



PREFEITURA DE MACEIÓ
SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA

MEMORIAL DE CÁLCULO E DESCRITIVO TÉCNICO

Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários

ETE – LITORAL NORTE

Vazão – 73,80 L/s

Maceió – AL



PREFEITURA DE MACEIÓ
SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA

Prefeitura de Maceió
Secretaria Municipal de Infraestrutura

MEMORIAL DESCRITIVO

Julho de 2022



APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o Memorial Descritivo e de Cálculo para o sistema de tratamento de esgoto sanitário na cidade de Maceió (AL), denominada de ETE-Litoral Norte, sendo basicamente esta Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário do tipo Lodos Ativados compostos especificamente pela IFAS (Integrated Fixed-Film Activated Sludge), SELETOR ANÓXICO, DECANTADOR SECUNDÁRIO, DESINFECÇÃO e PÓS-AERAÇÃO. O sistema de tratamento proposto é pela via biológica, com remoção secundária e, eficiência de remoção de matéria orgânica superior a 90%.

Este memorial é composto por, etapas de tratamento da ETE, características do efluente tratado, desempenho operacional, dimensionamento das unidades de tratamento e potência instalada na ETE.

Todas as informações iniciais aqui apresentadas têm como base as informações fornecidas pela contratante.



Sumário

1	INTRODUÇÃO	6
2	DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO	8
2.1	Pré-tratamento	9
2.2	Seletor Anóxico – Tratamento Terciário	9
2.3	Tratamento Secundário Aeróbio	10
2.5	Decantador – Sedimentação dos Sólidos	12
2.6	Gerenciamento do Lodo Biológico	13
2.7	Tratamento Terciário	13
2.8	Pós-Aeração	13
3	CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE FINAL	14
4	DIMENSIONAMENTO DA ETE	16
4.1	Elevatória	19
4.2	Calha Parshall	21
4.3	Dimensionamento da caixa de areia	23
4.4	Dimensionamento do Sistema de Gradeamento	24
4.5	Vazões e Cargas Orgânicas de Dimensionamento	25
4.5.1	Vazões de esgotos sanitários afluente	26
4.5.2	Dados de Entrada	26
4.6	Tratamento Preliminar	27
4.7	Sólidos na Recirculação	27
4.7.1	alanco de Massa de Sólidos em Suspensão na Recirculação (Determinação XA)	27
4.7.2	Balanco de Massa de Substrato (DBO5 solúvel) no Fluxo de Retorno no Tanque de Aeração (Determinação S)	27
4.7.3	Balanco de Massa de Nitrato no Fluxo de Entrada da Antecâmara Anóxica	28
4.7.4	Tempo de Detenção Hidráulico na Antecâmara Anóxica Híbrida	28
4.7.5	Tempo de Detenção Hidráulico na Antecâmara Anóxica	29
4.7.6	Determinação das bombas de recirculação interna na câmara anóxica	29
4.8	Volume do Tanque de Aeração (MBBR)	29
4.8.1	Utilização de Material Suporte (MS)	30
4.8.2	Quantidade de SSVTA (Sólidos Susp. Tanque de Aeração)	30
4.8.3	Relação A/M - Real	31
4.8.4	Tempo de Detenção Hidráulico (Tanque de Aeração)	31
4.8.5	TDH Total - Anóxico + Aeróbio	31
4.9	Produção de lodo excedente	31
4.9.1	Produção de lodo aeróbio excedente (P_X)	31
4.9.2	Idade do Lodo no Reator Aeróbio (IL)	31
4.9.3	Concentração de SST no lodo aeróbio excedente e no lodo de retorno (X_r)	31
4.9.4	Vazão de Recirculação para Antecâmara Anóxica (Q_R)	32
4.9.5	Vazão de lodo aeróbio excedente	32
4.10	Consumo de Oxigênio e Potência requerida para os Sopradores	32
4.10.1	Demanda Carbonácea (MO_2)	32
4.10.2	Demanda Nitrogenada (MNO_2)	32
4.10.3	Demanda Total (MTO_2)	33
4.10.4	Soprador	33



4.10.5 Numero de Difusores.....	34
4.11 Decantador Lamelar	34
4.11.1 <i>Manifold</i> de Distribuição de Esgoto no Decantador	35
4.11.2 Número de Placas do Decantador Lamelar	35
4.11.3 Eficiência do Sistema de Tratamento	36
4.12 Dimensionamento da Elevatória de Recirculação de Lodo.....	36
4.12.1 Determinação da taxa de recirculação de lodo do tanque de aeração	36
4.12.2 Determinação das bombas de recirculação de lodo.....	36
4.12.3 Tanque de lodo	36
4.12.4 Dimensionamento do adensador	37
4.12.5 Dimensionamento Bomba de Lodo Adensado.....	37
4.12.6 Dimensionamento Bomba de Lodo a ser Adensado - Saida do Biodigestor de Lodo	37
4.12.7 Dimensionamento de tanque de lodo adensado	37
4.12.8 Dimensionamento de tanque de clarificado	38
4.12.9 Dimensionamento de centrífuga.....	38
4.12.10 Massa de lodo gerada	38
4.12.11 Dimensionamento de sistema de polímero.....	38
4.12.12 Dimensionamento de bombas para efluentes do tratamento de lodo - Clarificado	39
5. QUADRO DE POTENCIA.....	41
6.Dimensionamento desinfecção (hipoclorito).....	41
7. Tanque de pós-aeração	45



1 INTRODUÇÃO

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) é capaz de realizar o tratamento dos esgotos sanitários da associação em série dos processos biológicos de Lodo Ativado, na variante do tipo IFAS (Integrated Fixed-Film Sludge Activated), Seletor Anóxico, seguido de Floculador, Decantador Secundário de Alta Taxa (DEC) do tipo lamelar, com posterior Desinfecção e Pós-aeração. O efluente final tratado deverá atender aos padrões de qualidade exigidos pelas Legislações ambientais Federal e Estadual para lançamento de efluentes em corpos hídricos.

No sistema a ser adotado para a ETE estão previstas as seguintes unidades: Tratamento Preliminar, Reator Biológico do Tipo Lodos Ativados na variante IFAS, Seletor Anóxico, e Decantador Secundário de Alta Taxa do tipo Lamelar, com posterior Desinfecção, Pós-Aeração e Desaguamento de lodos por meio de adensador mecânico e centrífuga (tipo decanter)..

O dimensionamento das unidades referentes aos respectivos processos que compõem o sistema de tratamento em questão foi realizado de acordo com a NBR 12.209/11: *Elaboração de Projetos Hidráulico-Sanitários de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários*.

2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO

O sistema de tratamento realizado pela ETE compreende as etapas discriminadas na Tabela 1.

A Figura 1 ilustra o Fluxograma da ETE.

Tabela 1: Etapas do tratamento da ETE

UNIDADE	COMPONENTES
Pré-tratamento	Grade (25 mm) Grade (10 mm) Peneira Rotativa (3 mm) Desarenador
Tratamento aeróbio (secundário)	Lodo Ativado na variante IFAS
Desnitrificação – Anóxico	Seletor Anóxico
Tratamento do Lodo	Adensador e Decanter Centrifugo
Decantador	Decantador Secundário de Alta Taxa
Desinfecção (Terciário)	Desinfecção com Hipoclorito de Sódio
Pós-Aeração	Soprador/Difusor

2.1 *Pré-tratamento*

O Sistema preliminar adotado consiste em gradeamento, peneira rotativa autolimpante, caixa de areia e medidor de vazão do tipo Parshall, construído em concreto.

O Pré-tratamento será precedido de Elevatória de Esgoto Bruto.

O Esgoto bruto após passar pelo tratamento preliminar será encaminhado por gravidade para o sistema de tratamento biológico.

2.2 *Seletor Anóxico – Tratamento Terciário*

A nitrificação é um processo biológico aeróbio que ocorre pela oxidação de formas reduzidas de nitrogênio inorgânico (NH_4^+ e NH_3) a nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) e é catalisada por dois tipos de bactérias: oxidadoras de amônia, e não amônio, a nitrito, e as oxidam nitrito, levando a nitrato. Estes grupos de bactérias utilizam fonte de carbono inorgânica, geralmente CO_2 , sendo que a energia provém da oxidação destes compostos.



