



**SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS
LOTEAMENTO RESIDENCIAL
QUINTA DA PRIMAVERA**

JARINU - SP

**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE DESPEJOS LÍQUIDOS SISTEMA
CÍCLICO DE LODOS ATIVADOS**

PROJETO BÁSICO

DEZEMBRO/2017

Sumário

PROJETO BÁSICO	1
1. MEMORIAL DESCRITIVO	6
1.1. INFORMAÇÕES CADASTRAIS	6
1.2. INFORMAÇÕES SOBRE OS DESPEJOS	7
1.2.1. ESTUDO POPULACIONAL	7
Características Físicas	8
2. PARÂMETROS ADOTADOS	8
2.1. Contribuição Orgânica e Hidráulica Prevista	9
3. CARECTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	9
4. MEMORIAL TÉCNICO	10
4.1. SEGREGAÇÃO E MISTURA DOS DESPEJOS	10
4.2. PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO	10
4.3. OBJETIVO DO SISTEMA DE TRATAMENTO	11
4.4. JUSTIFICATIVA DO SISTEMA DE TRATAMENTO	11
5. SISTEMA DE TRATAMENTO PROPOSTO	13
5.1. LAGOA AERADA E DE SEDIMENTAÇÃO/MATURAÇÃO	13
5.2. REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE	13
5.3. OXIDAÇÃO TOTAL (LODOS ATIVADOS)	14
5.4. LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO ANAERÓBIA - FACULTATIVA	14
6. JUSTIFICATIVA DO SISTEMA DE TRATAMENTO	16
7. DIMENSIONAMENTO	17
7.1. ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO	18
7.1.1. CESTO DE COLETA DE SÓLIDOS GROSSEIROS	18
7.1.2. BOMBAS DA ELEVATÓRIA	18
7.1.3. DIMENSIONAMENTO DO POÇO DA ELEVATÓRIA	19
7.1.4. VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS	20
7.1.5. CONDIÇÕES PARA VAZÃO MÁXIMA INSTANTÂNEA (QMAX)	20
7.1.6. PENEIRA HIDROSTÁTICA	21
7.1.7. CAIXA DE AREIA	21
7.1.8. TANQUES DE AERAÇÃO - SISTEMA UNIFLUX	22
7.1.9. VALORES ADOTADOS PARA DIMENSIONAMENTO	22
7.2. REATOR UNIFLUX	23

7.2.1.	FRAÇÃO BIODEGRADAVEL DO SSVTA.....	23
7.2.2.	IDADE DO LODO	23
7.2.3.	EXCESSO DE LODO.....	24
7.2.4.	CONSUMO DE OXIGÊNIO	24
7.2.5.	POTÊNCIA NECESSÁRIA	24
7.2.6.	DENSIDADE POTÊNCIA	25
7.2.7.	DESIDRATAÇÃO DE LODO.....	25
7.2.8.	FILTROS GRAVIMÉTRICOS BAGFIL	25
7.2.9.	DOSAGEM DE POLIELETRÓLITO (PARA CONDICIONAMENTO DE LODO).....	25
7.2.10.	TRATAMENTO TERCÍARIO	26
7.2.11.	CLORAÇÃO - TANQUE DE CONTATO DE CLORO	26
7.2.12.	DOSAGEM DE CLORO	27
7.2.13.	REDUÇÃO DE FÓSFORO POR PRECIPITAÇÃO QUÍMICA	27
7.2.14.	APARATO PARA PRECIPITAÇÃO QUÍMICA DO FÓSFORO	29
7.2.15.	SISTEMA PARA NITRIFICAÇÃO.....	32
7.2.16.	SISTEMA PARA DENITRIFICAÇÃO	34
7.2.17.	DETERMINAR VAZÃO DE CONTRA-LAVAGEM	34
7.2.18.	DETERMINAR VOLUME DE ÁGUA DE CONTRA-LAVAGEM	34
7.2.19.	NECESSIDADE DE FONTE SUBSTRATO ORGANICO	34
7.2.20.	PRODUÇÃO DE SÓLIDOS.....	34
7.2.21.	ARMAZENAMENTO DE SÓLIDOS NO FILTRO DURANTE UMA CONTRA-LAVAGEM/DIA	35
8.	ESTUDO DE AUTO-DEPURAÇÃO NO CORPO RECEPTOR	36
9.	GRUPO GERADOR A DIESEL.....	44
10.	MANUAL DE OPERAÇÃO.....	45
10.1.	OBJETIVO	45
10.2.	3.2. DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO	45
	ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO	45
	PENEIRA HIDROSTÁTICA.....	45
	CAIXA DE AREIA	45
	TANQUES DE AERAÇÃO UNIFLUX.....	46
	ETAPA I : CICLO DE AERAÇÃO	46
	ETAPA II: CICLO DE DECANTAÇÃO	46
	ETAPA III: CICLO DE DESCARGA	46

SISTEMA DE DESIDRATAÇÃO DE LODO	47
SISTEMA DE CLORAÇÃO DO ESGOTO TRATADO	47
TRATAMENTO TERCIÁRIO	48
PRECIPITAÇÃO QUÍMICA DO FÓSFORO.....	48
FILTROS DE ANTRACITO-AREIA - DENITRIFICAÇÃO	49
DESIDRATAÇÃO DE LODO – FOSFATO DE ALUMÍNIO	49
11. ROTINA DE OPERAÇÃO.....	49
11.1. ELEVATÓRIA DE EFLUENTE BRUTO.....	49
11.2. PENEIRA HIDROSTÁTICA.....	49
11.3. CAIXA DE AREIA	50
11.4. TANQUE DE AERAÇÃO.....	50
11.4.1. ROTINA DE VERIFICAÇÃO	50
11.4.2. ROTINA DE CONTROLE DO SISTEMA UNIFLUX	50
11.4.3. COLETA DE “LIQUOR”	50
11.4.4. COLETA DE AMOSTRAS DE CLARIFICADO.....	51
11.4.5. TESTE DE ROTINA NO “LIQUOR”	52
11.4.6. TESTE DE ROTINA NO CLARIFICADO.....	53
11.4.7. OPERAÇÃO EM MODO “MANUAL”	53
11.5. SISTEMA DE DESIDRATAÇÃO DE LODO	53
11.6. DOSAGEM DE CLORO	54
12. ANÁLISES PARA CONTROLE DO PROCESSO.....	55
13. MANUTENÇÃO	56
OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	56
13.1.1. ORGANIZAÇÃO DO PESSOAL	56
13.1.2. TAREFAS DE TRABALHOS.....	56
13.1.3. LIMPEZA GERAL	56
13.1.4. TAREFAS DIVERSAS.....	57
13.1.5. CONTROLE FÍSICO, QUÍMICO E BIOQUÍMICO DOS DESPEJOS.....	57
13.1.6. ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO MENSAL	57
14. ELIMINAÇÃO DE DIFICULDADES.....	58
SELECIONE À MEDIDA QUE APRESENTE EFEITO DESFAVORÁVEL MENOR	58
CONHEÇA O PROCESSO.....	58
ROTINA DE OPERAÇÃO DO SISTEMA BIOLÓGICO	59

15.	SUGESTÕES SIMPLES PARA UMA OPERAÇÃO EFICIENTE.....	62
16.	CUIDADOS A SEREM TOMADOS.....	64
	MATERIAIS NECESSÁRIOS.....	64
17.	CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE TRATADO.....	67
18.	ANEXOS	69

1. MEMORIAL DESCRITIVO

1.1. INFORMAÇÕES CADASTRAIS

Nome do empreendimento: Loteamento Residencial Quinta da Primavera

Jarinu – SP

Sistema de Esgoto Sanitário

Estação de Tratamento **UNIFLUX**

Projeto: PURITECH Projetos e Equipamentos de Defesa Ambiental Ltda.

