AEROTEC
AMBIENTAL LTDA.

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DE UMA NOVA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS COM SISTEMA DE LODO ATIVADO.

AMPLIAÇÃO E.T.E. SESC-CACUPÉ.

MEMORIAL DESCRITIVO
&
MEMORIAL DE CÁLCULO

Rua: João Motta Espezim, nº 625, Saco dos Limões, CEP: 88.045-401, Florianópolis/SC
Tel.: (48) 98418-7200 / (48) 99115-2031 – E-mail: Contato@aerotecambiental.com.br
www.aerotecambiental.com.br

REQUERENTE / Identificação do Empreendedor

Razão Social: **SERVIÇO SOCIAL DO COMÉRCIO – SESC AR/SC**

CNPJ: 03.603.595/0001-68

Endereço: Rua Felipe Schimidt, n° 785, Ed. Haroldo Soar, 1º Andar, Centro, CEP 88010-002, Florianópolis-SC.

Identificação do Empreendimento

Nome: **HOTEL SESC - CACUPÉ**

CNPJ: 03.603.595/0001-68

Endereço: Rodovia Haroldo Soares Glavan, n° 1670, Cacupé, CEP 88050-005, Florianópolis – SC.

REQUERIDO/ Identificação da Empresa Executora

Razão Social: **AEROTEC Projetos e Consultoria Ambiental Ltda.**

CNPJ: 07.954.343/0001 – 34

Endereço: Rua João Motta Espezim, nº 625, Saco dos Limões, Florianópolis/SC.

Telefone: (48) 98418-7200 ou 99115-2031

Responsável Técnico

Flávio Martins Freire
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
Crea/SC: 151045-4

Florianópolis, maio de 2019.

AEROTEC
AMBIENTAL LTDA.

SUMÁRIO

1. MEMORIAL DESCRITIVO 5
2. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DO SISTEMA ADOTADO 5
2.1. BOMBA A AR “AIR LIFT’S” 5
2.2. SUGADOR PARA REMOÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENÇÃO NO DECANTADOR 7
2.3. TANQUE ANAERÓBIO (RETENÇÃO DE SÓLIDOS) 7
2.4. TANQUE ANÓXICO 8
2.5. TANQUE DE AERAÇÃO (Reator Aeróbio) 9
2.6. TANQUE DE DECANTAÇÃO (Decantador Secundário) 9
2.7. TANQUE DE DESINFECÇÃO 9
2.8. DEPÓSITO DE LODO 10
2.9. FILTRO DE AREIA E ANTRACITO 10
2.10. SISTEMA DE DESINFECÇÃO POR RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA 10
2.11. MEDIDORES DE VAZÃO 10
2.12. DESTINO FINAL DO EFLUENTE TRATADO 10
2.13. SISTEMA ELEVATÓRIO E LINHAS DE RECALQUE 11
2.14. POÇO DE SUCÇÃO 11
3. MEMORIAL DE CÁLCULO 12
3.1. DIMENSIONAMENTO DO REATOR COM PRÉ DESNITRIFICAÇÃO 13
3.1.1. Volume do reator 13
3.1.2. Tempo de detenção hidráulica do Reator 15
3.1.3. Idade do lodo (Θ_c) mínima necessária para a nitrificação 15
3.2. ESGOTO AERADO 15
3.3. REQUISITO DE OXIGENAÇÃO 16
3.3.1. Sistema de Aeração 16
3.4. DIMENSIONAMENTO DO TANQUE ANAERÓBIO 17
3.5. DIMENSIONAMENTO DO DECANTADOR SECUNDÁRIO 17
3.5.1. Quantidade de lodo a ser descartada 18
2.4. DIMENSIONAMENTO DO TANQUE DE CONTATO (DESINFECÇÃO) 19
2.5. TANQUE DE DEPÓSITO DE LODO 20
2.6. ELEVATÓRIA DE ESGOTO TRATADO 21
2.7. ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO 21
2.8. SISTEMA DE FILTRAÇÃO 22
2.9. SISTEMA DE DESINFECÇÃO POR ULTRA VIOLETA 23
2.10. DESTINO FINAL DO EFLUENTE TRATADO 24
2.11. IRRIGAÇÃO 25
3. CÁLCULO DA REMOÇÃO DE NUTRIENTES 26
3.4. REMOÇÃO DA DBO (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO) 26
3.5. REMOÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO 27
3.6. REMOÇÃO BIOLÓGICA DE FÓSFORO 33

3.7. RESUMO DAS CONCENTRAÇÕES DO EFLUENTE E EFICIÊNCIAS:.....36
4. EQUIPAMENTOS 37
4.2. TANQUE DE AERAÇÃO 37
4.2. TANQUE DE SUCÇÃO.....38
4.3. ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO.....38
4.4. CASA DE MÁQUINAS 38
4.5. SISTEMA DE DESINFECÇÃO.....39
4.6. GERADOR DE ENERGIA.....**Erro! Indicador não definido.**
4.7. MEDIDOR DE VAZÃO 40
5. ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA IMPLANTAÇÃO 40
6. REFERÊNCIAS 41

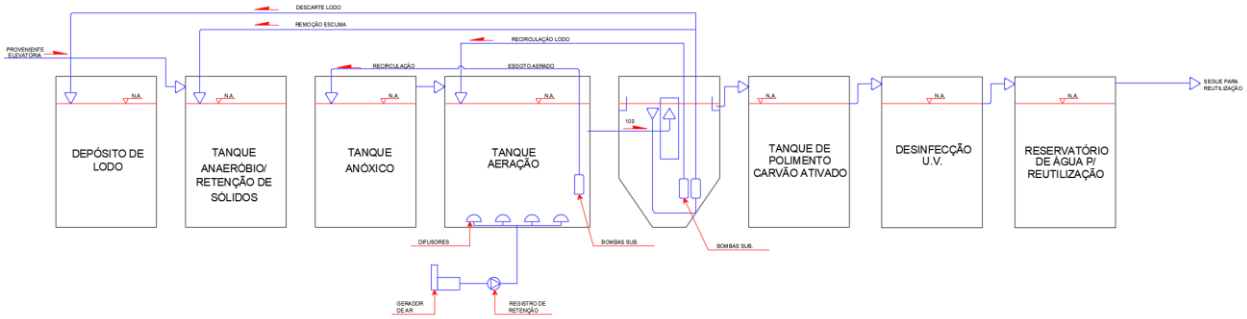
1. MEMORIAL DESCRITIVO

O presente projeto apresenta o sistema de tratamento de esgoto sanitários projetado para adequar os efluentes líquidos da Colônia de Férias do SESC em Cacupé aos parâmetros estipulados pela Legislação Ambiental. Este denominado como “Ampliação ETE Sesc-Cacupé” que deverá ser integrar ao sistema atual que continuará em atividade.

O tratamento de esgoto se fará por uma estação de tratamento de efluentes com sistema de lodos ativados convencional, com alto grau de eficiência na remoção de sólidos e patogênicos, que necessita de pouca área ocupada.

Este sistema é composto de Tanque anaeróbio, Tanque Anóxico, Tanque de Aeração, Decantador Secundário, Polimento, Desinfecção e Depósito de Lodo, sendo dimensionados de acordo as recomendações da NBR 12209/11, bibliografia pertinente e parâmetros estabelecidos por normas vinculadas aos critérios determinados pela legislação vigente.