A desnitrificação ocorre em meio onde a concentração de oxigênio dissolvido é igual ou próximo de zero, estabelecendo condições anóxicas. Neste caso, a desnitrificação permite a conversão biológica do nitrogênio, na forma de nitrato e nitrito, para formas mais reduzidas, como NO, N₂O e N₂. Os microrganismos envolvidos no processo da desnitrificação necessitam de matéria orgânica, como fonte de carbono, para sua síntese celular. Essa fonte decarbono pode ser fornecida por fontes internas (esgoto ou material celular/lodo) ou externas (metanol, por exemplo)..

Como citado, nas zonas anóxicas não há fornecimento de oxigênio por meio externo, mas há retirada de oxigênio disponível no nitrato presente no líquido recirculado dentro da zona anóxica como também pelo do lodo recirculado com nitrato. Estas particularidades supõe a ocorrência de nitrificação no tanque de aeração. Assim, supõe-se que as recirculações sejam suficientes para aportar o nitrato necessário para a zona ou câmara anóxica e que a ocorrência de desnitrificação reduza a matéria orgânica solúvel existente na câmara anóxica

Portanto, deve-se tomar o cuidado ao projetar o sistema anóxico, para não adotar altos tempos de detenção hidráulica, para que não ocorra a degradação pelas vias anaeróbias, que traria problemas com odores e redução significativa de matéria orgânica, o que afetaria a nitrificação na etapa aeróbia.

Assim, a desnitrificação é uma reação importante no tratamento de esgotos, pois a remoção biológica do nitrogênio melhora a qualidade do efluente do sistema de tratamento das águas residuárias, eliminando um agente causador da eutrofização dos corpos receptores.

2.3 Tratamento Secundário Aeróbio

O avanço da legislação ambiental, no Brasil, vem estipulando limites de descartes cada vez mais restritos e prejuízos financeiros e legais para quem descumpra a lei. Isso levou ao aprimoramento do processo biológico de tratamento por Lodos Ativos. Tal processo se destaca pela sua alta capacidade de adaptação e robustez frente diferentes compostos presentes no esgoto sanitário. Neste caso, o lodo biológico é formado por população heterogênea de microrganismos composta por metazoários, protozoários e principalmente bactérias. Os flocos são formados por exo-polímeros excretados pelas bactérias, que facilitam a adesão e constituem barreira protetora em ambientes não favoráveis.



As diferentes formas de operação têm a finalidade de assegurar uma adequada sedimentação do lodo e remoção da matéria orgânica e combinam diferentes concentrações de biomassa e diferentes tempos de residência para remover diferentes quantidades de matéria orgânica do efluente.

A variante denominada IFAS tem os mesmos princípios básicos dos demais processos biológicos de Lodos Ativados, com períodos de aeração menores comumente adotados nos processos convencionais. Tal configuração é constituída por unidades independentes, sendo elas o reator biológico (tanque de aeração), propriamente dito, o qual apresenta uma alta concentração de microrganismos na forma de flocos em suspensão e aderidos em material suporte, sendo estes os responsáveis pela degradação dos compostos existentes no esgoto.

O efluente proveniente do tanque de aeração é encaminhado para decantador secundário, onde ocorre a sedimentação do lodo biológico. A fase líquida será posteriormente adequada para lançamento final, enquanto a fase sólida, constituída pelo lodo biológico, é parcialmente recirculada ao tanque de aeração, sendo o excedente, na forma de lodo, conduzido ao processo de digestor de lodo e, posteriormente, disposta de acordo com as Normas e Legislações pertinentes, pela Contratante.

A configuração com Biofilme Fixo e Leito Móvel-IFAS, cuja tecnologia se baseia na introdução de meios suportes no interior do tanque de aeração do processo de Lodos Ativados, apresenta melhoria de seu desempenho dos sistemas de tratamento, sem alterar a configuração original.

Nessa configuração, o meio suporte é mantido em suspensão no interior do tanque de aeração, e sujeito à agitação promovida por agitadores ou pelo próprio sistema de aeração. Isto permite elevada mobilidade, exposição e contato com a massa líquida.

Desta forma o tanque de aeração se comporta como um reator biológico híbrido, no qual os organismos decompositores são mantidos em suspensão na massa líquida, e também aderidos ao meio suporte. Tais unidades podem ser caracterizadas como reatores trifásicos compostos por:



Fase sólida: Constituída pelo meio suporte e pelas colônias de microrganismos que nele se desenvolvem sob a forma de um filme biológico (biofilme);

Fase líquida: Composta pelo líquido em permanente escoamento através do meio suporte;

Fase gasosa: Formada pela aeração artificial e, em reduzida escala, pelos gases subprodutos da atividade biológica no reator.

O conceito para o emprego de meios suportes no reator biológico consiste na criação de área superficial para o crescimento de biomassa e elevação do tempo de retenção celular. A maior concentração de sólidos mantida aderida e em suspensão no reator permite o aumento da decomposição da matéria orgânica carbonácea e da conversão de compostos nitrogenados, o que consequentemente resulta no requisito de menores volumes de reator biológico. Vale ressaltar que o meio suporte a ser utilizado deve ser material plástico, com área específica superior a $500 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

O emprego da tecnologia IFAS pode ter como objetivo a remoção de matéria orgânica carbonácea e a nitrificação, e de acordo com configurações específicas, a desnitrificação e a remoção de fósforo.

Vale salientar que no caso da referida ETE, adotou-se sistema de lodo ativado com fluxo pistonado, sendo que se supõe a existência de mistura completa na seção transversal de fluxo, sem nenhuma mistura na direção longitudinal. No fluxo pistão ideal não há intercâmbio entre as seções de jusante e de montante. Cada seção transversal funciona como um êmbolo (ou um pistão), no qual a qualidade do esgoto é a mesma em todos os pontos, e a comunidade se apresenta adaptada às condições ecológicas prevaletentes em cada instante. À medida que o esgoto flui para jusante, vai se processando as diversas reações de autodepuração.

2.5 Decantador – Sedimentação dos Sólidos

A sedimentação é o fenômeno físico em que as partículas em suspensão apresentam movimento descendente em meio líquido de menor massa específica, devido à ação da gravidade.

Como citado anteriormente, o decantador secundário é parte integrante do sistema de Lodos Ativados. Neste caso adotou-se para a ETE, os decantadores do tipo Lamelar ou de Alta Taxa.



Esta unidade caracteriza-se basicamente pelo fluxo líquido ascendente por placas paralelas inclinadas. O esgoto contendo sólidos em suspensão é forçado a passar entre as placas, e ao escoar entre elas, ocorre sedimentação destes sólidos (lodo biológico). O esgoto clarificado flui pela parte de cima do decantador, após haver escoado entre as placas paralelas e é coletado por calhas coletoras.

As placas paralelas inclinadas são dispostas de modo a formarem um ângulo com a horizontal superior a 55°. Essa inclinação assegura a auto-limpeza dos módulos, ou seja, à medida que os flocos vão sedimentando em seu interior, e aglutinando-se uns aos outros, as maiores massas de flocos que vão se formando até adquirem peso suficiente para se desprenderem das placas e se arrastarem em direção ao fundo.

2.6 Gerenciamento do Lodo Biológico

Todo o lodo aeróbio gerado na ETE se concentra no reator biológico, sendo este acumulado no decantador, e posteriormente o excedente enviado para o digestor de lodo, onde haverá oxidação da matéria orgânica remanescente e processo de endogenia, com redução, significativa, do volume.

Este lodo excedente, após digerido, será adensado por adensador mecânico e desaguado por centrífugas do tipo decanter, gerando uma torta de lodo com cerca de 20% de sólidos suspensos totais. A torta obtida será acondicionada em caçambas para posteriormente ser encaminhada ao aterro sanitário a ser definido.

2.7 Tratamento Terciário

Após a decantação, o efluente passará por um processo de desinfecção com hipoclorito de sódio. A vantagem de se utilizar o cloro como agente desinfetante é que ele deixa uma concentração residual, garantindo a desinfecção em caso de recontaminação no sistema de distribuição/descarte do efluente final.