Proprietário: OSCAR AMERICANO NETO

Nota: Em caso de dúvidas e/ou esclarecimentos técnicos, favor contactar Engº Alexandre Chavita ou Engº Victor Jaworski – Puritech – fone: (11) 99167-8533

1.2. INFORMAÇÕES SOBRE OS DESPEJOS

1.2.1. ESTUDO POPULACIONAL

a) Ocupação do Loteamento:

Para efeito de cálculo da vazão dos efluentes, foi considerada a ocupação total do loteamento de 1945 habitantes, correspondente a um número previsto de 389 lotes residenciais.

b) Coeficientes Empregados na Determinação da Vazão

OCUPAÇÃO MÉDIA PREVISTA	
Para lotes residenciais	5 hab/lote

CONSUMO ADOTADO	
Para lotes residenciais	300 L/hab.dia

NÚMERO DE HORAS DE FUNCIONAMENTO	
Para lotes residenciais	24,00 horas/dia

c) Previsão de População

Características Físicas

	Área/Unid.	Ocupação	População (hab)
Lotes Residenciais	389	5 hab/lote	1945

2. PARÂMETROS ADOTADOS

- Consumo 300 L/hab./dia
- Coeficiente dia de maior consumo 1,2
- Coeficiente hora de maior consumo 1,5
- Coeficiente de retorno 0,8
- Carga orgânica 50 g/hab.
- Extensão da rede coletora 20.600 m

d) Quadro de Contribuições

Lotes	Contribuição Máxima	Contribuição Média	
	Hidráulica (L/s)	Orgânica (Kg DBO/d)	Hidráulica (m ³ /d)
Residencial	$\frac{1945 \times 300 \times 0,8 \times 1,2 \times 1,5}{86400} = 9,72$	$1945 \times 0,050 = 97,25$	$\frac{1945 \times 0,8 \times 300}{10^3} = 467$
Infiltração	> lençol 0,10 L/s x 18.6.km = 1,8 < lençol 0,5 L/s x 2 km = 2,0	-	247
Total	12,58 L/s	97,25 KgDBO/d (136 mgDBO/l)	714 m³/dia

O sistema de tratamento será projetado para atender uma demanda de 1945 habitantes e uma vazão média diária de 714 m³/dia, a ser implantada em duas fases.

2.1. Contribuição Orgânica e Hidráulica Prevista

• Carga Hidráulica média	714 m ³ /dia
• Carga Orgânica	97,25KgDBO/dia
• População atendida	1945 habitantes
• Vazão máxima (instantânea).....	12,58 L/s

3. CARECTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O presente Memorial Técnico Descritivo apresenta as permissas conceituais do dimensionamento do Sistema de Tratamento dos esgotos sanitários oriundos do empreendimento denominado **LOTEAMENTO QUINTA DA PRIMAVERA**, localizado no município de JARINU, SP

O empreendimento considerado de pequeno porte será composto pela implantação de um total de 389 lotes, sendo, todos para uso residencial, com uma ocupação estimada de 5 pessoas por lote, proporcionando uma população fixa de fim de plano de 1.945 habitantes.

O sistema de esgotamento sanitário para atender os empreendimentos possuirão um total de 20.600 metros de rede coletora, lançando todos seus efluentes na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), que será implantada em área específica para tal fim, conforme mostra o projeto de implantação do Sistema de Esgotos Sanitários.

O projeto do sistema de tratamento deverá atender a Legislação do Estado de São Paulo de Controle de Poluição Ambiental, Lei Estadual 997/76 regulamentada pelo Decreto Estadual 8.468/76 e Legislação Federal – Resolução CONAMA 357/2005, bem como legislações municipais pertinentes, devendo a ETE apresentar grau de tratamento, no mínimo, a Nível Secundário, uma vez que as legislações determinam que a eficiência mínima para o tratamento de esgotos seja de 80% na remoção de carga orgânica presente, para lançamento em cursos d'água superficial, ou rede pública desprovidas de sistema de tratamento, ou cuja capacidade não atenda as condições exigidas tanto do ponto de vista da vazão quanto da carga orgânica prevista.

Após o tratamento os efluentes serão encaminhados para lançamento no Rio Atibaia (Classe II), uma vez que não há sistema público de coleta dos esgotos sanitários no local.

4. MEMORIAL TÉCNICO

4.1. SEGREGAÇÃO E MISTURA DOS DESPEJOS

As tubulações de coleta de águas pluviais e despejos líquidos são totalmente separados.

- a) As águas pluviais são encaminhadas através de tubulações separadas até a via pública /corpo receptor.
- b) Os despejos brutos do Loteamento Residencial serão encaminhados para a Estação de Tratamento que é objeto deste projeto.

Após o tratamento, os efluentes serão lançados por meio de tubulação no Rio Atibaia (Classe II), próximo ao loteamento, nas coordenadas E 325,41 e N 7455,31, em cujo trecho a vazão máxima do rio é de 198 m³/s.

O tratamento dos esgotos deverá garantir aos efluentes uma qualidade compatível para obedecer aos Artigo 11 da legislação, (Decreto Lei nº 8.468 de 08/09/76 do Estado de São Paulo), e artigos 21 da resolução CONAMA No.430/11

4.2. PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO

Para o dimensionamento e projeto da Estação de Tratamento de Esgotos, foi assumida a seguinte composição média qualitativa:

• DBO ₅	136 mg/L
• DQO.....	300 mg/L
• SS.....	200 mg/L
• Nitrogênio Total	40 mg/L
• Fósforo	8 mg/L
• pH.....	7,5
• Temperatura	25°C

4.3. OBJETIVO DO SISTEMA DE TRATAMENTO

A elaboração do projeto e a execução das obras do Sistema de Tratamento de Esgoto para os empreendimentos LOTEAMENTO QUINTA DA PRIMAVERA, tem por objetivo garantir aos despejos gerados pelo empreendimento, um padrão de qualidade compatível como os níveis determinados pela legislação ambiental vigente, seja Federal (Resolução CONAMA n, 430/11), seja ela Estadual (Lei n. 997/76 regulamentada pelo Decreto Estadual n. 8468/76, para o seu lançamento final.

O projeto da estação de tratamento deve atender minimamente, as especificações da NBR-12.209/92 – Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto, não sendo aceitáveis soluções simplificadas de tratamento, cujos projetos estão sendo abandonados na maioria dos sistemas de tratamento em diversos tipos de empreendimentos, sejam eles residenciais, comerciais e/ou industriais, em função das novas determinações da legislação federal, notadamente da Resolução CONAMA n. 430/2017, que apesar de não definir o nível de remoção mínima de carga orgânica poluidora no padrão de lançamento dos efluentes, restringe ainda mais os padrões de qualidade dos corpos d'água receptores desses efluentes tratados, além do próprio avanço tecnológico ocorrido nas últimas décadas.,que favorece o emprego de sistemas de melhor qualidade e mais avançados tecnologicamente.

Pelas características locais e também pela necessidade da manutenção da qualidade dos recursos hídricos no município de Jarinu, será necessário que o sistema de tratamento a ser implantado propicie uma grande redução de carga orgânica e também dos nutrientes presentes (notadamente nitrogênio e fósforo).