Imagem 01 – Fluxograma de funcionamento do sistema



FLUXOGRAMA E PERFIL HIDRÁULICO - GENÉRICO
SEM ESCALA

2. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DO SISTEMA ADOTADO

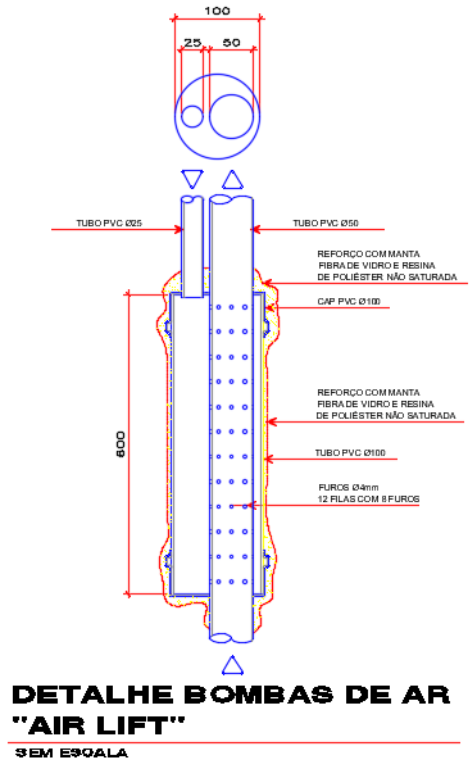
2.1. BOMBA A AR “AIR LIFT’S”

A bomba Air Lift é composta de uma tubulação principal, uma câmara e uma tubulação secundária para injeção do ar, conforme detalhe abaixo. Como pode ser

observado, a tubulação principal tem todo seu entorno perfurado dentro da câmara, quando o ar é injetado pela tubulação secundária “de ar”, o ar sob pressão sobe através dos furos existentes na tubulação principal e leva por arraste toda massa liquida existente que entra pela extremidade aberta submersa no fundo do tanque.

Tal sistema tem as vantagens de não sofrerem desgaste e danos por ser composto por PVC e fibra de vidro. O Air Lift dificilmente sofre entupimento, pois utiliza a tubulação com o mesmo diâmetro do início ao fim, caso houver algum material sólido de diâmetro superior ao tubo que feche a entrada, a saída poderá ser fechada e o ar inverte seu fluxo normal, expelindo qualquer material que possa obstruir a entrada da tubulação.

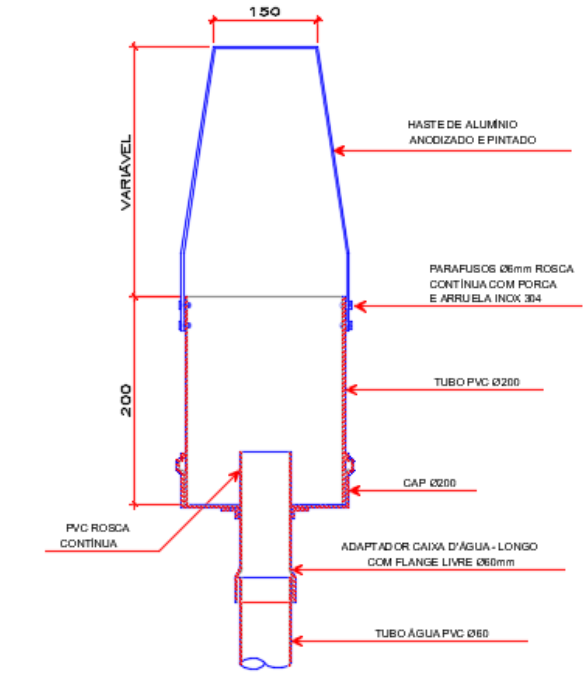
Imagem 2 - Detalhe Bomba a ar “Air Lift”.



2.2. SUGADOR PARA REMOÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENÇÃO NO DECANTADOR

O Sugador tem a função de remover e transportando para o tanque de entrada “retenção de sólidos”, quaisquer materiais sobrenadantes que estejam na superfície do decantador. É construído em PVC e aço inox, a regulagem de nível e feita manualmente girando o sugador com flange rosqueavel em PVC, conforme detalhe abaixo.

Imagem 3 - Detalhe sugador de superfície.



2.3. TANQUE ANAERÓBIO (RETENÇÃO DE SÓLIDOS)

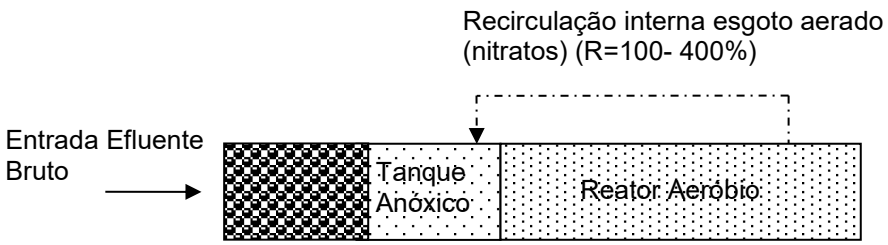
O tanque anaeróbio e também retenção de sólidos é o dispositivo que receberá o efluente bruto, ele tem como função o pré-tratamento do esgoto doméstico, diminuindo a carga de sólidos em suspensão, fósforo, retenção de sólidos grosseiros e também função de desarenador. Este tanque atua em

condições anaeróbias com uma pequena eficiência na remoção da carga carbonácea (DBO).

Processo A²O (Phoredox de 3 estágios): O nome A²O originasse de “anaeróbio/anóxico/aeróbio”, o qual descrê a linha de fluxo básica do processo. A alternância entre condições anaeróbias e aeróbias, necessária para a remoção do fósforo, é alcançada por meio de recirculação do lodo, a qual é direcionada para a zona anaeróbia, (Marcos Von Sperling, 2ª edição, 2002).

2.4. TANQUE ANÓXICO

O tanque anóxico seguido do tanque aeróbio possui a finalidade de promover a nitrificação/desnitrificação. A nitrificação ocorre na zona aeróbia (oxidação biológica), conduzindo a transformação da amônia livre em nitratos. Os nitratos são direcionados á zona anóxica por meio de recirculação interna. Na zona anóxica, os nitratos são convertidos a nitrogênio gasoso (N_2) e liberados à atmosfera. Sabe-se que a presença muito intensa do Nitrogênio e Fósforo a corpos d’agua (como rios, lagos e represas) provoca um crescimento excessivo da vegetação aquática favorecendo o desequilíbrio, causado pelo alto consumo de oxigênio da massa líquida por essas espécies ocasionando, por exemplo, a ocorrência do fenômeno de eutrofização.



2.5. TANQUE DE AERAÇÃO (Reator Aeróbio)

Esta unidade é responsável pela formação dos microorganismos ativos, local onde são fornecidas as condições ideais para os microorganismos responsáveis pela degradação bioquímica (remoção da matéria orgânica) se desenvolvam e cumpram sua função. São fornecidos oxigênio, micro e macronutrientes e um tempo de contato ideal (Tr: tempo de residência), para que todos os processos ocorram eficientemente. No processo utilizado a nitrificação acontece no tanque de aeração, conduzindo a formação de nitratos. Os nitratos são direcionados a zona anóxica por meio de recirculação interna por Bomba Submersível.

2.6. TANQUE DE DECANTAÇÃO (Decantador Secundário)

Este tanque tem a função de separar os sólidos suspensos do efluente tratado. Estes sólidos são formados pelos microorganismos ativos e inativos no Tanque de Aeração. Portanto, parte do lodo sedimentado (ativos) retorna ao Tanque de Aeração, e a água clarificada é captada a trinta centímetros abaixo da linha d'água, seguindo para a filtragem e/ou tanque de desinfecção.

Neste projeto foi adotado a utilização de duas bombas submersíveis para recirculação do lodo ativado e descarte de lodo, para remoção da escuma utilizamos um sugador de superfície com uma bomba a Ar "Air Lift".

2.7. TANQUE DE DESINFECÇÃO

A desinfecção tem por objetivo a inativação dos organismos que ameaçam a saúde humana e ambiental.