2.8 Pós-Aeração

Visando níveis elevados de oxigênio dissolvido no efluente final (6 mg/L) da estação de tratamento, está prevista, ao final do tratamento, uma unidade de pós aeração, formada basicamente por um canal aerado.



3 CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE FINAL

O efluente final tratado na ETE deverá apresentar as características descritas na Tabela 2. O efluente tratado atende aos padrões de lançamento estabelecidos pela Resolução CONAMA 430/11.

Tabela 2: Características do efluente final tratado na ETE.

Parâmetros	Efluente tratado
pH	5,0 a 9,0
Temperatura	< 40°C
Sólidos em suspensão totais	≤ 40 mg/L
Sólidos Sedimentáveis	< 1 mL/L
DBO ₅	≤ 60 mg/L
Oxigênio Dissolvido	≥ 6 mg/L
Nitrogênio Amoniacal	≤ 30 mg/L
Coliformes Termotolerantes	≤ 100000 NMP/100 mL

4 DIMENSIONAMENTO DA ETE

O processo escolhido para a Estação de Tratamento é do tipo lodos ativados na variante IFAS. No que diz respeito ao fluxo principal do líquido e do lodo a serem tratados são previstas as unidades listadas a seguir.

- Uma (1) unidade de tratamento preliminar, com gradeamento (25 e 10 mm), peneira rotativa autolimpante de 3 mm, remoção de areia e medidor de vazão do tipo calha Parshall;
- Quatro (4) unidades de reatores biológicos;
- Dois (02) digestores de lodo;
- Dois (02) seletores anóxicos;
- Um (01) tanque de contato para desinfecção;
- Um (01) tanque de pós-aeração;
- Três (03) unidades de soprador de ar, para manter o oxigênio dissolvido dentro do tanque de aeração e digestor de lodo, sendo uma unidade como reserva (2 +1R);
- Seiscentos (600) difusores de ar que garantirão o oxigênio dissolvido no tanque de aeração, bem como a circulação dos materiais suportes;
- Quatro (04) floculadores mecânicos (mistura lenta);
- Dois (02) misturadores rápidos com 180 rpm (mistura rápida do coagulante);
- Duzentos e cinquenta (250) difusores de ar que garantirão o oxigênio dissolvido no digestor de lodo;
- Trezentos e onze (311) m³ de material suporte, responsáveis pela formação de colônias de microrganismos;
- Vinte (20) difusores de ar que garantirão o oxigênio dissolvido no tanque de pós-aeração;
- Duas (02) unidades de decantação secundária tipo lamelar;
- Dois (02) misturadores, instalados no seletor anóxico;
- Duas (02) unidades de bombas de recirculação de lodo;
- Duas (02) unidades de bombas de recirculação interna de lodo;
- Duas (02) unidades de bombas elevatórias de esgoto bruto;
- Uma (01) unidade de bomba dosadora de hipoclorito de sódio;
- Duas (02) unidades de bombas dosadoras de cloreto férrico;
- Uma (1) unidade de tanque para armazenamento de lodo proveniente dos digestores de lodo;



- Uma (1) unidade de tanque para armazenamento de lodo adensado, proveniente do adensador mecânico;
- Uma (1) unidade de adensamento mecânica do lodo;
- Uma (1) unidade de tanque para armazenamento do clarificado proveniente do adensador e das centrifugas;
- Uma (1) unidades de Decanter Centrífugo para o desaguamento do lodo;
- Uma (1) unidade de bomba centrífuga de recalque do clarificado;
- Uma (1) unidade de bomba de lodo digerido;
- Uma (1) unidade de bomba de lodo adensado, do tipo helicoidal;
- Duas (2) unidades de bombas dosadoras de polímero;
- Duas (02) caçambas para acondicionamento de areia, material gradeado;
- Uma (01) caçamba para acondicionamento do lodo desaguado,;
- Edificação:
 - Vestiário e Sanitário;
 - Casa de Sopradores e Painelelétrico;

Estas unidades de tratamento dependem ou são controladas basicamente pelos seguintes parâmetros principais:

- Vazão Afluente; Carga Orgânica aplicada (DBO/dia);
- Concentração de Amônia no Esgoto Bruto (NTK);
- Concentração de Sólidos em Suspensão, medido na fase de Aeração;
- Nível de Oxigênio no Tanque de Aeração para o Efluente Final;
- Qualidade final do lodo e do efluente produzidos.

O controle básico do tratamento da vazão afluente aos reatores deverá ser em função da carga orgânica e de nutrientes a serem tratadas em cada um deles. Aí os parâmetros de controle, para os quais o proponente deverá fornecer programa de controle, são os seguintes:

- Vazão, DBO e Amônia no afluente;
- Sólidos e Oxigênio em cada Reator.

A vazão de recirculação de lodo secundário será em função da vazão média de entrada de esgoto bruto. O lodo secundário em excesso será descartado através de linha exclusiva, sendo



este lodo disposto digestor de lodo. Após a digestão do lodo, o mesmo será encaminhado, para descarte adequado.

O esgoto tratado da estação de tratamento será encaminhado até o destino final, através de emissário.



4.1 Calha Parshal

O estudo de vazões se faz muito importante para que seja possível fazer-se um dimensionamento racional em termos técnicos e econômicos. A vazão influi diretamente no dimensionamento das unidades da fase líquida do tratamento preliminar e primário, além de influir nas instalações de transporte como elevatórias, canalizações, medidores, dispositivos de entrada e saída etc.

Vazão

Q max	396, m3/ 21 h
Q max	0,11 m3/ 3 s
Q max	110, L/s 06
Q min	0,03 m3/ 06 s

Cálculo da altura (H)

	W	0,22 m	
		9	
Altura da Lamina de água no canal			$Q = 2,2 \cdot w \cdot H^{\frac{3}{2}}$
	H	0,36 m	
		9	
Altura Crítica no Canal			$H_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g}}$
	Hc	0,04 m	
		6	
Desnível "Z" para vazão mínima			$z = \frac{H_c}{H}$
	z	0,12 m	
		4	

O projeto da calha Parshall se baseia na determinação das dimensões principais da calha, conforme Figura 2, da determinação da altura da lâmina d'água e do rebaixo.

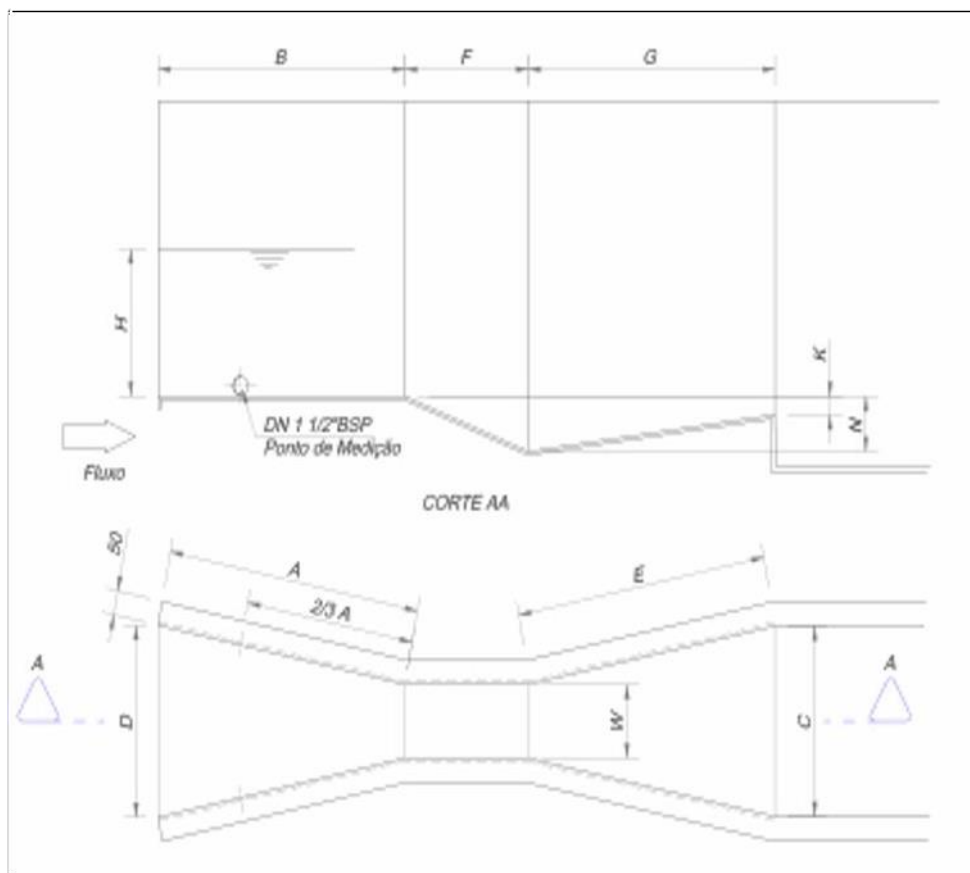


Figura 2. Detalhe da calha Parshall.



