,25 m ²
V	546,88 m ³
d	26,39 m

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

3.5 LODO ATIVADO

Para Von Sperling (2012), há três unidades integrantes no sistema de lodo ativado de acordo com o fluxo do efluente: o tanque de aeriação (reator biológico) onde se encontram os aeradores; o tanque de decantação (sedimentador) onde ocorre a separação do lodo e o efluente tratado e a recirculação ou descarte do lodo, conforme demonstrada na figura 5.

Figura 5. Esquema de um tratamento de efluente utilizando o sistema de lodo ativado



Fonte: Metcalf & Eddy (1991).

O processo ocorre por meio do fornecimento de oxigênio (ar atmosférico ou oxigênio puro), para que os microrganismos biodegradem a matéria orgânica dissolvida e em suspensão, transformando-a em gás carbônico, água e flocos biológicos formados por

microrganismos característicos do processo. Esta característica é utilizada para a separação da biomassa (flocos biológicos) dos efluentes tratados (fase líquida).

No reator biológico ocorrem as reações bioquímicas de remoção da matéria orgânica. A biomassa desenvolvida utiliza o substrato que está presente no esgoto bruto para se desenvolver, formando flocos. Sendo assim, é importante a presença de bactérias formadoras do floco, bactérias filamentosas as quais dão mais rigidez e estrutura ao floco, matriz de união das células, protozoários que auxiliam na clarificação do efluente final e demais partículas presentes. Posteriormente, o efluente é encaminhado para a unidade de decantação (JORDÃO; PESSÔA, 2011).

Os flocos biológicos formados apresentam normalmente boa sedimentabilidade. Com a alimentação contínua e a sedimentação da matéria orgânica cresce de modo significativo o lodo biológico, que é denominado excesso de lodo. Quando o sistema de tratamento apresentar volumes acima do previsto operacionalmente, ele deve ser descartado. É retirada a água em excesso do lodo por meio do processo de secagem, filtro prensa, filtro a vácuo, prensa desaguadora contínua ou até mesmo centrifugação.

De acordo com Sperling (2012), os sólidos sedimentados no fundo do decantador são retornados ao reator biológico, com o intuito de aumentar a concentração de biomassa, fazendo com que tal processo obtenha uma alta eficiência. A recirculação do lodo torna a concentração dos sólidos em suspensão muito alta, de tal maneira, que a quantidade de sólidos em um sistema de lodo ativado chega a ser 10 vezes superior quando comparado a um sistema de lagoa aerada de mistura completa, sem recirculação.

3.5.1 Dimensionamento

Assumiu-se:

Concentração de sólidos (SST) na entrada (S_a) do tanque de lodo de 240 mg/L, de acordo com a tabela 2;

Concentração de sólidos (SST) na saída (S_e) do tanque de lodo de 16,8 mg/L, de acordo com a tabela 8;

Vazão de entrada no tanque de 8.342,54 m³/dia, conforme tabela 1;

Altura do tanque (a): 5 metros;

Comprimento do tanque (c): 18 metros;

Coefficiente de produção celular (y): 0,7 (SILVA, 2019);

Coefficiente de respiração endógena (k_d): 0,08 dia (SILVA, 2019);

Fração biodegradável dos SST imediatamente após a sua geração no sistema (f_{bio}): 0,8 (SILVA, 2019);

Idade do lodo (θ_c): 6 dias;

Concentração de SST dentro do reator (x_v): 2500 mg/L (SILVA, 2019).

Equações utilizadas:

$$V = \frac{y \cdot \theta_c \cdot Q(S_a - S_e)}{x_v(1 + k_d \cdot f_{bio} \cdot \theta_c)} \quad (11) \text{ Volume do tanque}$$

$$f_{bio} = \frac{f_{bio'}}{1 + (1 - f_{bio'}) \cdot k_d \cdot \theta_c} \quad (12) \text{ Fração biodegradável de SST}$$

$$r = \frac{Q_r}{Q} \quad (13) \text{ Razão de reciclo do lodo}$$

$$(1 + r)S_a = r \cdot x_v \quad (14) \text{ Balanço de massa}$$

$$V = c \cdot l \cdot a \quad (15) \text{ Dimensões do tanque retangular}$$

$$Q_{ex} = \frac{V \cdot S_a}{\theta_c \cdot x_v} \quad (16) \text{ Retirada do lodo excedente na linha de recirculação}$$

Utilizando as equações (11), (12), (13), (14), (15) e (16), obteve-se os resultados, evidenciados na tabela 12, apresentada a seguir.

Tabela 12. Dimensionamento do tanque de aeração

Incógnita	Resultado
V =	988,58 m ³
f _{bio} =	0,88
r =	0,11
Vazão do reciclo (Q _r) =	914,68 m ³ /dia
Largura (l) =	10,16 m
Q _{ex} =	15,81 m ³ /dia

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Por meio da comparação entre as características do afluente e efluente, é possível identificar quais as eficiências são desejadas no processo de tratamento para cada parâmetro.