Neste projeto foi adotado a desinfecção por lâmpadas germicidas Ultravioletas com exposição mínima de 40 segundos.

2.8. DEPÓSITO DE LODO

Este tanque tem a finalidade de receber o lodo em excesso do sistema de tratamento. Quando a capacidade volumétrica for totalmente utilizada, o lodo depositado deverá ser retirado com caminhão limpa fossa.

A empresa acionada para este fim deverá ser especializada neste tipo de serviço e devidamente habilitada, possuindo Licença Ambiental de Operação (LAO) para exercer tal atividade, de modo a tornar mais segura à disposição final do lodo, sem causar nenhum impacto ambiental.

Adota-se um período para remoção do lodo de aproximadamente a cada 6 meses.

2.9. FILTRO DE AREIA E ANTRACITO

Unidade de seção cilíndrica vertical pré-fabricada em PRFV com leitos em seixos rolados, areia e carvão antracito onde haverá o polimento do efluente (em termos de sólidos totais e turbidez) para que a desinfecção seja eficiente.

2.10. SISTEMA DE DESINFECÇÃO POR RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

Unidade de seção retangular em concreto armado com 02 módulos de lâmpadas ultravioleta que fornecem radiação germicida. Cada módulo terá 5 lâmpadas, totalizando 10 lâmpadas, dispostas 10 cm acima da lâmina líquida.

2.11. MEDIDORES DE VAZÃO

Para a medição de vazão será utilizado medidor de vazão magnético ligado diretamente na linha de recalque do efluente bruto antes de chegar na ETE.

2.12. DESTINO FINAL DO EFLUENTE TRATADO

A disposição final do efluente tratado, após a passagem pela estação de tratamento de esgoto será por irrigação de áreas verdes e dos jardins. A irrigação será realizada nas áreas verdes através de um sistema de gotejamento e nos

jardins serão providos pontos de fornecimento (torneiras) de água de reuso não potável para a rega das plantas.

2.13. SISTEMA ELEVATÓRIO E LINHAS DE RECALQUE

Os coletores de esgoto da rede podem ter todos os trechos por gravidade ou combinar trechos por gravidade com trechos com escoamento forçado. Essa mudança no escoamento é obtida com o emprego das Estações Elevatórias de Esgoto (EEE), que, segundo a NBR 12.208/1992, é a instalação construída e equipada destinada ao transporte de esgoto do nível do poço de sucção das bombas ou de chegada até o nível de descarga na saída do recalque, acompanhando aproximadamente as variações da vazão afluente (NBR 12.208/92).

No empreendimento contempla uma estação elevatória e uma linha de recalque, sendo este sistema utilizado para que o esgoto bruto chegue na ETE.

2.14. POÇO DE SUCÇÃO

O poço de sucção de uma elevatória de esgoto é uma estrutura de transição que recebe as contribuições dos esgotos afluentes e as coloca à disposição das unidades de recalque.

O funcionamento da bomba depende do nível de esgoto no poço de sucção. Quando o poço de sucção chega ao nível mínimo estabelecido a bomba é desligada. O sistema volta a operar quando o nível alcança um valor máximo estabelecido ou quando se transcorre um tempo predeterminado.

O sistema opera, com qualquer das duas opções, apenas parte do tempo e sempre na vazão máxima. Como as perdas de carga do sistema dependem da vazão ao quadrado, espera-se que, ao operar o sistema em um intervalo de tempo maior, mas com uma vazão menor, as perdas como um todo diminuam, atendendo à vazão solicitada com maior eficiência.

3. MEMORIAL DE CÁLCULO

Parâmetro	Abrev.	Valor	Unid.	Formula
Hospedes	PTot	500	Hab.	-
Bacias	Ba.	14	-	-
Refeições	Refei.	3500	Ref.	
Contribuição Pop. T	C Ptot	0,20	m³/dia	-
Contribuição Bacias	C Ba	0,48	m³/dia	-
Contribuição Refeições	Cref.	0,025		
Período de Contribuição	p	24	horas	-
Vazão Média Total	Q tot	194,22	m³/dia	(Ptotx C) + (Ba x Cba) + (Ref. x Cref)
Vazão ETE Existente	Q exist	85,00	m³/dia	Parâmetro ETE Existente
Vazão Média ETE Atual	Qmed	109,22	m³/dia	Qtot – Qexist.
Vazão máxima diária	Qmáxd	131,06	m³/dia	Qmed x 1,2
Vazão máxima horaria	Qmáxh	163,83	m³/dia	Qmed x 1,5
Vazão de Pico	QmáxP	2,275	L/s	(Qmed x 1,2 x 1,5)/86,4
DBO Adotada	S0	350	Mg/L	0,35kg/m³
Carga Orgânica	CO	38,23	Kg/DBO/d	S0 x Qmed

Parâmetro	Abrev.	Valor	Unid.	Formula
DBO de Entrada	S0	350	Mg/L	-
Carga Percapita DBO	Kc	0,054	KgDBO/Hab/dia	-
Conc. Sólidos Voláteis em Suspensão (SSV ou Xv)	Xv	3000	Mg/L	1500 a 6000 mg/L
Razão de Recirculação	R	1	-	0,7 a 1,2
Conc. Sólidos Suspensão no Lodo Recirculado	Xr	6000	Mg/L	Xv * (R+1) / R

Tempo -Detenção Celular	Θ_c	10	dias	04 a 10 dias
Coeficiente de Respiração Endógena	Kd	0,09	mgSSV/mgSSV.d	006 a 0,10
Coeficiente de Produção Celular	Y	0,6	mgSSV/mgDBO5rem.	0,4 a 0,8
Fração Biodegradável	fb	0,68	fb' = 0,8 = 80%	Fb'/[1+(1-fb')*Kd* Θ_c]
DBO5 Efluente	Ks	60	Mgdbo/L	25 a 100mgDBO/L
Taxa de Crescimento Específico das bactérias no reator	μ_{max}	2	d-1	1,5 a 5 d-1
DBO de Saída	S	3,09	Mg/L	Ks * [(1/ Θ_c) + Kd.*Fb] / μ_{max} – [(1/ Θ_c) + Kd*Fb]
Carga per Capita de NTK afluente	K_{NTK}	8,0	gNTK/dia	
Concentração de NTK0	CNTK0	50	Mg/L	
Concentração de NTKe	CNTKe	2,0	Mg/L	Desejado
Carga de afluente	KNTK0	1,99	Kg NTK/dia	(Qmed x NTK0)/1000
Carga de Efluente	KNTKe	0,08	Kg NTK/dia	(Qmed x NTKe)/1000

3.1. DIMENSIONAMENTO DO REATOR COM PRÉ DESNITRIFICAÇÃO

3.1.1. Volume do reator

$$V = \frac{Y.\theta_c.Q.(S_0 - S)}{X_v.(1 + K_d.f_b.\theta_c)} \rightarrow \frac{0{,}6 \text{ x } 10 \text{ x } 109{,}22 \text{ x } (350 - 3{,}09)}{3000 \text{ x } (1 + 0{,}09 \text{ x } 0{,}68 \text{ x } 10)}$$

V = 47,06 m³

Segundo concepção do reator, 25% do volume total são representados pela zona anóxica e 75% são representados pela zona aeróbia, necessitando para tanto uma correção no volume do reator.