CAPACIDADE					DIMENSÕES (cm)								
w (pol)	W (m)	MIN (L/s)	MAX (L/s)		A	B	C	D	E	F	G	K	N
3	0,076	0,85	53,80		46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7
6	0,152	1,52	110,40		62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4
9	0,229	2,55	251,90		88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	30,5	45,7	7,6	11,4
1	0,305	3,11	455,60		137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
1 1/2	0,457	4,25	696,20		144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
2	0,610	11,89	936,70		152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
3	0,915	17,26	1426,30		167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
4	1,220	36,79	1921,50		183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9

Valores extraídos do livro do Azevedo Netto pag 460

4.2 Dimensionamento da caixa de areia

Cálculo da largura do canal (b)

Vazão Maxima	0,113 (m ³ /s)	9763,20 (m3/d)
H altura na Parshall	0,369 (m)	
Velocidade	0,25 (m/s)	(adotada)

Cálculo da Area do canal

S	0,452 m ²	(calculado)
---	----------------------	-------------

Largura do Canal

Numero de canais	2 unidades	
b	0,7 m	(adotado)
Adotado maior numero de canais, para 01 reserva	3 unidades	

Recalculo da velocidade

V _r	0,219 m/s
----------------	-----------

Cálculo do comprimento do canal (L)



L	6,97 m	(calculado)
L	7,00 m	(adotado)

Verificação da taxa de aplicação superficial (TAS) - 700 a 1300 - sem decantador primário 1000 m³/m².d

TAS	996 (m ³ /m ² .d)
-----	---

4.3 Dimensionamento do Sistema de Gradeamento

Dados Iniciais

Vazão Maxima	0,113 (m ³ /s)	9763,20 (m ³ /d)
H altura na Parshall	0,369 (m)	
Velocidade	0,7 (m/s)	(adotada)

Peneira Rotativa Autolimpante de 3 mm

A peneira de 3 mm tem elevada eficiência na separação de materiais sólidos, presentes no esgoto bruto.

O efluente a ser gradeado entra na peneira pela abertura flangeada, na parte traseira. O líquido passa pelas aberturas da tela enquanto os sólidos são retidos em sua superfície. Por meio de motorreductor, a rotação contínua do cilindro permite que o efluente permaneça sempre em contato com uma parte limpa da tela, acumulando os sólidos na parte inferior, onde são removidos. A remoção é realizada por lâminas raspadoras. A limpeza é feita por meio de uma bomba alimentada com água limpa e bicos de lavagem na parte interna do equipamento.

Potência	2 CV
Numero de Grade	1 unidade

Cálculo da grade fina (2ª grade)

a - espaçamento entre barras	1 cm
t - espessura da barra	0,5 cm

Eficiência	0,667
Área útil	0,161 m ²
Seção Transversal do canal	0,242 m ²
Largura do canal (b)	0,656 m
Largura Adotada (b)	0,7 m



Verificação da velocidade na grade p/ largura adotada - 0,60 a 0,90m/s

V_r (m/s) 0,66 m/s

Cálculo da perda de carga na 2ª grade (Delta H)

grade limpa

V (m/s)	Vo (m/s)	Delta H (m)
0,66	0,437	0,017

grade suja

V (m/s)	Vo (m/s)	Delta H (m)
1,31	0,437	0,111

desta forma a altura máxima da lamina na grade quando estiver suja, sera de

0,111 (m)

Cálculo da grade grossa (1ª grade)

a - espaçamento entre barras 2,5 cm

t - espessura da barra 0,5 cm

velocidade 0,7 m/s

Eficiência 0,833

Área útil 0,161 m²

Seção Transversal do canal 0,194 m²

Largura do canal (b) 0,525 m

Largura Adotada (b) 0,7 m

Verificação da velocidade na grade p/ largura adotada - 0,60 a 0,90m/s

0,52 m/s

Cálculo da perda de carga na 2ª grade (Delta H)

grade limpa

V (m/s)	Vo (m/s)	Delta H (m)
0,52	0,227	0,016

grade suja

V (m/s)	Vo (m/s)	Delta H (m)
1,05	0,227	0,076

desta forma a altura máxima da lamina na grade quando estiver suja, sera de

0,187 (m)

4.4 - Vazões e Cargas Orgânicas de Dimensionamento



População de Projeto	50.785 habitantes
Consumo de água Per Capita	130 L/hab.dia
Coeficiente de Retorno Água/Esgoto:	0,8
Coeficiente da Hora de Maior Consumo k1	1,2
Coeficiente do Dia de Maior Consumo k2	1,5
Concentração (mgDBO/L) - S ₀	300 mg/L
Conc. DBO solúvel - S ₀ S = 0,4xConc.DBO	120 mg/L
Conc. DBO particulada - S ₀ P = 0,6xConc.DBO	180 mg/L
Concentração (mgDQO/L)	600 mg/L
Concentração (mgNTK/L)	50 mg/L
Concentração de Fósforo	8 mg/L
Concentração de Sólidos em Suspensão afluente (X ₀)	200 mg/L

4.5.1 Vazões de esgotos sanitários afluente

Vazão Máxima	132,84 L/s
Vazão Média (Q)	73,80 L/s
Taxa de recirculação de lodo	1,5
Vazão Média de recirculação de lodo	110,70 L/s
Vazão de Infiltração	12,2 L/s
Corgânica (DQO) - Q x Concentração (CODQO)	3.826 Kg DQO/dia
Corgânica (DBO) - Q x Concentração (CODBO)	1.913 Kg DBO/dia
Carga (NTK) - Q x Concentração (CN)	319 Hg NTK/dia

4.5.2 Dados de Entrada

Eficiencia esperada Lodos Ativados (MBBR)	90%
IL - idade do lodo	4 – 10 dias
Y -coeficiente de rendimento celular	0,60 gSSV/gDBO
Kd - coeficiente de decaimento endógeno	0,06 dia ⁻¹
Relação SSV/SST = XV/XA	0,75 (relação SSV e SST no tanque de aeração)
Coeficiente de produção de lodo (Yobs)	0,30 Kg SST/Kg DBO (aplicada no tanque de aeração)
R1 - Razão de recirculação	1,5
R2 - Recirculação interna =	1,5



Temperatura

20°C (inverno)

Coeficiente de Reação (CR)

0,022 L/mg.dia

4.5 - Tratamento Preliminar

Para o tratamento preliminar será adotado 01 unidade de 110,06 L/s, contendo:

gradeamento grosso 25 mm

gradeamento 10 mm

peneira rotativa mecanizada de 3 mm

remoção de areia

4.6 - Sólidos na Recirculação

4.6.1 Balanço de Massa de Sólidos em Suspensão na Recirculação (Determinação XA)

$$Q \times X_0 + Q \times R_1 \times X_u + Q \times R_2 \times X_u = (Q + Q \times R_1 + Q \times R_2) \times X_A$$

Q = Vazão afluyente a ETE =

73,80 L/s

X₀ = Concentração de Sólidos em Suspensão Totais afluyente a ETE =

200 mg/L

X_u = Concentração de Sólidos em Suspensão Totais na recirculação =

6.000 mg/L

R₁ = Taxa de recirculação =

1,5

R₂ = Recirculação interna =

1,5

X_A = Concentração de Sólidos Suspensão Totais na mistura líquida =

4.550,0 mg SST/L

Considerando a relação de sólidos em suspensão voláteis (X_V) e sólidos em suspensão totais (X_A) na mistura líquida igual a (relação SSV / SST), tem-se para a concentração de sólidos em suspensão voláteis na mistura:

$$\text{Sólidos Suspensos Voláteis na Mistura (X}_{AV}) = X_A \times (\text{SSV} / \text{SST}) = 3.412,5 \text{ mgSSV/L}$$