4.4. JUSTIFICATIVA DO SISTEMA DE TRATAMENTO

Para a concepção do sistema de tratamento de esgotos do empreendimento foram realizados estudos de avaliação de técnicas alternativas e econômicas para a implantação do sistema de tratamento, levando-se em conta a localização do empreendimento, nível de eficiência necessária para atender a classe do corpo receptor, e também as áreas circunvizinhas.

A análise da área disponível associada aos parâmetros básicos de projeto (vazões e cargas orgânicas) permitiu inferir, de início, a incompatibilidade de escolha dos processos baseados em lagoas e processos Anaeróbios, uma vez que o sistema a ser implantado deve propiciar uma grande redução da carga orgânica e também dos nutrientes presentes, notadamente nitrogênio e fósforo, além de garantir a não formação de odores desagradáveis. Nestas condições não é recomendado a implantação de sistemas de tratamento unicamente de processos anaeróbios, que apesar de atenderem, em alguns casos, as mínimas exigências, podem apresentar problemas sérios com relação a formação de odores, sendo o mesmo inaceitável para o tipo de ocupação do empreendimento.

A escolha final da concepção proposta foi precedida de uma análise de alternativas aonde foram cuidadosamente consideradas as vantagens e desvantagens de cada sistema colocado sob estudo.

Durante o estudo inicial, definiu-se preliminarmente que o processo que seria adotado deveria ser obrigatoriamente aeróbio e possuir das seguintes qualidades básicas.

- Simplicidade Operacional. Condição necessária para o caso específico, onde há grande carência de mão de obra qualificada
- Resistência a oscilações de carga. A ETE terá que manter a eficiência de remoção de carga orgânica mesmo quando submetida a frequentes variações de carga hidráulica e orgânica.
- A ETE deve incorporar etapas de remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo)
- A não formação de odores desagradáveis, como por exemplo com processos Anaeróbios

Neste estudo técnico econômico foram analisadas 03 alternativas para a implantação do sistema de tratamento dos esgotos, e com base nos dados apurados foi escolhida a opção que mais se adequa para o empreendimento em questão.

5. SISTEMA DE TRATAMENTO PROPOSTO

A escolha final da concepção proposta foi precedida de uma análise de alternativas onde foram cuidadosamente consideradas as vantagens e desvantagens de cada sistema colocado sob estudo.

Durante o estudo inicial, definiu-se preliminarmente que o processo que seria adotado deveria obrigatoriamente possuir duas qualidades básicas:

- **Simplicidade Operacional:** Condição necessária para o caso específico, onde há grande carência de mão-de-obra qualificada.

Assim sendo, processos que exijam operação sofisticada não foram considerados no estudo.

- **Resistência a oscilações de carga:** A ETE terá que manter a eficiência de remoção de carga orgânica mesmo quando submetida a freqüentes variações de carga hidráulica e orgânica, como no caso específico.

Dentre as alternativas analisadas destacaram-se:

5.1. LAGOA AERADA E DE SEDIMENTAÇÃO/MATURAÇÃO

O sistema de Lagoas Aeradas para tratamento de despejos difere das lagoas de estabilização, descritas adiante, inicialmente por serem mais profundas e depois pela fonte de suprimento de oxigênio. Neste sistema são utilizados dispositivos tais como aeradores, ar comprimido ou outros mecanismos de suprimento de oxigênio.

O suprimento de oxigênio deverá garantir em toda a massa líquida contida na lagoa uma concentração uniforme de oxigênio dissolvido. Estas lagoas poderão ser projetadas para que todo o conteúdo permaneça em suspensão. Desta forma a concentração de sólidos no efluente é igual àquela existente na massa líquida. Poderão também ser projetadas com maior profundidade para permitir a sedimentação de parte da massa biológica produzida, seguidas de lagoas de polimento, não havendo, portanto, necessidade de previsão de dispositivos como decantador secundário.

O sistema de tratamento por lagoas geralmente é restrito para implantação em zonas rurais. O sistema único de Lagoas Aeradas, que a fim de plano terão condições de tratar todo o despejo gerado no caso em estudo, necessitaria de grandes áreas não disponíveis no caso específicas.

5.2. REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE

É um sistema anaeróbio desenvolvido principalmente para efluentes industriais de alta concentração de carga orgânica e aplicada na maior parte das vezes como etapa preliminar (pré-tratamento) de um processo aeróbio.

O reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA) é fundamentalmente composto por um tanque, onde na parte superior são instalados um decantador (para separação de sólidos) e um defletor para separação e recolhimento do gás metano produzido na reação.

No RAFA, os efluentes são introduzidos pela parte inferior e recolhidos, tratados, pela parte superior. O lodo anaeróbio formado permanece no tanque, servindo para a depuração dos esgotos.

Embora seja um processo simples, que envolva pouca mão-de-obra operacional, traz as seguintes desvantagens:

- baixa performance em termos de remoção global de carga orgânica (cerca de 70%, na melhor das hipóteses).
- extrema sensibilidade a variações de carga de alimentação e cargas de choque.
- dificuldade de aclimação dos microorganismos anaeróbios, o que requer geralmente longos períodos (3-6 meses) para entrada do sistema em regime normal de operação. Período este em que os esgotos são descartados com tratamento parcial.
- possibilidade de emissão de odor.

5.3. OXIDAÇÃO TOTAL (LODOS ATIVADOS)

O sistema denominado Oxidação Total, ou ainda Aeração Prolongada, é uma modalidade do processo de lodos ativados e teoricamente é capaz de promover reduções de DBO acima de 95%. Relativamente a outros, os sistemas de lodos ativados operam com menor carregamento orgânico e maior tempo de detenção (normalmente 18-36 horas).

Inicialmente apresenta um custo menor face à não necessidade de sistema de sedimentação primária. Em geral a grade e a caixa de areia são suficientes para condicionar o esgoto antes de sua introdução no tanque de aeração.

O conteúdo do tanque de aeração é completamente misturado com oxigênio por um grande período de detenção. Como consequência tem-se a minimização da síntese de material celular novo, pela máxima conversão de bactérias. Assim, as necessidades de oxigênio são maiores e a quantidade de lodo produzida é mais baixa.

Dadas às características do processo não será necessária a sedimentação primária, bem como os processos convencionais de digestão anaeróbia do excesso de lodo. O processo, no entanto, não dispensa a secagem e disposição final do lodo excedente.

5.4. LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO ANAERÓBIA - FACULTATIVA

O sistema de tratamento de esgotos através de Lagoas Anaeróbio-Facultativas é também conhecido como “sistema australiano”, denominação adotada devido às pesquisas desenvolvidas, com este arranjo de lagoas, pelo professor Parker, na Austrália.

Para melhor entendimento do processo torna-se necessário considerar separadamente os fenômenos que estabelecem o mecanismo natural de cada tipo de lagoa, as quais operam em série, ou seja:

- **primeira fase:** Lagoa Anaeróbia
- **segunda fase:** Lagoa Facultativa

a) LAGOA ANAERÓBIA

A estabilização de esgoto afluyente à Lagoa Anaeróbia ocorre, obviamente, em meio líquido desprovido de oxigênio dissolvido, podendo este sistema ser comparado com os processos de tratamento através de fossas sépticas, digestão anaeróbia ou simplesmente lançamento em depressões de solo. Neste último caso, é prática comum o lançamento aleatório em depressões do solo, onde os fatores naturais promovem a estabilização do esgoto e, conseqüentemente, do lodo acumulado no fundo da massa líquida, favorecendo a formação de gases malcheirosos e de aspectos estéticos e higiênicos desagradáveis, sendo operacionalmente incontrolável.