Fator de correção do volume do reator (Fc):

$$Fc = \frac{Fanóx + Faer}{0{,}75.Fanóx + Faer}$$

$$Fc = \frac{0{,}25+2{,}75}{0{,}75.0{,}25+0{,}75} \rightarrow 1{,}067$$

Parâmetro	Abrev.	Valor	Unid.	Formula
Fator de Correção	Fc	1,067	-	-
Volume total	Vt	50,20	m³	V aeração x Fc
Volume anóxico	Vanox	12,55	m³	0,25 x Vt
Volume aeração	Vaera	37,65	m³	0,75 x Vt

Dimensões Adotadas - Tanque de Aeração

Comprimento (m)	7,00
Largura (m)	4,00
Profundidade (m)	2,00
Volume (m³)	56,00

Dimensões Adotadas - Tanque Anóxico

Comprimento (m)	4,00
Largura (m)	1,60
Profundidade (m)	2,00
Volume (m³)	12,80

3.1.2. Tempo de detenção hidráulica do Reator

Parâmetro	Abrev.	Valor	Unid.	Formula
Volume total	Vtotal	68,80	m³	V aera. + Vanóx.
Vazão média	Q	109,22	m³/dia	P x C
Período de Contribuição	p	16	horas	-
Tempo de Detenção	TDH	10,08	horas	(Vtotal / Q) * p
Tempo Aeróbio	TDH aeróbio	8,20	Horas	(Vaeró / Q) * p
Tempo Anóxico	TDH anóxico	1,88	Horas	(Vanóx / Q) * p

3.1.3. Idade do lodo (Θ_c) mínima necessária para a nitrificação

A idade do lodo é dividida em:

Idade total (Θ_c) = 10 dias

Idade aeróbia do lodo(Θ_{aer}) = 10 x 0,75 = 7,5 dias

A idade do lodo sofre a mesma correção do volume do reator, portanto:

Idade do lodo total = $\Theta.F_c$ = 10 x 1,067 = Θ_{ctotal} = 10,67 dias

Idade aeróbia do lodo = $\Theta_{aer}.F_c$ = 7,5 x 1,067 = 8,00 dias

Segundo Sperling (2000), a idade mínima do lodo necessária para nitrificação total a uma temperatura de 20ºC é de 3,5 dias. Tem-se então neste reator a condição necessária para a nitrificação total, pois a idade do lodo neste reator ficou em **8,00 dias**, podendo atender assim até em temperaturas mais baixas.

3.2. ESGOTO AERADO

a) **Vazão de recirculação de lodo (Q_r)**

(Von Sperling, Quadro 10.6. Pg 325, Vol. 4, 2ª Edição)

R = 0,7 a 1,2 (razão de recirculação)

Adotou-se R = 1 (100%)

$Q_r = R.Q$

Q_r = 109,22 m³/dia

Concentração de SST do lodo recirculado (Xr):

$$Xr = \frac{Xv(R+1)}{R} \Rightarrow$$ **Xr = 6000 mg/L**

3.3. REQUISITO DE OXIGENAÇÃO

a) Necessidade de oxigênio (NO_2)

NO_2 = 2,5 KgO2/kg x DBOremovida

DBOremovida = CO x 0,95

DBOremovida = 38,23 x 0,95

DBOremovida = 36,32kgDBO

NO_2 = 2,5 x 36,32

NO_2 = 90,8 / 16h

NO_2 = 5,67 KgO2/h

Necessidade de ar (Nar)

Considerando que 1m³ possui 20% de oxigênio e a densidade de ar é de 1,2 kg/m³.

N_{ar} = 90,80 / (0,2 x 1,2)

N_{ar} = 378,33 m³/dia = 15,76 m³/h

3.3.1. Sistema de Aeração

Compressor Radial

Marca: Asten

Modelo: CRC – 4 620 36 TS

Potência: 3,70Kw - 5,00 CV – Trifásico 380v

Pressão Máxima: 4200mm

Vazão Máxima: 3,25 m³/min

Obs: A manutenção deste gerador é apenas 2 rolamentos, devendo o operador programar a troca dos dois rolamentos quando estiver com ruído fora do normal, estima-se que para fazer a manutenção deste equipamento é necessário no duas a três horas em média. O equipamento terá todas as proteções no quadro de comando, evitando a queima do mesmo.

3.4. DIMENSIONAMENTO DO TANQUE ANAERÓBIO

Para o dimensionamento do tanque de retenção de sólidos serão considerados o seguinte parâmetro:

Intervalo de TDH indicado: 0,5 – 1,5 h. (quadro 10.6. Lodos Ativados, Marcos Von Sperling. Vol. 4)

Adotado: TDH (Qmax): 1,5horas (0,09 dia)

Vazão máxima horária = 163,83 m³/dia ou 10,24 m³/hora

V = 163,83 x 0,09
V = 14,75m³

Dimensões Adotadas - Tanque Anaeróbio

Comprimento (m)	4,00
Largura (m)	2,00
Profundidade (m)	2,00
Volume (m³)	16,00
TDH (horas)	1,56

3.5. DIMENSIONAMENTO DO DECANTADOR SECUNDÁRIO

- Calculo de área superficial com base na taxa de aplicação hidráulica

Qmáxhor = 163,83 m³/d → Qmed(h) = 10,24 m³/h
TAH = 0,8 m³/m².h

A = Q / TAH

A = 12,80 m²

Dimensões Adotadas - Decantador

Comprimento (m)	4,00
Largura (m)	4,00
Profundidade (m)	2,00
Área (m²)	16,00

3.5.1. Quantidade de lodo a ser descartada

A quantidade de lodo a ser descartada é o lodo excedente.

Cálculo da produção líquida de lodo excedente (P_{XV}):

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + fb.kd.\theta_C} \rightarrow \frac{0,6}{1+0,68*0,09*10}$$ **Y_{obs} = 0,37**

$$P_{XV} = Y_{obs}.Q_{med}.(S_0 - S) \rightarrow 0,37\ x\ 109,22\ .\ (350\ -\ 3,09)$$ **P_{xv} = 14,26 kgSSV/d**

Em termos de SST contém:

$$P_X = \frac{P_{XV}}{(SSV/SS)} \rightarrow Px\frac{14,26}{0,8}$$ **→ P_x = 17,65 kgSSV/d**

O material sedimentado no decantador deverá ser continuamente recirculado para o tanque de aeração e Tanque anaeróbio. Sempre que a concentração de sólidos em suspensão no tanque de aeração ou decantação excederem a 3.000 mg/L deverá ser interrompida a recirculação e feita a retirada do lodo através do bombeamento por (Air Lift) para o tanque de depósito de lodo, sendo o mesmo retirado o excesso de lodo a cada 6 meses por caminhão limpa fossa.

2.4. DIMENSIONAMENTO DO TANQUE DE CONTATO (DESINFECÇÃO)

A desinfecção do efluente tratado será realizada através de cloração por hipoclorito de sódio (12% cloro ativo). Para dimensionamento da concentração para dosagem de cloro foi utilizada a equação apresentada por CHICK, em 1908. Os parâmetros utilizados na equação foram obtidos da Tabela nº 01 para pH igual a 6,5 e temperatura de 20 a 25 °C.

Tabela nº 01- Parâmetros de CHICK-WATSON para a inativação microbiológica com cloro combinado.

Microrganismo	**pH**	**Temperatura(ºC)**	**k' (Ln/mgn.min)**	**N**
E. Coli	6,5	20 a 25	0,483	1,07

Fonte: Retirado de CHERNICHARO C., A., L. (coordenador). Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios, pg 400.

Tabela nº 02 - Cálculo de tempo de contato e concentração de desinfetante

Parâmetros	**Abrev**	**Valor**	**Unidade**	**Equação**
Concentração afluente	N	1,00E+05	NMP/100mL	Obtido
Concentração efluente	No	5,00E+02	NMP/100mL	NBR 13.969/97
Constante de decaimento	k'	0,483	Ln/mgn.min	Tabela acima
Coeficiente	N	1,07	Adimensional	Tabela acima
Tempo de contato	Tc	30	Min	NBR 13.969/97
Concentração de desinfetante	C	0,39	Mg/L	[LN(n/No)/(k'.t)]^(1/n)

A NBR 13.969 ainda estabelece uma concentração mínima de agente desinfetante (C) de 0,50 mg/L.