4.6.2 Balanço de Massa de Substrato (DBO5 solúvel) no Fluxo de Retorno no Tanque de Aeração (Determinação S)

$$Q \times S_0S + Q \times R_1 \times S_u + Q \times R_2 \times S_u = (Q + Q \times R_1 + Q \times R_2) \times S$$

Q = Vazão afluyente a ETE =

73,80 L/s

S_{0S} = Concentração DBO solúvel afluyente a ETE =

120 mg DBO_{SOLÚVEL}/L

S_u = Concentração de DBO solúvel na recirculação (1-Eficiência/100) x S_{0S}

12,0 mg DBO_{SOLÚVEL}/L

R₁ = Taxa de recirculação

1,5

R₂ = Recirculação interna

1,5

S = Concentração de DBO5 solúvel na recirculação =

39,0 mg DBO_{SOLÚVEL}/L



4.6.3 Balanço de Massa de Nitrato no Fluxo de Entrada da Antecâmara Anóxica

(Determinação N)

$$Q \times N_0 + Q \times R_1 \times N_u + Q \times R_2 \times N_u = (Q + Q \times R_1 + Q \times R_2) \times N$$

Q = Vazão afluente a ETE =	73,80 L/s
N ₀ = Concentração de Nitrato afluente a ETE =	0,0 mgNO ₃ ⁻ /L
N _u = Concentração de Nitrato na recirculação =	15,0 mgNO ₃ ⁻ /L
R ₁ = Taxa de recirculação =	1,5
R ₂ = Recirculação interna =	1,5
N = Concentração de Nitrato afluente à antecâmara anóxica =	11,25 mgNO ₃ ⁻ /L

Considerações:

A concentração de nitrato na recirculação (N_u) foi considerada igual a 15 mg NO₃⁻/L, e admitiu-se a concentração de nitrato afluente a ETE (N₀) como sendo nula.

A quantidade de nitrato enviada para a antecâmara anóxica, através da recirculação do lodo sedimentado, ou seja, a quantidade de nitrato disponível para a remoção de parte da DBO solúvel nesse compartimento é de N = 11,25 mgNO₃⁻/L.

SEA = DBO solúvel efluente anóxico

DBOremovida (solúvel) = S – SEA =	20 mg/L
DBOremovida (solúvel) =	19,0 mg DBO _{REMOVEDA} /L
Relação DBO / Nitrogênio (NTK)	6,0 mg/mg
N requerido = DBO removida (solúvel) / Relação DBO – Nitrogênio	3,2 mgNO ₃ ⁻ /L

O valor calculado acima é adequado, visto que a concentração de nitrato requerida é inferior a concentração de nitrato disponível N = 11,25 mg NO₃⁻/L.

4.6.4 Tempo de Detenção Hidráulico na Antecâmara Anóxica Híbrida

O tempo de detenção hidráulico é calculado com base na taxa de desnitrificação, a qual foi adotada como sendo.

Taxa de Desnitrificação =	4,0 mgNO ₃ ⁻ /gSSV x h
---------------------------	--

Taxa Volumétrica de Desnitrificação = Taxa de Desnitrificação x X_v

Sólidos Suspensos Voláteis (X _{av}) =	3.412,5 mgSS/L
---	----------------

Taxa Volumétrica de Desnitrificação =	13,7 mgNO ₃ ⁻ /gSSVxh
---------------------------------------	---

Tempo de detenção hidráulico (TDH) =	13,9 minutos
--------------------------------------	--------------

TDH = Nrequerido/Taxa Volumétrica de Desnitrificação =

Observação: tempo minimo necessario para garantir a desnitrificação na taxa adotada para toda a câmara



Relação Alimento/Microrganismo (A/M) = 2,6 d⁻¹

$$\left(\frac{A}{M} \right) = \frac{S_o}{X_{AV} \times T_{D1}}$$

T_{D1} = Tempo de detenção hidráulico do efeito cinético = 48,7 min

Volume adotado (T _{D1} *Q)	216 m ³
Quantidade	2,0
Comprimento	12,0 m
Largura	2,0 m
Profundidade	4,5 m
Volume Total do Reator Anóxico (recalculado)	216,0 m³

4.6.5 Tempo de Detenção Hidráulico na Antecâmara Anóxica

TDH total da câmara anóxica (recalculado) 48,8 minutos

Para garantia mistura homogênea na Antecâmara Anóxica será adotado misturador mecânico.

Quantidade de misturadores	2 unidades
Potência	4,0 CV

4.6.6 Determinação das bombas de recirculação interna na câmara anóxica

-

Q _I = R ₂ x Q	111 L/s
Numero de bombas adotadas =	1,0 unidade
Vazão de cada bomba Q _B =	111 L/s
Vazão de cada Bomba – Adotada	111 L/s
Potência de cada Bomba – estimado	27 CV
Pressão manométrica	10 m.c.a

4.7 Volume do Tanque de Aeração (MBBR)

Relação A/M = 0,40 KgDBO/KgSSV.dia

Sólidos Suspensos Voláteis na Mistura (MLVSS) - X_{Av} = 3.412,5 mg SS/L



Concentração total de DBO no Tanque de Aeração (S_{TA}) = 219,0 mg/L

$$S_{TA} = DBO_{\text{particulada}} + DBO_{\text{solúvel}}$$

$$\frac{A}{M} = \frac{Q \times S_{TA}}{X_{AV} \times V}$$

Volume Calculado = 1.023 m³

Quantidade	2
Tanque 01	
Comprimento total	12,0 m
Largura Total	5,3 m
Profundidade	4,5 m

Quantidade	2
Tanque 02	
Comprimento total	9,5 m
Largura Total	5,3 m
Profundidade	4,5 m

Volume Total dos reatores - recalculado = V 1,026 m³

4.7.1 Utilização de Material Suporte (MS)

Área Específica Total (AET)	14.000 m ² /m ³
Volume de MS (VMS) %	7%
SSV Peça (SSVP)	12 g/m ²
Área de Contato = AC = VMS x AET	1.005.039 m ²
Área de contato por tanque ACT	502.520 m ²
Volume de Material Suporte	72 m ³

4.7.2 Quantidade de SSVTA (Sólidos Susp. Tanque de Aeração)

$$SSVTA = V \times MLVSS + SSV_P \times A_{ET} \quad 15.560 \text{ Kg}$$



4.7.3 Relação A/M - Real

$$A/M = Q \times S_{TA} / SSVTA \quad 0,09 \text{ Kg DBO/Kg SSV.dia}$$

4.7.4 Tempo de Detenção Hidráulico (Tanque de Aeração)

$$TDH \text{ (3 - 6 horas) para MBBR (valores práticos)} \quad 3,9 \text{ horas}$$

4.7.5 TDH Total - Anóxico + Aeróbio

$$TDH \text{ (3 - 6 horas) para MBBR (valores práticos)} \quad 4,7 \text{ horas}$$

4.8 Produção de lodo excedente

4.8.1 Produção de lodo aeróbio excedente (P_X)

$$P_X = \text{Carga } CO_{DBO} \times \text{coeficiente de produção de lodo (Yobs)} \quad 574 \text{ KgSST/dia}$$

$$P_X \text{ per capita} = \quad 0,011 \text{ KgSST/hab.dia}$$

$$\text{Sólidos Voláteis (P}_{XV}) = (SSV/SSV) \cdot P_X \quad 430 \text{ KgSSV/dia}$$