A Lagoa racionalmente dimensionada e operada favorece os fenômenos de digestão ácida e fermentação mecânica. Na digestão ácida os microorganismos facultativos e anaeróbios promovem a síntese do material celular. A fermentação mecânica ou alcalina é provida por bactérias formadoras de metano, que oxidam os ácidos orgânicos favorecendo a produção de gás carbônico, metano e gases com odores desagradáveis, que desaparecem quando o pH atinge valores em torno de 7,5. Em condições normais de operação a espuma de cor cinzenta, sem qualquer problema de cheiro ou aspecto desagradáveis, acumula-se na superfície da massa líquida.

Como se trata de um processo predominantemente biológico, ele é afetado pela temperatura, carga orgânica aplicada e pelo tempo de detenção, não devendo este ultrapassar os 5 dias, a partir dos quais o processo pode ser alterado e indefinido, sendo que em alguns casos passa a operar como Lagoa Facultativa (fotossintética) de alta carga, com surgimento de algas na camada superior da superfície líquida.

b) Lagoa Facultativa

A unidade de tratamento de esgotos conhecida como Lagoa Facultativa é uma modalidade do processo de Lagoas Fotossintéticas onde há predominância de algas e, conseqüentemente, de oxigênio dissolvido, exceto no fundo, onde é acumulada uma pequena parcela de lodo sedimentado suficiente para promover o processo de digestão anaeróbia, já descrito anteriormente.

Os fenômenos do processo de Lagoa Facultativa serão abordados em seguida, como alternativa a ser estudada.

Como alternativa de tratamento de esgotos da bacia em estudo, o sistema de Lagoa Anaeróbia-Facultativa deverá considerar a eficiência mínima de 80% de remoção da carga poluidora em termos de DBO. Torna-se indispensável à otimização do grau de eficiência de cada unidade, uma vez que as Lagoas Anaeróbias podem alcançar valores variando de 40 a 50% e as Lagoas Facultativas atingem valores de 70 a 80% de DBO. Assim, o dimensionamento do conjunto de lagoas deverá ser realizado de modo a atingir a melhor performance na menor área requerida, considerando-se a ocupação do solo no entorno destas unidades de tratamento.

c) Lagoa Fotossintética

O processo de tratamento de esgotos através de Lagoa Fotossintética caracteriza-se pelo confinamento dos esgotos em câmaras racionalmente projetadas para estimular o fenômeno da fotossíntese das algas em equilíbrio harmonioso com as bactérias, estabelecendo o ciclo: bactéria-gás carbônico-algas-oxigênio dissolvido- bactéria. Em termos de matéria-prima, necessárias ao processo predominam a matéria orgânica e as bactérias contidas nos esgotos afluentes à lagoa. O subproduto do processo é formado pelo excesso de alga sintetizada e água.

A energia para estabelecer o equilíbrio do processo é suprida pela energia da luz solar, indispensável ao fenômeno da fotossíntese.

Tratando-se de um processo biológico natural, o seu desempenho está condicionado àqueles fatores naturais incontrolláveis tais como: luz solar, temperatura, evaporação, precipitação, vento, latitude, tipo de solo e características do esgoto afluyente.

O estagiamento das etapas construtivas é um aspecto bastante importante no dimensionamento e implantação das unidades, uma vez que deverá estabelecer as condições ótimas de operação no início e fim de plano. Da mesma maneira, a seleção do corpo d'água receptor deverá ser favorável ao impacto da massa algácea presente no efluente final, que deverá ter no mínimo as características compatíveis com a redução de carga poluidora em termos de DBO de 80%.

6. JUSTIFICATIVA DO SISTEMA DE TRATAMENTO

a) GRAU DE TRATAMENTO

Dos estudos anteriores, conclui-se então que seria necessária a implantação de um sistema de tratamento de efluentes que propiciasse eficiência máxima em termos de remoção de DBO para preservação do curso d'água dentro da classificação legal, Artigos 11 e 18 do Decreto-Lei nº 8.468 de 08 de setembro de 1976. Com referência aos padrões de emissão, ele estabelece uma eficiência mínima de 80% em termos de remoção da DBO dos esgotos brutos, ou seja, um tratamento a nível secundário.

b) O PROCESSO DE TRATAMENTO ESCOLHIDO

Os sistemas de tratamento, atualmente em operação no território nacional correspondem, a sua esmagadora maioria, a processos biológicos de depuração dos despejos sanitários, distribuído em tipos de sistemas que se sucedem, desde aqueles extremamente simples em termos operacionais, até sistemas de alta sofisticação operacional.

A escolha de tais processos está intimamente relacionada a aspectos peculiares de cada local, citando-se, dentre outros: a grandeza do empreendimento (vazão, carga orgânica), disponibilidade de áreas adequadas a custos convenientes, disponibilidade de pessoal capacitado para operação e manutenção de sistemas do porte etc...

Nestas circunstâncias, para loteamento do porte do Residencial Quinta da Primavera em Jarinu/SP, com população equivalente da ordem de 1945 habitantes, é viável que a análise dos sistemas atenda-se aos processos convencionais citados, procurando restringir a escolha aos processos com operação mais simples com alto grau de eficiência.

A análise da área disponível associada aos parâmetros básicos de projeto (vazões e cargas orgânicas) permitiu inferir, de início, a incompatibilidade de escolha dos processos baseados em lagoas.

Assim, continuando na escala das facilidades operacionais e na minimização de área e investimentos, a análise recaiu no processo de tratamento por lodos ativados (oxidação total), processo este perfeitamente adequado a grandes choques de cargas orgânicas e que conduz a uma eficiência, em termos de remoção de DBO e nas condições mais críticas na faixa de 85 a 95%, o que é extremamente satisfatório.

Nestas circunstâncias, o processo recomendado para o tratamento dos despejos doméstico para o loteamento Quinta da Primavera é de Lodos Ativados, amplamente conhecido e, no mundo, o mais difundido para tratamento de efluentes sanitários. Além disso, ele é considerado um dos meios mais eficientes e econômicos de tratamento.

Considerando ainda a natureza dos efluentes caracterizadas por serem intermitentes e de cargas variáveis, optou-se pelo uso de um sistema que fosse desenvolvido para atender casos onde ocorressem bruscas

oscilações de carga orgânica e hidráulica, como no caso específico, características atendidas pelo sistema **UNIFLUX**.

No sistema **UNIFLUX**, o tratamento biológico (oxidação da matéria orgânica) é feito através de um sistema inovador constituído por um tanque de aeração dotado de aerador mecânico especial, que é utilizado para introduzir oxigênio no tanque, promover a mistura e efetuar o escoamento do líquido clarificado.

O sistema de coleta e escoamento do efluente tratado deverá acompanhar o nível do líquido no tanque e fazer parte integrante do aerador flutuante. O dispositivo deverá ser provido de um escumador, para evitar a fuga do material flotado, junto com o líquido tratado.

O princípio de funcionamento do sistema é baseado na operação intermitente do processo de lodos ativados, modalidade aeração prolongada. O reator de seqüência intermitente **UNIFLUX** consiste em um processo de carga e descarga controladas por um temporizador eletrônico.

Ele combina toda as etapas de operação do processo convencional, ou sejam, equalização, aeração, decantação, recirculação de lodo, nitrificação e denitrificação da amônia, em um único tanque (reator).

O sistema **UNIFLUX** além de possuir uma concepção simples e oferecer importantes vantagens econômicas, apresenta uma série de vantagens operacionais quando comparadas com sistemas convencionais de tratamento, sendo as mais importantes:

- Não necessita controle especial de operação, dispensa o uso do decantador primário e secundário, e sistema de recirculação de lodo.
- Absorve picos orgânicos e hidráulicos sem afetar o seu rendimento.