Tabela nº 03- Dimensionamento do tanque de contato

Parâmetro	**Abrev.**	**Valor**	**Unidade**	**Equação**
Volume do tanque	V	8,00	m³	Adotado
Vazão média de efluente	Qmed.min	0,114	m³/min	Qmed/12/60
Tempo de contato	Tc	70,32	min	V/Qmed.min

Quantidade de cloro necessária	Cl	44,37	mg/min	C*Qmed.min*1000
Concentração de cloro	CD	15	%	Fabricante
Quantidade de hipoclorito de sódio	CNaClO	295,80	mg/min	(Cl/CD)*100
Densidade NaClO	D	1,16	g/cm³	Fabricante
Vazão de hipoclorito	QNaClO	0,015	l/h	(CNaClO/D)*6x10^-5

Dimensões Adotadas – Tanque Desinfecção

Comprimento (m)	4,00
Largura (m)	1,00
Profundidade (m)	2,00
Volume (m³)	8,00

2.5. TANQUE DE DEPÓSITO DE LODO

Estimativa do volume de lodo Excedente:

Px = 17,65 kgSSV/d;

Densidade do Lodo = 1000kg/m³

Período de remoção do lodo do depósito de lodo:

P = (VL / Px)

P = (8,60 / 17,65) * 1000

P = 487 dias

Recomenda-se que o lodo seja descartado a cada 180 dias (6 meses).

Dimensões Adotadas – Tanque Depósito de Lodo

Comprimento (m)	4,00
Largura (m)	1,00
Profundidade (m)	2,15
Volume (m³)	8,60

2.6. ELEVATÓRIA DE ESGOTO TRATADO

Vazão máxima horária (Qhm)= 163,83 m³/dia

$$TDH = \frac{Qhm}{V}$$

TDH = 1,21 horas

Dimensões Adotadas

Comprimento (m)	4,00
Largura (m)	2,00
Profundidade (m)	1,55
Volume (m³)	12,4

2.7. ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO

A Elevatória de Esgoto Bruto projetada tem a função de equalizar e distribuir adequadamente os volumes de efluentes compatíveis com as respectivas capacidades das duas ETEs, sendo que o controle de volume distribuído será através de bombas submersíveis com controle de vazão por dispositivo de inversor de frequência e medidor de vazão.

Dimensões Adotadas

Comprimento (m)	5,00
Largura (m)	5,00
Profundidade (m)	2,00
Volume (m³)	50,00

2.8. SISTEMA DE FILTRAÇÃO

O sistema de filtração será dimensionado para atender a vazão da ETE existente e ETE de ampliação. O efluente final das duas ETEs será misturado em um reservatório e após distribuído em partes iguais para os dois filtros.

Vazão (Q) = 194,22m³/dia
TAS = 50 m³/m².dia (taxa bastante conservadora)

$$\text{Área} = \frac{\text{Q}}{\text{TAS}}$$

$$\text{Área} = \frac{194{,}22}{50}$$

Área = 3,88m²

$$Diâmetro = \sqrt{\frac{Área * 4}{3{,}14}}$$

$$Diâmetro = \sqrt{\frac{2{,}00 * 4}{3{,}14}}$$

Diâmetro = 1,60 m

Dimensões Adotadas

Diâmetro (m)	2,00
Altura (m)	3,80
Área (m²)	3,14

Tanque cilíndrico vertical fabricado em PRFV (Plástico Reforçado com Fibra de Vidro) com Tampa de Inspeção removível conforme projeto.

Obs.: Foi previsto dois filtros iguais com as mesmas dimensões, sendo um para cada E.T.E..

2.9. SISTEMA DE DESINFECÇÃO POR ULTRA VIOLETA

O sistema de desinfecção por Ultra Violeta será dimensionado para atender a vazão das duas ETEs. O efluente final das duas ETEs após a passagem nos filtros será direcionado para o sistema de desinfecção.

a) Quantidade de lâmpadas U.V.

Vazão (Q) = 109,22m³/dia → 1,26 L/s
Qmax = 1,26 x 1,5 = 1,90 l/s
Qmax = 6,85 m³/h

$$N = \frac{(QxD)}{P}$$

(D) Densidade de potência = 30 wh/m³
(P) Potência nominal das lâmpadas = 30 w (comprimento de 90cm)

$$N = \frac{(6{,}85 * 30)}{30}$$

N = 7 Lâmpadas → **Adotou-se: 10 Lâmpadas**

b) Câmara de Desinfecção

Volume (V) = Q x t

Onde,
(t) Tempo de exposição = 40 segundos
(Q) Vazão máxima = 0,00189 m³/s

V = 0,076m³

c) Lâmina Líquida

(h) Lâmina máxima = 5 cm ou 0,05m

$$Área = \frac{V}{h}$$

$$Área = \frac{0,076}{0,05}$$

A = 1,52 m²

d) Dimensões da câmara

Dimensões Adotadas

Comprimento (m)	1,85
Largura (m)	1,00
Nº de refletores	2
Nº de Lâmpadas	10
Espaçamento entre Lâmpadas (cm)	15

2.10. DESTINO FINAL DO EFLUENTE TRATADO

Os cálculos considerados para dimensionamento dos sistemas de reutilização da água tratada compreendem a soma dos volumes tratados nas duas Estações de Tratamento de Esgoto.

O destino final será por meio de:

TIPO DE DESTINO	ÁREA (m²)
Área de irrigação manual – Rega de jardins e lavagem de calçadas	20.000
Área de irrigação por gotejamento	15.000

2.11. IRRIGAÇÃO

O reuso de água tratada dos efluentes para irrigação de vegetação e jardins estará em conformidade com a proposição dos níveis de qualidade da água estipulados por HERMANOWITCZ & ASANO (1999), baseado nas recomendações da OMS (1989), que estabelece os seguintes limites:

- ✓ DBO < 30 mg/l;
- ✓ Sólidos suspensos totais < 30mg/l;
- ✓ Coliformes totais < 200/100ml;
- ✓ Ph entre 6 e 9.

A área verde a ser utilizada para o reuso não potável através da irrigação será de aproximadamente 10.510 m². O consumo de água para esta modalidade é da ordem de 5 l/m².dia (5 mm/dia).

Nas áreas verdes está previsto a irrigação através de sistema de gotejamento, com linhas de gotejadores “in line” ou mangueiras perfuradas, alimentadas com efluente.

A área de rega em jardins e plantas ornamentais é de 9.150 m², sendo adotado um consumo de 2,5 l/m².dia. Nestas áreas é previsto pontos de água (torneiras) para irrigação manual.