4.8.2 Idade do Lodo no Reator Aeróbio (IL)

$$IL = \frac{X_{AV} \cdot V}{Q_L \cdot X_R} \quad 25,7 \text{ dias}$$

4.8.3 Concentração de SST no lodo aeróbio excedente e no lodo de retorno (X_r)

$$X_r = SSVTA \cdot (1+R)/R \quad 25.287,5 \text{ mgSST/L}$$

$$25,3 \text{ KgSST/m}^3$$



4.8.4 Vazão de Recirculação para Antecâmara Anóxica (Q_R)

$$Q_R = R_1 \times Q \quad 110,7 \text{ L/s}$$

4.8.5 Vazão de lodo aeróbio excedente

$$Q_L = P_x / X_u \quad 95,6 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$3,99 \text{ m}^3/\text{h}$$

Carga Orgânica no lodo excedente

Observação: 1Kg de SSV gera uma DQO = 1,5 Kg) 646 KgDQO/dia

Porcentagem de acréscimo de DQO 17 %

4.9 Consumo de Oxigênio e Potência requerida para os Sopradores

Consumo médio de O_2 para demanda carbonácea (oxidação da DBO) 1,5 Kg O_2 /KgDBO (adotado)

Consumo médio de O_2 para demanda do Nitrogênio disponível 4,57 Kg O_2 /KgN_{disponível} (adotado)

4.9.1 Demanda Carbonácea (MO_2)

Carga orgânica (C_{DBO}) = 1.913 KgDBO/dia

MO_2 Dem. Carbonacea = $O_2 \times CO_{DBO}$ 2.869 Kg O_2 /dia

120 Kg O_2 /h

4.9.2 Demanda Nitrogenada (MNO_2)

Observação: A carga de NTK disponível corresponde à carga aplicada menos a carga de N incorporada ao lodo Excedente (10% da produção de SSV) 10%

Carga NTK (C_N) 319 Kg NTK/dia

Carga N disponível = 276 KgN/dia

MNO_2 Dem. Nitrogenio = $O_2 \times C_N$ 1.260 Kg O_2 /dia

Verificação (consumo de O_2 / Carga C_N) 53 Kg O_2 /h
3,95 Kg O_2 /KgNTK_{aplicado}



4.9.3 Demanda Total (MTO₂)

MTO₂ = MNO₂ + MO₂	4.130 KgO₂/d
Temperatura do esgoto =	20° C
Taxa de transferência de oxigênio (condição padrão):	22,5 %
$\lambda = (\alpha(\beta C_{SW} - C_L) * 1,024^{T-20}) / 9,02$	0,73
α :	0,85
β :	0,95
C _S :	9,20 mg/L
C _L :	1,0 mg/L
Taxa de transferência de O ₂ para as condições de campo = 16,41 % (JORDÃO, 2005 e V. Sperling, 2012)	

4.9.4 Soprador

Dados entrada:

Massa específica de Ar	1,2 Kg/m ³
Eficiencia de Transferencia de Oxigenio	0,164 Kg O ₂ /Kg Ar
Teor de Oxigenio no Ar Soprado	0,23
Massa de Oxigenio	25.164 Kg O ₂ / Kg Ar
Massa de Ar	109.408 Kg Ar/d
Coeficiente de segurança =	1,0 (JORDÃO, 2005 e V. Sperling, 2012)
Vazão de Ar	63 m³/min
Vazão total de Ar (reatores, digestor, pós aeração)	5.452,0 m ³ /h

A Potencia do Soprador é dada por:

$$P = \frac{Mar.R.To}{8,41.E} \left[\frac{P_s}{P_e} \right]^{0,283} - 1$$



Então temos:

Massa de Ar (Mar)	1,82 Kg/s
Constante do gás @	8,31 KJ/K mol°K
Temperatura absoluta de entrada (To)	273°K
Eficiencia do Soprador (E)	0,70
Pressão absoluta de entrada (Pe)	1,00 atm
Pressão absoluta de saída (Ps)	1,61 atm
Potência	101 KW 135 CV

Serão adotados 03 sopradores, sendo 01 de reserva (2 + 1R), pois soma-se a esta potencia o ar necessário no digestor e pós-aeração. 60 CV

Numero de Sopradres em funcionamento 2 unidades

4.9.5 Numero de Difusores

Vazão de ar por difusor	0,081m³ Ar/min
Numero de Difusores	782 unid
Numero de Difusores adotados	790 unid

4.10 Decantador Lamelar

Taxa de Escoamento Superficial = T_{ES}	70 m³/m².dia
Área Superficial do Decantador = $A_{SUP} = Q / T_{ES}$	91,1 m²

Quantidade	2 unid
Comprimento	12 m
Largura – L_{DEC}	4,0 m
Profundidade	4,5 m

Área Superficial dos Decantadores - recalculado (A_{SUP}) 96,0 m²

Área Superficial de cada Decantador 48,0 m²

Justifica-se a adoção de 02 decantadores, tendo em vista que os dectandores, não necessitam de paradas longas para manutenção, pois as únicas partes removíveis são as placa de sedimentação, que não necessitam de interrupção do fluxo, por longos períodos, para que sejam trocadas.

Canal de Distribuição de Esgoto proveniente do Tanque de Aeração

Comprimento = 0,50 m



Largura = 4,00 m

Canal de Saída de Esgoto Clarificado

Comprimento = 0,50 m

Largura = 4,00 m

4.10.1 *Manifold* de Distribuição de Esgoto no Decantador

O canal de ligação entre o conjunto de flocladores e os decantadores foi dimensionado de forma a distribuir igualmente o fluxo, considerando a entrada nos decantadores como sendo a seção inicial do manifold de distribuição de água floclada.

O *manifold* de distribuição de água floclada foi dimensionado conforme metodologia apresentada por Hudson (1982). As dimensões foram determinadas por cálculos iterativos.

4.10.2 Número de Placas do Decantador Lamelar

Inclinação da Placas (α)	55 graus
Espaçamento útil entre Placas Paralelas – EPP	0,96 rad
Largura das Lamelas – L	10 cm
Largura total do Eixo das Lamelas – LEL	10 cm
Numero de Eixos de Lamelas = $NEL = LDEC / LEL$	10 unidades
Velocidade de Sedimentação- VS	0,0297 cm/s
Comprimento Relativo da Placa = CRL	17,4 cm
Velocidade Longitudinal - $VL = VS [(sen \theta) + CRL \times (cos \theta)]$	810 cm ²
Comprimento das Placas - CP = CRL x EPP	174 cm
Área Normal ao Fluxo por Lamela - ANF = L x d	810 cm ²
Vazão Longitudinal Máxima por Lamela - QLL = ANF x VL	20,2 m ³ /dia
Numero de Lamelas de Decantação - NL - Q / QLL	315placas
Numero de Lamelas Adotadas NL ADOT = $NEL \times (LDEC - 0,7) / EPP$	270 placas

Tubulação de Saída do Decantador

Velocidade adotada na saída	0,60 m/s
Diâmetro da tubulação de saída	0,53 m



4.10.3 Eficiência do Sistema de Tratamento

DBO Entrada do Sistema	300 mg/L
DBO Saída do Sistema - $(1 + K_d \times IL)/(Y \times CR \times IL)$	7 mg/L
Eficiência referente a DBO Total (suspensa + particulada)	98 %

4.11 Dimensionamento da Elevatória de Recirculação de Lodo

4.11.1 Determinação da taxa de recirculação de lodo do tanque de aeração

Concentração do lodo no tanque de aeração (X_A) =	4,550 mgSST/L
Concentração do lodo sedimentado (X_R)=	25.288 mgSST/L

$$X_A \times (Q + Q \times R_1) = X_R \times (Q \times R_1)$$

$$R_1 \text{ calculado} = 0,2$$

Na prática recomenda-se taxas de recirculação maiores de forma a garantir flexibilidade operacional.