Sistema poderá ser facilmente ampliado através de um simples remanejamento de ciclos.

- Ideal para estações que possuem vazões irregulares ou intermitentes.
- Concentração de massa biológica sempre mantida no nível ideal, visto que não depende de recirculação de lodo, controle da idade do lodo é simplificado.
- Separação de sólidos e clarificação do efluente ocorre em condições ideais, a superfície de decantação do tanque UNIFLUX permite atingir resultados excelentes de clarificação do efluente.

Requer área reduzida para implantação, quando comparado ao sistema convencional.

Uma importante vantagem incorporada no sistema **UNIFLUX** é a sua capacidade de promover a nitrificação/denitrificação parcial da amônia, nutriente indesejável, por ser um dos principais responsáveis pela “eutrofização” dos corpos receptores.

7. DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento do **Cesto de Coleta de Sólidos e Elevatória de Esgoto Bruto** da ETE do Residencial Quinta da Primavera, será feito com base nas seguintes vazões:

- Q máximo instantâneo = 12,25 L/s 0,0126 m³/s = 0,756 m³/min

- Q médio = 714 m³/dia..... 0,00826 m³/s = 0,495 m³/min

7.1. ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO

7.1.1. CESTO DE COLETA DE SÓLIDOS GROSSEIROS

- Área livre 70%
- Abertura de malha 0,025 m
- Velocidade entre malha 0,60 m/s

$$\text{Área do cesto} = \frac{0,0126}{0,60} \times 1,3 (F.S) = 0,029 \text{ m}^2$$

7.1.2. BOMBAS DA ELEVATÓRIA

Serão instaladas duas bombas submersíveis para alimentação do sistema **UNIFLUX** com capacidade unitária de 25 m³/h (6,95 L/s = 0,42 m³/min), mais uma na condição de reserva solta, armazenado no almoxerifiado.

As características da linha de descarga são as seguintes:

Recalque:

- Extensão aproximada da linha de descarga..... 20 m
- Diâmetro da canalização 4"
- Velocidade de escoamento..... 1,55 m/s
- Altura geométrica 9,3 m

Singularidades:

- 4 x 90° curvas
- 1 x válv. retenção
- 1 x válv. Gaveta
- 1 x Junta Gibault
- 1 x redução concêntrica
- 1 x Tê reto 90°
- 1 x saída de canalização

- Perda de carga na linha (vide planilha de cálculo anexa) 1,8 m
- Altura manométrica total = $H_g + H_f = 9,3 + 1,8 = 11,1$ m.c.a. adotado 13 m.c.a.

Para este ponto de operação, o equipamento de referência selecionado é a bomba modelo **AFP 1047** da ABS Bombas, cuja curva é reproduzida na planilha de cálculo em anexo.

As demais características deste conjunto moto-bomba são:

- Potência nominal 1,5 KW
- Rotação 1135 RPM
- Diâmetro do bocal de descarga 85 mm

7.1.3. DIMENSIONAMENTO DO POÇO DA ELEVATÓRIA

- Período mínimo de operação (tempo de esgotamento da elevatória) 15 minutos
- Vazão de bombeamento = $Q_B = 0,0139$ m³/s = 0,83 m³/min
- $Volume\ do\ poço = V = t \cdot \frac{Q_B}{4} = 0,83\ m^3/min. \times 15\ min/4 = 3,12\ m^3$
- Diâmetro do poço adotado. = 2,0 m
- Volume ocupado pela tubulação, guias, parede de dissipação etc. = 0,1 m³
- Volume Útil Projetado = $V_{\text{útil}} = 3,12 + 0,1 = 3,22$ m³
- Profundidade útil do líquido 1,0 m
- Desnível entrada do esgoto 2,5 m
- Altura cesto, boia e bomba 0,8 m
- Altura total 4,30 m

7.1.4. VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS

CONDIÇÕES PARA VAZÃO MÉDIA (QM)

- Vazão média afluyente (Qm) 0,495 m³/min
- Vazão de bombeamento (QB)..... 0,84 m³/min
- Volume útil projetado (Vu) 3,12 m³

- $Tempo\ de\ Detenção\ (Td) = \frac{Vu}{QB} = \frac{3,12}{0,84} = 3,75\ min$
- $Tempo\ de\ bombeamento\ (T_B) = \frac{Vu}{(Q_B - Q_m)} = \frac{3,12}{(0,84 - 0,495)} = 9,04\ min$
- Tempo de ciclo = T = T_B + T_d = 9,04 + 3,12 = 12,16 min
- Número de partidas = 60 / T = 60/12,16= 5 partidas/hora (dentro das recomendações da ABNT)

7.1.5. CONDIÇÕES PARA VAZÃO MÁXIMA INSTANTÂNEA (QMAX)

- Vazão máxima instantânea (Qmax) 0,756 m³/min
- Vazão de bombeamento (QB)..... 0,84 m³/min
- Volume util projetado (Vu) 3,12 m³

- $Tempo\ de\ Detenção\ (Td) = \frac{Vu}{Q_B} = \frac{3,12}{0,84} = 3,75\ min$
- $Tempo\ de\ bombeamento\ (T_B) = \frac{Vu}{(Q_B - Q_m)} = \frac{3,12}{(0,84 - 0,756)} = 37,10\ min$

- Tempo de ciclo = T = T_B + T_d = 37,10 + 3,75 = 40,9 min
- Número de partidas = 60 / T = 60 / 40,9 = 1,5 partidas/hora (dentro das recomendações da ABNT)

7.1.6. PENEIRA HIDROSTÁTICA

• Vazão diária normal	714 m ³ / dia
• Período de funcionamento	24 h
• Vazão máxima afluyente.....	12,6 L/s
• Abertura da malha	3,0 mm

Adotar Peneira Hidrostática modelo **PURITECH** PH-1830

7.1.7. CAIXA DE AREIA

- Vazão de escoamento na Caixa de Areia = 14,0 L/s = 0,014 m³/s (trata-se da vazão de recalque da bomba da Elevatória de Esgoto Bruto, ou seja, a Caixa de Areia é alimentada a uma vazão fixa, não havendo flutuações neste valor)
- Altura da lâmina d'água no Parshall : $H_a = 12,7 \text{ cm} = 0,127 \text{ m}$ (Calha Parshall 6")
- $(H_{\max} - Z) Q_{\min} = (H_{\min} - Z) Q_{\max}$, onde Z = desnível da soleira.

Neste caso específico teremos Z = zero, uma vez que $Q_{\max} = Q_{\min}$ e $H_{\max} = H_{\min}$.