A faixa de eficiência de remoção atribuída para cada parâmetro foi definida através da bibliografia, e posteriormente, os valores de efluente foram encontrados a partir dos cálculos realizados utilizando da equação (17).

$$E_f = (A_f \times E) - A_f \quad (17) \text{ Cálculo do efluente na saída do lodo ativado}$$

Para definir o valor de cada parâmetro na saída do equipamento, foi necessário realizar o cálculo utilizando a carga de entrada (afluente) e a eficiência de remoção estipulada para cada parâmetro de acordo com a bibliografia. Assume-se para fim de cálculos eficiência de remoção máxima (E), sendo (E), (A_f) o afluente e (E_f) efluente final.

Aplicando a equação (17), foram encontrados os valores de efluente de saída, os quais estão apresentados na tabela 13, juntamente com os valores de eficiência de remoção para cada um dos parâmetros definidos por Sperling (2005).

Tabela 13. Dados de eficiência de remoção e de efluente na saída do processo de tratamento.

PARÂMETRO	MATERIAL IN NATURA (mg/L)	EFICIÊNCIA (%)	AFLUENTE (Af) (mg/L)	EFLUENTE (Ef) (mg/L)
DBO	195	85-93	195	13,65
DQO	442	80-90	442	44,2
SST	240	87-93	240	16,8
FÓSFORO	5,4	35	5,4	3,51
NITROGÊNIO	38,3	60	38,3	15,32
COLIFORMES	$3,09 \times 10^8$	1-2(UNIDADE LOG)	$3,09 \times 10^8$	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

3.6 DECANTADOR SECUNDÁRIO

Os decantadores secundários são colocados após o equipamento de lodo ativado, e permitem uma separação adequada dos sólidos do tanque de aeração, obtendo-se assim um efluente clarificado. Além disso, a implantação desses equipamentos tem como objetivo adensar, de forma satisfatória, o lodo sedimentado, o qual deve retornar ao tanque de aeração (SALIBA; 2016).

3.6.1 Dimensionamento

Assumiu-se:

Vazão de entrada no decantador, (Q): de 3.750,00 m³/dia;

Taxa de escoamento superficial resultante (q): 24 m³/m²/dia, (NBR 12.209)

Altura do decantador (Hu): 3,5 m, (NBR 12.209);

Equações utilizadas:

$$A = \frac{Q}{q} \quad (18) \text{ Área do decantador secundário.}$$

$$V = H_u \times A \quad (19) \text{ Volume do decantador secundário.}$$

$$d = \sqrt{\frac{V \times 4}{\pi}} \quad (20) \text{ Diâmetro do decantador secundário.}$$

A partir das equações (18), (19) e (20) foi possível realizar os cálculos e determinar as incógnitas, as quais estão apresentadas abaixo na tabela 14.

Tabela 14: Dimensionamento do decantador secundário.

Incógnita	Resultado
A	156,25 m ²
V	546,88 m ³
D	26,39 m

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

4 LAY OUT ETE

A Figura 6 apresenta um layout da ETE proposta, com a disposição do gradeamento, desarenador, calha Parshall, decantador primário, sistema de lodo ativado e decantador secundário.

Figura 6. Croqui das fases de uma ETE



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisando os dados encontrados através da equação 17, a qual foi utilizada para encontrar as cargas de cada parâmetro no efluente, foi possível verificar se os valores encontrados no tratamento estão de acordo com a resolução.

Com a análise dos valores, verificou-se que o efluente final tratado na estação de tratamento utilizando lodo ativado poderia ser despejado no corpo receptor, considerando unicamente a Resolução CONSEMA n° 355/2017. Todos os valores encontrados estão dentro dos limites que a resolução define, exceto o fósforo, sendo este um problema em todas as estações de tratamento. Sendo assim, o efluente não deveria ser lançado no corpo receptor, porém é possível realizar alguns ajustes para diminuir a concentração do fósforo, sendo assim possível realizar o despejo do efluente.

O processo de lodo ativado é definido como aquele que tem maior eficiência, quando comparado, por exemplo, com o reator UASB e outros. Porém, em relação ao fósforo é

necessário realizar uma adição de uma lagoa de estabilização no final do tratamento para atingir o limite definido pelo CONSEMA n° 355/2017, o qual é de 2 mg/L.

Tabela 15: Comparativo entre os resultados calculados e valores estipulados pela resolução.