4.11.2 Determinação das bombas de recirculação de lodo

Adotou-se taxa de recirculação (R_1)	1,5
Numero de bombas adotadas	2 unidades
Vazão de cada bomba Q_B	55,4 L/s
Vazão de cada Bomba – Adotada	56,0 L/s
Potencia de cada bomba	17 CV
Pressão manométrica	10 m.c.a

4.11.3 Tanque de lodo

PX	574 KgSST/dia
Concentração do lodo sedimentado (X_R)	25.288 mgSST/L
Vazão de lodo descartado (Q_L)	22,7 m3/dia
Tempo de armazenamento	3 h

Adota-se 1 tanque com capacidade de armazenamento por até 3 h:

V necessário	3 m ³
--------------	------------------



Altura útil do tanque	3,0 m
Tanque com formato circular (diâmetro)	2,0 m
Volume do Tanque adotado	9,4 m ³

4.11.4 Dimensionamento do adensador

V lodo a ser adensado	23 m ³ /dia
Adota-se período diário de adensamento	10 h
Volume a ser adensado por hora	2,3 m ³ /h
Número de equipamentos	1,0
Capacidade individual	2,3m ³ /h
Capacidade adotada	10 m ³ /h
Adota-se teor de sólidos no lodo adensado	30 KgSST/m ³

4.11.5 Dimensionamento Bomba de Lodo Adensado

Vazão da Bomba de Lodo Adensado	1,9 m ³ /h
Vazão da Bomba de Lodo Adensado – adotado	2,0 m ³ /h
Numero de Bombas	1,0 unidades
Concentração de sólidos	3,0 %
Potencia	5,0 CV
Pressão manométrica	30 m.c.a

4.11.6 Dimensionamento Bomba de Lodo a ser Adensado - Saida do Biodigestor de Lodo

Vazão da Bomba de Lodo Adensado	10 m ³ /h
Numero de Bombas	1,0 unidade
Concentração de sólidos	2,53 %
Potencia	3,0 CV
Pressão manométrica	10 m.c.a.

4.11.7 Dimensionamento de tanque de lodo adensado

V lodo adensado =	19 m ³ /dia
Tempo de armazenamento =	1,0 h



Volume armazenamento necessário =	0,8 m ³
Altura útil do tanque =	1,0 m
Tanque com formato circular (diâmetro) =	1,0 m
Volume do Tanque adotado	0,8 m ³

4.11.8 Dimensionamento de tanque de clarificado

Vazão Clarificado = Vazão Clarificado do Adensador + Água de Limpeza do Adensador + Vazão de clarificado da Centrifuga	10 m ³ /dia
Tempo de armazenamento =	0,3 h
Volume armazenamento necessário =	3,0 m ³
Altura útil do tanque =	2,0 m
Tanque com formato circular	2,0 m
Volume do Tanque adotado	6,3 m ³

4.11.9 Dimensionamento de centrífuga

V lodo a ser desaguado =	19 m ³ /dia
Adota-se período diário de desaguamento =	10 h
Volume a ser desaguado por hora =	2 m ³ /h
Número de equipamentos =	1,0
Capacidade individual =	2 m ³ /h (0,3 Kg pol/h)
Capacidade adotada =	2,0 m ³ /h
Potência	7,5 CV

4.11.10 Massa de lodo gerada

Concentração de lodo adensado =	3 %
Concentração de lodo desaguado =	20 %
Volume de lodo desaguado =	3 ton/dia

4.11.11 Dimensionamento de sistema de polímero

Massa total de lodo a ser adensada =	574 KGSST/dia
Taxa de aplicação de polímero =	5,0 g pol/KgSST
Massa de polímero =	2.869 g pol/dia ou
Período de desaguamento diário =	10 h
Massa de polímero =	2,9 Kg pol/dia



Concentração de solução de polímero =	0,25 %
Vazão de solução =	115 L/h
Adicional de folga na bomba =	50 %
Número de tanques =	1,0
Número de bombas dosadoras para o adensamento =	1,0
Número de bombas dosadoras para o desaguamento =	1,0
Vazão das bombas dosadoras =	172 L/h
Potencia da bomba dosadora	0,25 CV

4.11.12 Dimensionamento de bombas para efluentes do tratamento de lodo - Clarificado

Massa de lodo total a ser tratada =	574 KgSST/dia
Porcentagem de sólidos (lodo bruto) =	2.529 %
Porcentagem de sólidos (lodo desaguado) =	20,0 %
Período de desaguamento diário =	10 horas/dia
Massa de lodo a ser tratada - LT (10 horas) =	239 KgSST/dia
Vazão de lodo desaguado =	$LT / (1,07 \text{ kg/m}^3 (\text{densidade}) \times 0,20 (\text{porcentagem remoção}))$ = 1.117 L/dia

Assim, temos :

Balanco de vazão

Vazão de lodo =	9.456 L/dia (10 horas)
Vazão de lavagem =	<u>+ 35.000 L/dia (10 horas)</u>
Vazão total de entrada =	= 44.456 L/dia (10 horas)
Vazão de lodo desaguado =	<u>- 1.117 L/dia (10 horas)</u>
Vazão clarificado =	= 43.338 L/dia (10 horas)

Assim :

Vazão das bombas =	4.334 L/h (10 horas)
Vazão das bombas =	4,3 m³/h (10 horas)
Vazão adotada =	5,2 m³/h (10 horas)
Numero de Bombas =	1 unidade
Potencia =	1,0 CV
Altura Manométrica =	10 m.c.a



PREFEITURA DE MACAÉ
SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA

	Vazão Q=(L/s)	Vazão Q=(m³/s)	Velocidade (m/s)	Área (m²)	Diâmetro (mm)	Diâmetro Adotado (mm)	Material	Observações
Entrada Preliminar	110,1	0,1101	2,50	0,044	236,8	250	AC	da elevatória de esgoto - entrada do preliminar
Extravisor Elevatória	110,1	0,1101	0,70	0,157	447,5	500	AC	da elevatória - corpo receptor
Saída Preliminar	110,1	0,1101	1,00	0,110	374,4	400	AC	do preliminar - para tq anóxico
Comportas entre tanques	201,8	0,2018	0,50	0,404		área 1,0 x 0,9 m		entre tanques, anoxico, aeração, floculador, decantador
Saída Decantador	110,1	0,1101	0,60	0,183	483,4	500	AC	do decantador para tq de contato, tq de aeração e emissário final
Bomba de Recirculação Interna	100,0	0,1000	2,80	0,03571	213,3	250	AC	canal de sucção - tq anóxico
Bomba de Recirculação de Lodo	50,0	0,0500	2,80	0,01786	150,8	150	AC	decantador / sucção da bomba e saída da bomba
Tub. Bomba de Recirculação de Lodo	91,7	0,0917	2,80	0,03276	204,3	250	AC	junção das tubulações das bombas - tq anóxico e Digestor
Bomba de Lodo a Ser adensado	1,5	0,0015	1,0	0,002	44,0	75	AC	sucção de lodo do digestor - adensador
Clarificados	1,5	0,0015	1,0	0,002	44,0	75	AC	retorno do clarificado
Bomba de Lodo adensado	0,6	0,0006	1,0	0,001	26,6	75	AC	sucção de lodo do digestor - adensador
Soprador - Tubulação de saída	564,6	0,5646	20	0,028	189,6	200	AI	tubos de saída do soprador
Soprador - Tubulação de saída	1129,2	1,1292	10	0,113	379,3	400	AI	tubos do soprador Header de distribuição
Aeração - Tanque de aeração	196,7	0,1967	15	0,013	129,3	150	AI	no tanque de aeração até malha de difusores
Aeração - Tanque digestor de lodo	164,0	0,1640	15	0,011	118,0	150	AI	no digestor até malha de difusores
Aeração - Tanque de pós-aeração	14,4	0,0144	15	0,001	34,9	75	AI	no tq de pós-aeração até malha de difusores
Tubulação dos difusores	1,3	0,0013	0,5	0,0027	58,3	75	PVC	malha de difusores, reator, anóxico, pós-aeração