- Altura da lâmina líquida na Caixa de Areia = $H_{li} = H_a - Z = 0,127 \text{ m}$
- Velocidade de escoamento = **$v = 0,30 \text{ m/s}$**
- Largura da Caixa de Areia = $W = \frac{Q_{\max}}{H_{li} \times v} = \frac{0,014}{0,086 \times 0,3} = 0,37 \text{ m}$
- Comprimento da Caixa de Areia = $L = 22,5 \times H_{li} = 2,85 \text{ m}$ (fórmula empírica)
- Profundidade da Caixa de Areia = 0,25 m (profundidade útil para depósito de areia)

Resumo:

- Comprimento = 2,85 m
- Largura = 0,37 m, arredondado para 0,40 m
- Profundidade útil para deposição de sólidos = 0,25 m
- Área efetiva = $L \times W = 1,14 \text{ m}^2$
- Taxa de escoamento efetiva = $Q / A = 0,0123 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{s} = 1060 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{dia}$

7.1.8. TANQUES DE AERAÇÃO - SISTEMA UNIFLUX

• Q.....	714 m ³ /dia
• DBO	123 mg/L após peneira (redução de 10 % da carga orgânica)
• DQO.....	290 mg/L após peneira
• SS.....	150 mg/L após peneira
• N.total	40 mg/L
• P total.....	8 mg/L
• pH.....	7,5

7.1.9. VALORES ADOTADOS PARA DIMENSIONAMENTO

$$K_{20} = 5,0$$

$$a = 0,73 \quad \text{fator de síntese-crescimento}$$

$$b_{20} = 0,075 \text{ dia}^{-1} \quad \text{respiração endógena}$$

$$a' = 0,52 \quad \text{fator de síntese-oxigênio}$$

$$b' = 0,125 \text{ dia}^{-1} \quad \text{manutenção celular-oxigênio}$$

$$T = 25^{\circ} \text{ C} \quad \text{temperatura}$$

$$F/M = 0,14 \text{ Kg/Kg} \quad \text{fator de carga-microorganismo}$$

DBO Solúvel no Efluente

$$S_e = \frac{S_o}{1 + \frac{K}{F/M}} = \frac{123}{1 + \frac{5}{0,11}} = 3,30 \text{ mg/L}$$

$$\frac{1 + \frac{K}{F/M}}{1 + \frac{5}{0,11}}$$

Concentração de SS no efluente tratado = 20 mg/L

$$DBO_L = SS_{\text{efl. tratado}} \times 0,65 \times 1,42 = 18,5 \text{ mg/L}$$

$$DBO \text{ contida nos SS} = DBO_L \times 0,68 = 12,6 \text{ mg/L}$$

$$Sat = 12,6 + S_e = 15,0 \text{ mg/L}$$

$$S_r = \frac{(S_o - S_e) Q}{10^3} = \frac{(123 - 3,3)}{10^3} \cdot 714 = 85,60 \text{ Kg/dia}$$

$$\text{Volume estocagem líquido} = \frac{714}{2 \times 4 \text{ ciclo/d}} = 89,25 \text{ m}^3 / \text{reator}$$

$$\text{SSVTA} = \frac{85,6}{0,14} = 607 \text{ Kg} = X_v \quad X_a = \frac{607}{0,80} = 758 \text{ Kg/dia}$$

$$\text{Volume estocagem lodo} = 758 \times 0,162 \text{ m}^3/\text{kg} = 123 \text{ m}^3 \text{ ou } 61,5 \text{ m}^3/\text{reator}$$

Adotada uma área total de 112,5 m², com 2 (dois) reatores de comprimento x largura de 7,5 m x 7,5 m.

7.2. REATOR UNIFLUX

• Profundidade líquido	1,59 m
• Profundidade lodo	1,09 m
• Interface	0,27 m
• Borda livre	0,80 m
• Total	3,75 m

$$\text{Volume útil de cada reator} = (3,75 - 0,8) \times 56,25 \text{ m}^2 = 165,38 \text{ m}^3$$

$$\text{SSTA} = \frac{758 \text{ Kg}}{2 \times 165,38 \text{ m}^3} \times 10^6 \times \frac{\text{m}^3}{10^3 \text{ Kg}} = 2290 \text{ mg/L}$$

$$\text{SSVTA} = 2290 \times 0,80 = 1830 \text{ mg/L}$$

$$t = \frac{331,28 \text{ m}^3}{714 \text{ m}^3/\text{d}} = 0,46 \text{ dias}$$

7.2.1. FRAÇÃO BIODEGRADÁVEL DO SSVTA

$$x = \frac{aSr + bX_v - \sqrt{(aSr + bX_v)^2 - (4bX_v)(0,77aSr)}}{2bX_v} = 0,59$$

7.2.2. IDADE DO LODO

$$\theta = \frac{X_v}{aSr - bX_v} = 17,3 \text{ dias}$$

7.2.3. EXCESSO DE LODO

$$\Delta X_v = (0,6)(S_r)/1 + K_d \theta = 25 \text{ Kg/dia}$$

$$\Delta X_a = 25 / 0,8 = 31 \text{ Kg / dia}$$

$$Q_w = \frac{31 \text{ Kg/d}}{5000 \text{ mg/L}} \times \text{PPM} \times \frac{\text{m}^3}{1000 \text{ Kg}} = 6,2 \text{ m}^3/\text{dia}$$

7.2.4. CONSUMO DE OXIGÊNIO

Nitrificação

$$O_2 = \left[\frac{40 - (123 \times 5)}{100} - 5 \text{ efluente} \right] \times \frac{714}{10^3} \times 4,6 = 94 \text{ Kg/dia}$$

Carbonacea

$$O_2 = a' S_r + b' \times X_v = 89 \text{ Kg/dia}$$

$$O_2 = S_r \times 1,2 = 85 \times 1,5 = 127 \text{ Kg } O_2/\text{dia}$$

Oxigênio Necessário no Local

$$n = \frac{N_o (\beta C_{sw} - Cl) \theta^{T-20}}{Cs} \alpha = 0,77 \text{ Kg } O_2/\text{CV/h}$$

n = Taxa Real de Transferência de Oxigênio

n = Kg O_2 /CV/h

N_o = Taxa de transferência de O_2 em água limpa

N_o = 1,20 Kg O_2 /CV/h

β = Taxa de Saturação de Oxigênio no líquido = 0,95 mg/L

C_{sw} = Concentração de Saturação de Oxigênio

C_{sw} = 8,34 mg/L a 25° C e Alt. de 600 m

Cl = Concentração Residual de Oxigênio no Líquido

Cl = 2,0 mg/L

θ = Coeficiente de Correção de Temperatura = 1,024

α = Taxa de Transferência de Oxigênio no líquido = 0,85 mg/L

C_s = Concentração de Saturação de Oxigênio = 9,20 mg/L no nível do mar & 20° C

7.2.5. POTÊNCIA NECESSÁRIA

$$\text{Carga Normal} = \frac{(102 + 92)}{1} = 18 \text{ CV ou } 9 \text{ CV por reator}$$

$$14 \times 0,77$$

Sendo: 14 = número de horas de funcionamento por dia e 0,77 KgO₂ / CV/h = taxa efetiva de transferencia de oxigênio no meio líquido

Adotar 2 (dois) aeradores de 10 CV, sendo um para cada reator.

7.2.6. DENSIDADE POTÊNCIA

$$\frac{20 \text{ CV} \times 746 \text{ Watt/CV}}{331,28 \text{ m}^3} = 45 \text{ W/m}^3$$

7.2.7. DESIDRATAÇÃO DE LODO

Excesso de lodo biológico = $\Delta X_a = 31 \text{ Kg/dia}$

$$\text{Lodo primário} = (150 \times 0,70 \times 0,35 - 20) \frac{714}{10^3} = 12 \text{ Kg/dia}$$

Total = 31 + 12 = 43 Kg/dia

7.2.8. FILTROS GRAVIMÉTRICOS BAGFIL

$$\text{N}^\circ \text{ de unidades} = \frac{43 \text{ Kg}}{8 \text{ filtros}} = 5,3 \text{ Kg SS / filtro}$$

Será adotado um (01) filtro gravimétrico BAGFIL modelo BF 8 (oito elementos filtrantes)

Notas:

- (1) O lodo desidratado obtido nos elementos filtrantes Bagfil deve permanecer em repouso por pelo menos um dia após terminada a filtração, de modo a propiciar uma “pós-secagem”.
- (2) Dados práticos indicam que a concentração de sólidos nesta torta desidratada é de aproximadamente 20 % (ou umidade de 80%) após este período mínimo de pós-secagem.
- (3) Como qualquer processo de lodos ativados, a decisão de se efetuar uma operação de purga de excesso de lodo e desidratação, cabe unicamente ao operador, que se baseará nos métodos analíticos (concentração de Sólidos Voltáveis) e/ou métodos práticos (teste de sedimentação no liquor). O Manual de Operação explica com mais detalhes como se determina a necessidade ou não de se proceder a uma retirada de excesso de lodo dos Tanques de Aeração.