Volume de esgoto utilizável na Irrigação (Qi):

- Área de irrigação por gotejamento (área verde) = 30.00 m²
- Consumo de água na irrigação por gotejamento = 2,5 l/m².dia
- Área de irrigação manual (rega de jardins e lavagem de calçadas) = 23.804,40 m²
- Consumo de água na irrigação manual = 5,0 l/m².dia

$$Qi = Área_{gotej} \times Consumo_{gotej} + Área_{irrig.\ Manual} \times Consumo_{irrig.\ Manual}$$

Qi = 30.000 x 2,5 + 24.000 x 5,0

Qi = 75.000,00 + 119.022,00

Qi = 194.022,00 L/dia

Vazão total = 194,22 m³/dia

3. CÁLCULO DA REMOÇÃO DE NUTRIENTES

No sistema de tratamento projetado ocorrerá à remoção biológica de fósforo e nitrogênio (Pré-desnitrificação - Remoção de nitrogênio com carbono do esgoto bruto), processo denominado Ludzak – Ettinger modificado. (Lodos Ativados, Vol 4 - Von Sperling, 1997-2002)

3.4. REMOÇÃO DA DBO (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO)

Parâmetro	**Abrev.**	**Valor**	**Unidade**	**Equação**
Concentração de Substrato	Ks	60	Mg/L DBO	25 – 100 (NBR 12.209/2011)
Taxa de Crescimento Bactérias	$\mu_{máx}$	2	d-1	1,5 – 5,0
Sólidos em Suspenção	SS	30	Mg/L	-
DBO Solúvel	S	3,09	Mg/L	-
Fração Biodegradável	fb	0,68	mgSSb/mgSSV	fb'/(1+(1-fb')*kd*Θc)
Relação SSV/SS (Xv/X)	SSV/SS	0,8	mgSSV/mgSS	0,70 – 0,85 (von Sperling)

Parâmetro	**Abrev.**	**Valor**	**Unidade**	**Equação**
DBO solúvel efluente	S	3,09	mg/L	-
	SS	30	mg/L	-
DBO5 em Suspenção	DBO5 susp.	0,542	mgDBO5/mgSS	(SSV/SS) x fb
DBO Suspenção Total	DBO em Suspenção	16,27	mg DBO5/L	SS x DBO5 em Suspensão

DBO TOTAL	DBO total	19,362	mg/L	S + DBO em Suspensão
Efic. DBO Solúvel	Efic.DBOs	99,12	%	((So - S) / So)*100
Efic. DBO Total	Efic. DBOt	94,47	%	((So - St) / So)*100

Referência: (Von Sperling, Lodos Ativados, pg. 75, Vol. 4)

3.5. REMOÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

a) sólidos em suspensão voláteis formados P_{XV}:

Pvx = Yobs x Qmed x (S0 – S)

P_{xv} = 14,12 KgSS/d

b) carga de amônia a ser oxidada

Adota-se remoção de 10% de NTK nas zonas anaeróbias.

50 x (100-10)/100 = 45 mgNTK/L

Carga de NTK afluente: $CNTK_a = Q_{med} \times CNTK_o / 1000$

$CNTK_a = 109,22 \times 45 / 1000$

$CNTK_a$ = 4,915 kg NTK/d

c) Carga de NTK efluente: $CNTK_e$

$CNTK_e = Q_{med} \times NTK_e / 1000$

$CNTK_e = 109,22 \times 2 / 1000$

$CNTK_e$ = 0,218 kg/d

d) Carga de NTK no lodo excedente

$CNTK_{lodoexc}$ = (fração de amônia no lodo excedente) x (P_{XV})

$CNTK_{lodoexc.} = 0,12 \times 14,12$

$CNTK_{lodoexc}$ = 1,694 kg/d

e) Carga de NTK a ser oxidado: $CNTK_{oxidado}$

$CNTK_{oxidado} = CNTK_a – CNTK_e – CNTK_{iodoexc}$

$CNTK_{oxidado}$ = 4,915 – 0,218 – 1,694

$CNTK_{oxidado}$ = 3,00 kg/d

Quadro - Valores típicos das taxas dos coeficientes cinéticos estequiométricos da nitrificação e da desnitrificação:

Etapa	Coeficiente ou taxa	Unidade	Faixa ou valores típicos	Valores adotados neste projeto
Nitrificação	Taxa espec. cresc. Nitrif. $\mu_{máx.}$ (20ºC)	d^{-1}	0,3 a 0,7	0,5
	Coef. Saturação K_N (amônia)	$mgNH_4^+/L$	0,5 – 1,0	0,7
	Coef. Saturação K_O (oxigênio)	mgO_2/L	0,4 – 1,0	0,7
	Coef. de temperatura Θ para $\mu_{máx}$	-	1,08-1,13	1,10
	Coef. Produção nitrif. Y_N	Mg células / $mgNH_4^+$ oxidado	0,05 - 0,10	0,08
Desnitrificação	Fração de amônia no lodo excedente	$mgNH_4^+$ / mgSSV	0,12	0,12
	Coef. de temperatura Θ para taxa de desnitrificação	-	1,08-1,09	1,09
	Taxa de desnitrificação específica	$mgNO_3^-$ / mgSSV.d	0,03-0,11	0,07

Quadro 1: fonte Sperling, 2002 (9.5. pg 263, V.4)

Quadro - Valores Típicos das taxas e dos coeficientes cinéticos e estequiométricos utilizados na modelagem de remoção biológica de fósforo:

Coeficientes ou taxa	Unidade	Faixa	Valores Típicos
Fração Rapidamente Biodegradável da DQO afluente (frb)	-	0,15 – 0,30	0,25
Relação DQO/DBO5 no afluente	MgDQO/mgDBO5	1,7-2,4	-
Coeficiente de produção celular (Y)	mgSSV/mgSSV	0,4-0,8	0,7

Coef. Respir. Endógena dos SS biodeg. (Kd)	d-1	0,08-0,09	0,085
Fração biodegradável dos SSV (Xb/Xv) (fb)	mgSSb/mgSSV	0,55-0,70 (lod. Atv. Conv.)	-
Relação SSV/SS ()Xv/X)	mgSSV/mgSS	0,70-0,85) lod. Atvi. Conv.)	-

Quadro 2: fonte Sperling, 2002 (10,7. pg 325, V.4)

Parâmetros adotados neste projeto para a eficiência remoção de nitrogênio.

a. Concentração de amônia no reator: NH_4^+ = 2mg/L (desejado p/ o efluente)
b. Concentração de OD no reator: OD = 2mg/L
c. pH no reator: pH = 6,8
d. Temperatura: T = 20ºC

f) Cálculo do crescimento das bactérias nitrificantes μ_{max} em função das condições ambientais do reator.

Efeito da concentração da amônia

$\mu = \mu_{max}. [\frac{NH_4^+}{(K_N + NH_4^+)}] \rightarrow 0,5 . [\frac{2}{(0,7+2)}] \rightarrow$ **μ = 0,37 d^{-1}**

Fator de correção de μ_{max} = $\frac{0,37 d^{-1}}{0,50}$ **= 0,74**

g) Efeito da concentração do oxigênio no reator

$\mu = \mu_{max}. [\frac{OD}{(K_O + OD)}] = 0,5.\frac{2,0}{0,7+2,0} \rightarrow$ **μ = 0,37 d^{-1}**

Fator de correção de μ_{max} = $\frac{0,37 d^{-1}}{0,50} = 0,74$

h) Efeito do pH no reator

$\mu_{max(pH)} = \mu_{max}.[1 - 0,83.(7,2 - pH)] \rightarrow 0,5 . [1 - 0,83.(7,2 - 6,8)]$ **$\mu_{max(pH)}$ = 0,33**

Fator de correção de μ_{max} = $\frac{0,33 d^{-1}}{0,50}$ **= 0,67**

i) Efeito da temperatura no reator

$\mu_{max(20ºC)} = \mu_{max(20ºC)}.\Theta^{(T-20)}$ → $\mu_{max(20ºC)} = 0,5.1,1^{(20-20)}$ $\mu_{max} = 0,5$

fator de correção de $\mu_{max} = \frac{0,50}{0,50} = 1$

j) Efeito integrado das condições ambientais (fator de correção múltiplo)

$E_{integrado}$ = 0,74.0,74.0,67.1 = **0,37**

A taxa de crescimento especifica das bactérias nitrificantes nestas condições ambientais é de 37% da taxa máxima.