PARÂMETRO	MATERIAL "IN NATURA"(mg/L)	ENTRADA DO NA ETE (mg/L)	SAÍDA DA ETE(mg/L)	RESOLUÇÃO n° 355/2017, (mg/L)
DBO	195	195	13,65	60
DQO	442	442	44,2	180
SST	240	240	16,8	60
FÓSFORO	5,4	5,4	3,51	2
NITROGÊNIO	38,3	38,3	15,32	20
COLIFORMES	3,09x10 ⁸	3,09x10 ⁸	-	104

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

As cargas alcançadas no tratamento para cada parâmetro estão de acordo com a legislação, exceto o fósforo, sendo possível dizer que a estação de tratamento com lodo ativado apresentada neste trabalho é eficiente.

6 CONCLUSÃO

A partir do estudo realizado, referente de implantação de uma ETE que busca o correto tratamento e disposição final do esgoto sanitário proveniente do município com 25 mil pessoas, cujo o sistema de tratamento utilizado seja o de Lodos Ativados Convencional, pode-se se tirar algumas conclusões:

A ETE irá atender aos parâmetros de lançamento nos corpos hídricos, padrões que se encontram na resolução CONSEMA n° 355/2017, exceto para o fósforo;

O único parâmetro que se encontra um pouco acima do permitido é o fósforo, porém, isso pode ser reduzido com a utilização de uma aeração prolongada ou adição de um filtro (brita, areia e carvão ativado);

A implantação da ETE irá melhorar a qualidade de vida da população, bem como irá manter e melhorar a classe dos corpos hídricos que cortam o município; é necessária para melhorar a qualidade de vida da população e melhorar a salubridade ambiental;

Contudo, há um ponto negativo gerado pelo sistema, que é a alta geração diária de lodo. Deste modo, tem-se que buscar alternativas para o tratamento e a disposição final do lodo gerado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023:** Informação e Documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

Cidade-Brasil. Disponível em: <<https://www.cidade-brasil.com.br/mapa-panambi.html>>. Acesso em 23 abril 2019.

CONASA SANESALTO. **Funcionamento da estação de tratamento de esgoto St Isabel.** Disponível em: <<http://www.sanesalto.com.br/servicos/tratamento-de-esgoto>>. Acesso em 23 abril 2019.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – CONSEMA. **Resolução CONSEMA Nº 355/2017**. Dispõe sobre a fixação de Padrões de Emissão de Efluentes Líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017.

DIGIFLOW-**Medição e controle de fluídos Ltda. Calha Parshall**. Disponível em: <<http://www.digiflow.com.br/pdf/1-17-2.pdf>>. Acesso em 23 abril 2019.

FENÔMENOS DA ENGENHARIA. **Calha parshall**. Disponível em: <<http://fenomenosdaengenharia.blogspot.com/2013/06/calha-parshall.html>>. Acesso em: 19 mai. 2019.

FREIRE, R.S. et al. **Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas**. Química Nova, v. 23, p, 504-511, 2000.

GUIA DA ENGENHARIA. **Cálculos de dimensionamento de uma eta**. Disponível em: <<https://www.guiadaengenharia.com/estacao-tratamento/>>. Acesso em: 19 mai. 2019.

IBEGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=29&uf=43>>. Acesso em: 16 maio 2019.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6 ed. Rio de Janeiro, 1050p. 2011.

METCALF & EDDY. 1991. **Engenharia de Águas Residuais. Tratamento, Eliminação e Reutilização**.3.edição.

MONTANÕ, J. **Resíduos sólidos, resíduos líquidos, efluentes e afluentes**, 2016. Disponível em <<http://ambientesst.com.br/residuos-solidos-residuos-liquidos-efluentes-afluentes/>>. Acesso em: 17 de maio de 2019.

SALIBA, P. D. **Avaliação do desempenho de sistema de tratamento de esgoto sanitário composto de reator UASB seguido de lodo ativado: Estudo de caso da ETE Betim Central- MG**. Belo Horizonte, Escola de Engenharia da UFMG, 2016.

SILVA, CARLOS ERNANDO DA. **Tratamento de resíduos e impactos ambientais**. Disponível em: <jararaca.ufsm.br/websites/ces/download/a2.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2019.

USP, 2011 – **Manual TRATAMENTO PRELIMINAR DE ESGOTOS GRADEAMENTO E CAIXA DE AREIA**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em 200.144.189.36/phd/LeArq.aspx?id_arq=489. Acessado em 10/06/2011.

VAZOLLÈR, R. F.; GARCIA, A. D.; CONCEIÇÃO NETO, J. **Microbiologia de Lodos Ativados – Séries Manuais**. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo: CETESB, 1991. p.23.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. p. 339. (**Princípios do tratamento biológico de águas residuais**; v.1).

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. p. 269; 272. (**Princípios do tratamento biológico de águas residuais**; v.1).

VON SPERLING, M. Lodos Ativados. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2002. p. 428. (**Princípio do tratamento biológico de águas residuais**; v.4).

VON SPERLING, M. **Lodos ativados**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental: Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

VON SPERLING, M. Lodos Ativados. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. p. 416. (**Princípio do tratamento biológico de águas residuais**; v.2).