7.2.9. DOSAGEM DE POLIELETRÓLITO (PARA CONDICIONAMENTO DE LODO)

$$\text{Kg} = 43 \text{ Kg} \times \frac{5 \text{ Kg}}{10^3} = 0,2 \text{ Kg/dia}$$

Volume dosado = 0,2 / 0,003 = 71 l/dia (Será portanto preparada uma solução de polieletrólito catiônico na concentração de 0,3 % em peso)

Autonomia = $\frac{300 \text{ l}}{71} = 4 \text{ dias}$

71

O lodo seco em forma de torta será removido manualmente e utilizado no loteamento como condicionador de solo ou disposto em aterro sanitário.

7.2.10. TRATAMENTO TERCIÁRIO

Tendo em vista o lançamento em corpo d'água de classe 2, o sistema de tratamento biológico será seguido de unidades complementares de tratamento consistindo de Tanque de Cloração, Sistema de Precipitação Química para remoção de Fósforo, Dosagem de Sucarose para desnitrificação com Filtro de Areia para assegurar que não haja impacto negativo no corpo receptor.

7.2.11. CLORAÇÃO - TANQUE DE CONTATO DE CLORO

Volume de clarificado descarregado por ciclo = $7,5 \text{ m} \times 7,5 \text{ m} \times 1,59 \text{ m} = 90,4 \text{ m}^3$

$$\text{Tempo de descarga} = T_{\text{desc}} = \frac{2A \sqrt{h}}{C_d \cdot S \cdot \sqrt{2g}}$$

Onde:

A = área do reator = $7,5 \text{ m} \times 7,5 \text{ m} = 56,25 \text{ m}^2$

h = altura máxima da lâmina líquida no início do ciclo de descarga = $1,59 \text{ m}$

C_d = coeficiente de descarga = $0,6$

S = área da secção do tubo de descarga = $\pi (0,15)^2 / 4 = 0,0177 \text{ m}^2$

g = aceleração da gravidade = $9,8 \text{ m/s}^2$

$$T_{\text{desc}} = \frac{2 \times 56,25 \times \sqrt{1,59}}{0,6 \times 0,0177 \times \sqrt{19,6}} = 2700 \text{ segs.} = 45 \text{ minutos} = 0,75 \text{ h}$$

Vazão média de descarga = $90,4 / 0,75 \text{ h} = 120,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Para efeitos de desinfecção, o Tanque de Contato de Cloro deve possuir um tempo de detenção mínimo de 30 minutos.

$$V = \frac{96 \text{ m}^3}{\text{h}} \times \frac{30 \text{ min}}{60 \text{ min/h}} = 48 \text{ m}^3 \text{ (Volume mínimo necessário)}$$

Dimensões:

• Comprimento	7,00 m
• Largura	4,00 m
• Altura útil	1,65 m
• Borda livre	0,30 m
• Altura de segurança para proteção das bombas	0,30 m
• Altura total	2,45 m

A cloração do efluente será feita através da dosagem de solução de Hipoclorito de Sódio, em sistema composto por tanque de dosagem e bomba dosadora intertravada com as válvulas de descarga de efluente tratado.

7.2.12. DOSAGEM DE CLORO

$$96 \text{ m}^3/\text{h} \times \frac{8 \text{ mg/L}}{\text{PPM}} \times \frac{10^3 \text{ Kg}}{\text{m}^3} = 0,77 \text{ Kg/h max.}$$

$$714 \text{ m}^3/\text{d} \times \frac{8 \text{ mg/L}}{\text{PPM}} \times \frac{10^3 \text{ Kg}}{\text{m}^3} = 5,7 \text{ Kg/dia}$$

Tanque de Preparo = $5,7 \times 5 \text{ dias} / 0,12 = 230 \text{ litros}$

Bomba Dosadora = $0,77 / 0,12 = 6,5 \text{ l/h}$

7.2.13. REDUÇÃO DE FÓSFORO POR PRECIPITAÇÃO QUÍMICA

a) Remoção de Fósforo – Lodos Ativados

• DBO	123 mg/L após peneira
• DQO	290 mg/L após peneira
• P	8 mg/L
• b DQO	220 mg/L
• bs DQO	90 mg/L
• Crescimento Heterotrófico	$Y = 0,40 \text{ g VSS/g DQO}$
• Coeficiente de Degradação	$KD = 0,08 \text{ g VSS/g VSS.d}$
• Retenção celular	$SRT = 28 \text{ d}$
• Conteúdo de Fósforo bactéria heterotrófica	$PAO = 0,30 \text{ g F/g VSS}$
• Conteúdo de F em outras bactérias	$0,02 \text{ g F/g VSS}$
• Concentração de VSS no efluente clarificado	20 g/m^3

Determinar remoção de fósforo na fermentação de 90 mg/L bs DQO.

$$\text{Produção de Biomassa} = \frac{Y}{1+(kd)SRT} = b_s DQO = \frac{0,4}{1+(0,08)(28)} (90) = 11,10g \text{ VSS}/m^3$$

Determinar a remoção de fósforo base DQO solúvel.

$$\text{Remoção } P_s = (0,30g \text{ P}/g \text{ VSS})(11,1g \text{ VSS}/m^3) = 3,3 \text{ g}/m^3$$

Determinar a remoção de P por heterotróficos na conversão de DQO coloidal e particulada.

$$b_p \text{ DQO removido} = b \text{ DQO} - b_s \text{ DQO} = 220 - 90 \text{ g}/m^3 = 130 \text{ g}/m^3$$

$$\text{Biomassa produzida através de } b_p \text{ DQO} = \frac{Y}{1+(kd)(17)} b_p \text{ DQO} = \frac{(0,40)}{1+(0,08)(17)} (130) = 16,04g \text{ VSS}/m^3$$

$$\text{Remoção } P_{VSS} \text{ (DQO particulado/coloidal)} = 0,02g \text{ P}/g \text{ VSS} \times 16,04g \text{ VSS}/m^3 = 0,32g/lm^3$$

$$\text{Remoção P Total} = 3,3 + 0,32 = 3,62 \text{ (45\% remoção)}$$

$$\text{Concentração P Solúvel no efluente do sistema biológico} = 8,0 - 3,62 = 4,38 \text{ g}/m^3$$

b) Remoção de Fósforo (Precipitação) – Tratamento Terciário (Filtros)

Adição de sulfato de alumínio para precipitação $AlPO_4$

Típica dosagem de Al^3 na precipitação $AlPO_4 = 2,3:1$ para redução de 95% fósforo.

$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ – Sulfato de Alumínio.