O μ_{max} nestas condições ambientais é:

$\mu_N = 0,37.\mu_{max}$

μ_N = **0,183 d^{-1}**

k) Produção de bactérias nitrificantes: P_{XN}

$P_{XN} = Y_N * CNTK_{oxidado}$ → 0,08 x 3,00 → **P_{XN} = 0,240 kgX_N/d**

l) Relação: (f_n)

$f_n = \frac{P_{xn}}{P_{xv}}$ → 0,240 / 14,12 → **f_n = 0,017 kgX_N/kgX_V**

m) Cálculo da taxa de nitrificação

$$\frac{\Delta NTK}{\Delta T} = \frac{f_n.X_V.\mu_N}{Y_N} \rightarrow \frac{0,017*3000*0,18}{0,08} \rightarrow \frac{\Delta NTK}{\Delta T} = \textbf{116,908 mg/L.d}$$

n) A carga de NTK passível de ser oxidada:

$$L_{NTK} = V_{aer}\frac{\Delta NTK}{\Delta T} \div 10^3 \rightarrow (88,20 * 116,908) \div 1000 \rightarrow \textbf{L_{NTK}= 6,547 kg NTK/d}$$

Este valor de 6,547 kgNTK/d é SUPERIOR ao esperado para ser oxidado (item 2.7.2 letra e) de 3,00 kg/d. Portanto a concentração de $NTK_{efluente}$ será superior a inicialmente assumida (2 mg/L) e a carga possível de ser oxidada é de **3,00 kg NTK/d.**

o) Calculo da concentração de amônia efluente ($CNTK_e$)

$CNTK_a$ = 4,915 kgNTK/d

$CNTK_{lodoexc}$ = 1,694 kg/d

$CNTK_{oxidado}$ = 3,000 KG NTK/d

Carga de NTK_e : $LNTK_e = CNTK_a - CNTK_{lodoex} - CNTK_{oxidadado}$

$LNTK_e$ = 4,915 – 1,694 – 3,000
$LNTK_e$ = 0,218 kg/d

$CNTK_e = \frac{LNTK_e}{Q_{med}} \rightarrow \frac{(0{,}218*1000)}{109{,}22}$ $CNTK_e$ = **2,00 mgNTK/L**

p) Eficiência de remoção de amônia

$E = \frac{CNTK_0 - CNTK_e}{CNTK_0} \rightarrow \frac{50-2{,}00}{50} x100 \rightarrow$ **E = 96,00 %**

q) Massa de sólidos suspensos na zona pré anóxica (M_{ss})

$M_{ss} = \frac{V_{anóx}.XV}{1000} \rightarrow \frac{12{,}80 * 3000}{1000}$ **M_{ss} = 38,40 kgSSV**

r) Recirculação de nitratos na zona pré anóxica:

Referencia: (Von Sperling, Quadro 10.6. Pg 325, Vol. 4, 2ª Edição)

Razão de circulação de lodo - R_{lodo} = 1 (100%)
Razão de circulação interna - $R_{interna}$ = 2 (200%)
Razão de circulação total - R_{total} = 1+2 = **3 (300%)**

s) Taxa de desnitrificação específica (TDE)

TDE = 0,07 $mgNO_3^-/mgSSV.d(2\,0^oC)$

t) Correção de temperatura TDE_T

$TDE_T = TDE_{T(20^oC)}.\theta^{(T-20)}$
$TDE_T = 0{,}07.1{,}09^{(20-20)}$

TDE_T = 0,07

u) Carga de Nitrato

Carga de nitrato produzida na zona aeróbia = carga de $NTK_{oxidado}$
= 3,00 kgNTK/d

Carga de nitrato recirculado à zona anóxica pelo retorno do lodo: $= \frac{NTKoxi * R_{lodo}}{R_{Total} + 1}$

→ $\frac{3,00*1}{3+1}$ **= 0,751 kg/d**

Carga de nitrato recirculado à zona anóxica pela recirculação interna:
$= \frac{NTKoxi * R_{int}}{R_{Total} + 1}$ → $\frac{3,00*2}{3+1}$ **= 1,501 kg/d**

Carga de nitrato total recirculado = 0,751 + 1,501 = **2,252 kg/d**

Carga de nitrato total recirculado possível de redução na zona pré anóxica = TDE x M_{SSV} → 0,07 x 38,40 = **2,69 kg/d**

Esse valor de **2,69 kg/d** é SUPERIOR a carga de nitrato total de recirculação (2,252 kg/d), a carga de nitrato a ser realmente reduzida é **2,252 kg/d.**

Carga de nitrato (NO_3^-) efluente = Carga de nitrato produzida – carga de nitrato a desnitrificar = **3,00 – 2,252 = 0,751 Kg/d**

v) Concentração de nitrato efluente

$CNO_3^- = \frac{\text{carga efluente}}{\text{vazão}}$ → $\frac{0,751\ x\ 1000}{109,22}$ → CNO_3 = 6,87 $mgNO_3/l$

Eficiência na remoção de nitrato formado:

E = $\frac{\text{carga produzida - carga efluente}}{\text{carga produzida}}$ → $\frac{3,00-0,751}{3,00} x100$ → E = 75,00%

w) Resumo das concentrações de nitrogênio

Afluente (esgoto bruto)**:**

Nitrogênio total = 50 mg/L (assumido que nitrogênio total seja igual ao NTK)

Efluente final:

Amônia = **2,000 mg/L**

Nitrato = **6,872 mg/L**

Nitrogênio total = **8,872 mg/L**

Eficiência de nitrogênio total

$$E = \frac{50-8{,}872}{50} \times 100 = \textbf{82,26\%}$$

x) Resumo das eficiências de remoção

RESUMO DAS EFICIÊNCIAS DE REMOÇÃO

Amônia	96,00 %	Letra p
Nitrato	75,00 %	Letra v
Nitrogênio total	82,26 %	Letra w

3.6. REMOÇÃO BIOLÓGICA DE FÓSFORO

Reator: → idade do lodo: Θ = 10 d (adotado)

Efluente:

Concentração de fósforo no efluente bruto = 14 mg/L (adotado)

Sólidos em suspensão: Ssef = 30 mg/L (desejado)

a) A relação f_{an} entre o volume da zona anaeróbia e o volume total é proporcional a relação entre os tempos de detenção:

$f_{an} = (V_{anae} / V_{total})$

f_{an} = 1,2 / 11,28 = **0,106**

Fração de P nos sólidos em suspensão

- DQO afluente:

$DQO = DBO.\frac{DQO}{DBO}$ → 350 * 1,8

DQO = 630 mg/L

- Fator de propensão de remoção de fósforo:

f_{an} varia de 15 a 30% da DQO total do esgoto bruto. Adotado 25%

frb = 0,20 (Von Sperling, quadro 10.7. V.4)

$P_f = (f_{rb}.DQO-25).f_{an}$ → (0,20 * 630 – 25) * 0,106

P_f = 10,75

- Fixação de fósforo na biomassa ativa

$\frac{P}{X_a} = 0,35 - 0,29e^{-0,242.P_f}$ → $0,35 - 0,29e^{-0,242\ x\ 20,75}$

$\frac{P}{X_a}$ **= 0,328 mgP/mgX_a**

- Relação entre SS ativos e SS voláteis:

Fa = 1 / (1+0.2.Kd. Θc) → 1 / (1+ 0,2 x 0,09 x 10) =

fa =0,847

- Fração de P nos sólidos em suspensão voláteis

$\frac{P}{X_V} = f_a.\frac{P}{X_a}$ → 0,847 * 0,328

$\frac{P}{X_V}$ **= 0,278 mgP/mgSSV**

- Fração de P nos sólidos em suspensão totais

$\frac{P}{X} = \frac{SSV}{SS}.f_a.\frac{P}{X_a}$ → 0,80 * 0,847 * 0,328

$\frac{P}{X}$ **= 0,223 mgP/mgSS**

Este resultado é indicador da capacidade do sistema permitir a elevada acumulação de P nos sólidos em suspensão do lodo excedente, representando 25% em peso dos SS. Em termos de projeto, é mais indicado executar-se em favor da segurança. Sperling (1996) sugere um valor máximo de 7%, usual em grande número de ETE's com remoção biológica de fósforo, portanto deve-se corrigir as relações de $\frac{P}{X}$ e $\frac{P}{X_V}$ em função deste valor máximo de: **0,07.**