5. QUADRO DE POTENCIA

Equipamentos	Capacidade Unitária	Unidade	Pot. Unitaria (CV)	Quantidade	Pot Total (CV)	Pot Total (kW)
Grade Escalar 3 mm			2,0	1	2,0	1,5
Misturador - Reator Anóxico			4,0	2	8,0	5,9
Bomba de Recirculação de Lodo	56,0	L/s	15,0	2	30,0	22,1
Bomba de Recirculação Interna	111,0	L/s	25,0	1	25,0	18,4
Sistema de Aeração	5452,3	m ³ ar/hora	60,0	2	120,0	88,3
Adensador	10,0	m ³ /h	3,5	1	3,5	2,6
Bombas de Lodo Adensado (3% de solidos)	2,0	m ³ /h	5,0	1	5,0	3,7
Bomba de Lodo a ser Adensado	10,0	m ³ /h	3,0	1	3,0	2,2
Centrifuga	2,0	m ³ /h	7,5	1	7,5	5,5
Bombas dosadoras de Polímero	172,16	L/h	0,33	2	0,7	0,5
Bomba dosadora de Cloreto Férrico	17,9	L/h	0,33	2	0,7	0,5
Bomba Dosadora de Hipoclorito	14,9	L/h	0,33	2	0,7	0,5
Bomba do Clarificado	6,8	m ³ /h	1,5	1	1,5	1,1
Floculador Mecânico			4,0	4	16,0	11,8
Misturador Rápido			3,0	2	6,0	4,4
Bomba Elevatória de Esgoto Bruto	110,1	L/s	75,0	1	75,0	55,2
					304,5	223,9

6. Dimensionamento desinfecção (hipoclorito)

Q _{máxima} =	110,1	L/s	9509	m ³ /d
Q _{média} =	61,1	L/s	5283	m ³ /d

Concentração de microorganismos a montante da desinfecção (N ₀) =	1,00E+06	NMP/100m L	
Concentração de microorganismos a jusante da desinfecção (N) =	1,00E+03	NMP/100m L	CONAMA 357/05



PREFEITURA DE MACEIÓ
SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA

$$N/N_0 = 1 / ((1 + 0,23 C_{Rt_c})^3)$$

$$C_{Rt_c} = 39,13$$

Para um tempo de detenção de 30 min para a vazão média e 15 máxima:

TDH vazão média 30 min

TDH vazão máxima 15 min

O volume resultante é de 110,1 m³ (vazão média) ou 99,1 m³ (vazão máxima)

Verificação do tempo de detenção para a vazão máxima

TDH = 16,67 min (vazão máxima)

Uma vez que o tempo está acima de 15,00 min (tempo mínimo recomendado para o tempo de contato, poderá adotar o valor mínimo de 30 min como margem de segurança, para vazão média.

Tempo de contato 30,00 min

$t_c =$

Concentração de Cloro 1,43 mg/L

residual $C_R =$

Concentração de cloro residual para a demanda imediata (adotado) = 1,00 mg/L

Concentração de cloro residual = 0,50 mg/L

Concentração total de cloro a ser dosado = 3,00 mg/L

Conclusão

Será adotado um sistema de dosagem de cloro com as seguintes características:

Concentração de cloro a ser dosado = 3,00 mg/L

Tempo de contato para a vazão média = 30,00 min

Tempo de contato para a vazão máxima = 16,67 min

Dimensionamento do tanque de contato

Área adotada 110,06 m²



PREFEITURA DE MACEIÓ
SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA

	10,49
Comprimento	
Comprimento adotado	11,5 m
Largura	11,5 m

Lamina Líquida	1,00 m
Altura da Parede das Chicanas	1,50 m

De acordo com a Norma deve-se manter uma relação comprimento:largura na chicanas, igual ou superior a 10, visando o fluxo pistão.

Comprimento	11,50 m
Numero de Chicanas	12,00
Largura das Chicanas	0,87 m
Largura da Parede Divisória	0,10 m

O tanque de contato terá inclinação de 1% no fundo dos canais.

A entrada no tanque de contato se dará através de tubulação instalada acima da altura máxima da parede do tanque, para garantir turbulência mínima no ponto de dosagem do hipoclorito.

· Verificação das velocidades na câmara de contato e número de chicanas a serem adotadas.

Deve-se garantir a manutenção de velocidades horizontais mínimas, para as condições de vazões mínimas, suficientes para evitar a deposição de sólidos no fundo do reator, da ordem de 0,03 m/s.

$$Q = V \cdot A_{\text{seção transversal}}$$

V_{max}	0,0110 m/s
V_{med}	0,0061 m/s
V_{min}	0,0031 m/s

Tubulação de entrada e saída das chicanas

Adota-se a mesma saída do decantador secundário 0,48 m

Dosagem de hipoclorito de sódio

Q máxima	110,1 L/s	
Q dosagem cloro ativo =	330,17 mg/s ou	1,19 kg/h
Para solução comercial de hipoclorito de sódio a 12 % ou		120,00 kg Cl / m ³
Q solução =	0,010 m ³ /h ou	9,91 l/h

Q média = 61,1 L/s



PREFEITURA DE MACAIO
SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA

Q dosagem cloro ativo = 183,43 mg/s 0,66 kg/h
ou
120,00 kg Cl / m³

Para solução comercial de hipoclorito de
sódio a 12 % ou

Q solução = 0,006 m³/h 5,50 L/h
ou

Bombas Dosadoras 2 unidades

Potencia 0,25 CV
Dosadoras

Custo com Cloro - Mensal e Metro Cubico

Custo por litro 0,6 L
Custo diário 79,2 dia
Custo mensal 2.377, mes
2
Custo por metro 0,015 R\$/m³
cubico

**Quantidade de hipoclorito de sódio para
armazenamento**

Vazão média =	61,14 L/s	Vazão máxima =	110,0 L/s 6
Consumo de hipoclorito =	15,85 Kg/dia	Consumo de hipoclorito =	28,53 Kg/dia
Tempo de autonomia =	15,00 dias	Tempo de autonomia =	10,00 dias
Quantidade de cloro =	237,72 Kg	Quantidade de cloro =	285,2 Kg 7
Massa específica do hipoclorito =	120,00 KgCl/ m ³	Massa específica do hipoclorito =	120,0 KgCl/ 0 m ³
Volume requerido =	1,98 m ³	Volume requerido =	2,38 m ³
Volume do tanque de armazenamento	4,10 m ³	Volume do tanque de armazenamento (m ³) =	4,10
Quantidade de tanques =	1,00 unidade s	Quantidade de tanques =	1,00
Diametro	1,5 m		
Altura	2,75 m		
Volume do tanque de armazenamento	4,9 m ³		

Conclusão

Deverão ser fornecidos conjuntos de dosadores de cloro para um sistema com a progressão de dosagem, conforme abaixo:

Etapa	Vazão de dosagem (L/h)	
	Máxim	Médi
	a	a
1	9,91	5,50



Adota-se 01 bomba dosadora para a dosagem de solução de hipoclorito de sódio a 12% que atendam o seguinte ponto operacional:

$Q_{\min} = 3 \text{ L/h}$

$Q_{\max} = 15 \text{ L/h}$

Quantidade de 2 un.

Potência 0,33 CV

Deverão ser fornecidos o hipoclorito de sódio para as seguintes características:

Massa específica do produto = 120,00 Kg Cl/m³

Volume do produto = 1,98 m³

Autonomia = 15,00 dias

Para o armazenamento do produto serão utilizados 1 tanques com capacidade líquida de 4,1 m³. (vazão média)

Para o armazenamento do produto serão utilizados 1 tanques com capacidade líquida de 4,1 m³. (vazão máxima)

7. Tanque de pós-aeração

A aeração tem por objetivo manter oxigênio dissolvido o para níveis adequados no corpo receptor.

Tempo de detenção 7 min

adotado =

Volume necessário 46,2 m³

=

Número de canais 1

=

Altura adotada = 3 m

Largura adotada = 5 m

Comprimento adotado = 3,1 m

Adota-se para dimensionamento OD = 6 mg/l

Consumo de oxigênio para final de plano =

Necess. de O₂ = Vazão * Conc.

Requerida de OD

Necess. de O₂ 2,4 kgO₂/hora

=



PREFEITURA DE MACAÉ
SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA

Taxa de transferência de oxigênio 18,2 %
(condição padrão):

Necessidade de ar 62,08 kgAr/h
=
Densidade do ar = 1,2 kg/m³
Necessidade de ar 51,7 m³Ar/h ou
=
 0,9 m³Ar/min

Numero de
Difusores
Vazão de ar por
difusor 0,083 m³ Ar/min
Numero de 10 unid.
Difusores
Numero de Difusores **20 unid.**
adotados

Tubulação -
Emissário
Velocidade 0,60 m/s
adotada na saída
Diâmetro da 0,48 m
tubulação de saída
Extensão 20 m