Correção da fração de P nos sólidos em suspensão totais, para o limite máximo de 7% $\frac{P}{X}$ = **0,07 mgP/mgSS**

De acordo com o Quadro 10.7, o valor de **SSV/SS = 0,8.**

Correção da fração de P nos sólidos em suspensão voláteis, para o limite máximo de 7% na relação $\frac{P}{X} : \frac{P}{X_V} = \frac{P/X}{SSV/SS} = \frac{0,07}{0,8}$ = 0,09 mgP / mgSSV

b) Remoção de P com o lodo excedente

- Concentração de P com o lodo excedente

$$\frac{P}{X} = \frac{Y}{1+\theta_c.K_d.fb} . \frac{P}{X_V} .(S_0 - S) \rightarrow \frac{0,6}{1+10 \text{ x } 0,68 \text{ x } 0.6} . 0,09 . (350 - 3,09)$$

$\frac{P}{X}$ = **11,31 mg/L**

c) Concentrações de efluentes de P

Considerando remoção de P na decantação primária (Tanque anaeróbio) 10%.

$P_{eflu\ prim}$ = $P_{eflu\ prim}$ x (100 – E)/100

$P_{eflu\ prim}$ = 14 x (100-10)/100

$P_{eflu\ prim}$ = 12,60 mgP/L

- P Solúvel efluente

Psol eflu = Ptot aflu – P rem

Psol eflu = 12,60 – 11,31

Psol Eflu = 1,29 mgP/L

d) Eficiência na remoção de P

Eficiência total:

E = $\frac{P_{afl}-P_{efl}}{X}$ x100 → $\frac{14-1,29}{14}$ x 100 → **E = 90,79%**

Obs.: Com intuído de alcançar valores menores de Fósforo no efluente final, foi previsto Polimento com filtro de carvão ativado.

3.7. RESUMO DAS CONCENTRAÇÕES DO EFLUENTE E EFICIÊNCIAS:

CONCENTRAÇÕES FINAIS

Amônia	2,000	mg/L
Nitrato	6,872	mg/L
Nitrogênio Total	8,872	mg/L
$P_{tot\ efl}$	1,289	mg/L
DBO Solúvel	3,091	mg/L
DBO Total	19,362	mg/L

EFÍCIENCIAS DE REMOÇÃO

DBO solúvel	**E**	**99,12%**
DBO total	**E**	**94,47%**
Amônia	**E**	**96,00%**
Nitrato	**E**	**75,00%**
Nitrogênio total	**E**	**82,26%**
Fósforo	**E**	**90,79%**

4. EQUIPAMENTOS

4.2. TANQUE DE AERAÇÃO

- ✓ Bombas Centrífugas Submersíveis

  Quantidade: 01 (uma)

  Marca: ABS Sulzer

  Modelo: Robusta 700T

  Potência: 1cv – 380V – Trifásica

  Vazão: 44,9 m³/h (2mca)

  Função: Recirculação de lodo para o Tanque Anóxico.

- ✓ Sistema de Difusão de Ar

  Modelo: Difusor tipo membrana bolha fina 60 x 800mm

  Quantidade: 68 (sessenta e oito)

4.1. DECANTADOR SECUNDÁRIO

- ✓ Bombas Centrífugas Submersíveis
  Quantidade: 02 (duas);
  Marca: ABS Sulzer
  Modelo: Robusta 700T
  Potência: 1cv – 380V – Trifásica
  Vazão: 44,9 m³/h (2mca)

- ✓ 02 (duas) Bomba a Ar “Air Lift’s” para recirculação de escuma para o tanque de entrada;

4.2. TANQUE DE SUCÇÃO

- ✓ Bombas Centrífugas Submersíveis
  Quantidade: 02 (duas);
  Marca: ABS Sulzer
  Modelo: Robusta 700T
  Potência: 1cv – 380V – Trifásica
  Vazão: 44,9 m³/h (2mca)

4.3. ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO

- ✓ Bombas Centrífugas Submersíveis Trituradora (Piranha)
  Quantidade: 02 (duas);
  Marca: ABS Sulzer
  Modelo: S30/2D
  Potência: 3,0kW – 380V – Trifásica

4.4. CASA DE MÁQUINAS

- ✓ Compressor Radial:
  Quantidade: 01 (um)
  Marca: Asten
  Modelo: CRC – 2 520 46 TD HE
  Potência: 4,63 CV – Trifásico 380V
  Pressão Máxima: 3400mm
  Vazão Máxima: 4,58 m³/min
  Silenciador – Modelo 7A S4 122;
  Filtro de Ar – Modelo 7A S5 191;
  Válvula de Alívio – 7A S5 241;

- ✓ Bombas de Retrolavagem:
  Quantidade: 02 (duas)
  Marca: Schneider Bombas

Modelo: BC – 21 R 2 1/2
Potência: 5,0 CV – 380V – Trifásica.

- ✓ Bombas de Recalque para Água de Reuso:
  Quantidade: 02 (duas)
  Marca: Schneider Bombas
  Modelo: ME-2250V
  Potência: 5,0 CV – 380V – Trifásica.

- ✓ Quadro de Comando Elétrico e Automação
  Especificações: Quadro de comando em chapa de aço carbono com pintura eletrostática com fecho de fenda. Devendo ser projetado e dimensionado para comportar todos os dispositivos necessários para proteção e acionamento de todos equipamentos eletromecânicos.

  I. Disjuntor Geral Trifásico
  II. Disjuntor trifásicos e ou monofásicos para cada circuito individualmente;
  III. Relê falta de fase geral;
  IV. (04) Timers digitais com 20 programações:
  - Compressor Radial;
  - Bomba Sub. de Esgoto Aerado;
  - Bomba Sub. de Recirculação de Lodo;
  - Bomba Sub. Descarte de Lodo.
  V. (01) Inversor de Frequência com botão de controle de rotação no painel, para as Bombas Submersíveis da Elevatória de Esgoto com potência de 4 cv;

4.5. SISTEMA DE DESINFECÇÃO

Lâmpada Germicida Ultravioleta:
Quantidade: 4 bandejas com 5 lâmpadas em cada (Total 20 Lâmpadas)
Marca: Philips

Modelo: TUV-30W PHILIPS

Potência: 30w

Vida Útil: 9000 horas.

4.6. MEDIDOR DE VAZÃO

Prever medidor de vazão magnético para atender a vazão máxima dimensionada de 164m³/dia.

5. ESPECIFICAÇÕES GERAIS PARA IMPLANTAÇÃO

- ✓ Fazer projeto Estrutural de todas obras civis;
- ✓ Fazer projeto elétrico dos dois quadros para as duas ETEs;
- ✓ Todas as tampas, portas e janelas em alumínio deverão ser protegidas com pintura eletrostática;
- ✓ Acompanhamento de profissionais habilitados para execução das diversas áreas especificas.

6. REFERÊNCIAS

NBR 12209: Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 2011.

NBR 13969: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997, 60p.

VON SPERLING, Marcos: Lodos Ativados (Coleção: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias); Editoração e Impressão: SEGRAC, Belo Horizonte: UFMG - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997. v.4, 420p.

METCALF& EDDY (2003), Wastewater Engineering, Treatment and Reuse, 4th Edition, Mcgraw-Hill.

JORDÃO, Eduardo Pacheco e PESSÔA, Constantino arruda – Tratamento de Esgoto Doméstico. 3 ed. – Rio de Janeiro: ABES,1995; 720p.