Proporção Alumínio = 48%

Densidade de Solução = 1,2 Kg/l

c) Determinação do Peso de Alumínio (Al) por Litro de Solução Alum

$$\text{Alum}/l = (0,48)(1,2 \text{ Kg}/l) = 0,575 \text{ Kg}/l$$

$$\text{Peso Molecular do Alum}/l = 666,5$$

$$\text{Alumínio}/l = (0,58 \text{ Kg}/l)(2 \times 26,98/666,5) = 0,0466 \text{ Kg}/l$$

d) Determinação do Peso de Al necessário por unidade de peso de P

Dosagem 1,0 mole Al/1,0 mole P

$$1,0 \text{ Kg} \times (26,98/30,97) = 0,87 \text{ Kg Al}/\text{Kg P}$$

e) Determinação da Solução Necessária por Kg P

$$\text{Dosagem Alum} = 2,3 \times \left(\frac{0,87 \text{ Kg Al}}{1,0 \text{ Kg P}} \right) \left(\frac{l \text{ solução Alum}}{0,0466 \text{ Kg}} \right) = 42,9 \text{ l Solução Alum}/\text{Kg P}$$

f) Determinar Quantidade Necessária de Solução Alum por dia

$$\text{Alum} = \frac{(714 \text{ m}^3/d)(4,38g \text{ P}/m^3)(42,9 \text{ l Alum}/\text{Kg P})}{10^3 \text{ g}/\text{Kg}} = 130 \text{ l Alum}/\text{dia}$$

g) Determinação da Capacidade de Estocagem do Produto

Preparo cada 7 dias = 130 l x 7 dias = 910 litros

Adotado um isocontainer de capacidade 1000 litros

h) Resíduo de Fósforo após Tratamento Terciário

Remoção P = $4,38 \text{ g/m}^3 \times 0,95 = 4,16 \text{ g/m}^3$

Residual P = $4,38 \text{ g/m}^3 - 4,16 \text{ g/m}^3 = 0,22 \text{ g/m}^3$

i) Após diluição no corpo receptor

$Q_{\text{esg}} = 714 \text{ m}^3/\text{dia}$

$Q_{7,10} = \text{m}^3/\text{dia}$

P após diluição no corpo receptor = $\frac{428(0,22)+604(0)}{1032} = 0,09 \text{ mg/l}$

Limite P no Rio Classe II Ambiente Lótico = 0,1 mg/L (CONAMA)

7.2.14. APARATO PARA PRECIPITAÇÃO QUÍMICA DO FÓSFORO

Consistirá de um conjunto de três tanques fabricados em polipropileno, de acordo com a seguinte sequência:

- Tanque de Mistura Rápida – dotado de agitador rápido. Receberá, através de bombeamento, o efluente clarificado (e já clorado) que foi descarregado para o Tanque de Contato. É nesta câmara que se dará a dosagem e dispersão da solução de Sulfato de Alumínio no meio líquido.
- Tanque de Floculação – dotado de misturador lento, que promove a floculação das partículas sólidas
- Tanque de Precipitação – um decantador dotado de placas inclinadas tipo TPI, onde o AlPO_4 precipitado será recolhido no fundo e encaminhado por bombeamento para um Tanque de Lodo.

Dimensões:

a) Tanque de Mistura Rápida

- Diâmetro 1,60 m
- Altura Útil 2,20 m
- Volume $3,9 \text{ m}^3$
- Altura Total 2,50 m

b) Tanque de Floculação

• Diâmetro	2,50 m
• Altura útil	2,20 m
• Volume	10,8 m ³
• Altura Total.....	2,50 m

c) Tanque de Precipitação

• Comprimento	4,00 m
• Largura	1,95 m
• Altura da parte reta.....	0,80 m
• Altura da parte inclinada.....	1,30 m
• Número de poços de decantação	4
• Altura total	2,80 m

$$Q = Q_{med} \times 1,5 = 0,0124 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Assuma floco} = 0,02 \text{ mm}$$

$$\text{Velocidade de sedimentação partícula} = 0,22 \text{ mm/s}$$

$$\text{Distância das placas} = 0,05 \text{ m}$$

$$\text{Inclinação entre placas} = 50^\circ$$

$$\text{Altura ângulo reto placas} = 0,80 \text{ m}$$

$$\text{Vel} = Q / (A) (\text{Sen } \Theta)$$

$$u = Q w / A (H \cos \Theta + w \cos^2 \Theta)$$

$$u = 0,00062 / A$$

$$0,00022 = 0,00062 / A$$

$$A = 2,7 \text{ m}^2 - \text{Adotado } 4 \text{ m}^2$$

$$\text{Taxa superficial} = Q / A = 0,0124 (24)(60)(60) / 4,0 = 267 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$$

$$\text{Velocidade entre as placas} = Q / A \text{ sen } \Theta = 0,0040 \text{ m/s}$$

$$\text{Raio hidráulico} = 0,05^2 / 4 (0,05) = 0,0125$$

$$\text{Reynolds } R = V R / \mu = 0,004 (0,0125) / 0,00000113 = 43 < 2000 \text{ portanto fluxo Laminar}$$

d) Câmara de Recalque / Bombas de Alimentação dos Filtros Terciários

• Capacidade	5 m ³
• Comprimento	2,00 m
• Largura	1,00 m

- Altura útil 2,50 m
- Altura total 2,80 m

e) Filtros Terciários

A vazão de alimentação dos filtros de areia estará limitada a 1,5 vezes a vazão média diária, de modo a se adequar aos limites de lançamento impostos pelo Artigo 18 do Decreto Lei 8468/1976.

Assim, sendo:

- Vazão diária 714 m³/dia
- Vazão média horária 29,7 m³/h
- Vazão de alimentação do filtro (1,5 x 29,7 m³/h) = 44,6 m³/h
- Número de filtros adotado 3
- Taxa de filtração 6 m³/m²/h
- Área transversal do filtro 7,4 m²
- Área cada filtro 2,46 m²
- Diâmetro do filtro 1,75 m
- Taxa de contra-lavagem 39 m³/m²/h
- Vazão de contra-lavagem necessária 39 m³/h/m² x 2,46 = 94 m³/h

- Volume de água de contra-lavagem (mínimo) :

$$V = 94 \frac{m^3}{60 \text{ min}} \times 10 \text{ min.} = 16 m^3$$

Dimensões do Tanque de Estocagem de Água Filtrada para Contra-lavagem:

- Comprimento 4,00 m
- Largura 3,20 m
- Altura útil 1,95 m
- Altura total 2,45 m

Para alimentação do filtro de areia serão utilizadas 2 bombas centrífugas com capacidade unitária de 45 m³/h. Em situação de alimentação normal, uma das bombas estará em operação enquanto a outra permanece como reserva. Para a operação de contralavagem será utilizado uma bomba para contralavar um filtro de cada vez, totalizando uma vazão de aproximadamente 94 m³/h.

Os Filtros de Antracito-Areia está sendo adotados como etapa de polimento do efluente final, antes de seu descarte no corpo receptor. A remoção quase total dos sólidos em suspensão ainda remanescentes implicará numa menor concentração de saída, auxiliando no enquadramento do efluente lançado em corpo receptor de vazão reduzida.

Com a introdução do sistema de polimento (Filtro de Areia e Sistema de Cloração), a concentração de TSS e DBO₅ no efluente final será drasticamente reduzida com conseqüente enquadramento dos parâmetros críticos nos limites estabelecidos para Classe II.

Outra função que está agregada aos filtros terciários diz respeito à denitrificação que se faz necessária para que o efluente final tenha reduzido a concentração de Nitrogênio Total.

7.2.15. SISTEMA PARA NITRIFICAÇÃO

Oxidação de Carbono/Processo Nitrificação

$$Q = 714 \text{ m}^3$$

$$\text{DBO} = 123 \text{ mg/L (após peneira)}$$

$$N = 40 \text{ mg/L}$$

$$T = 25^\circ$$

$$\text{pH} = 7,2$$

Nitrogênio – Nitrificação

1. Determinar Crescimento Máximo do Organismo Nitrificante

$$\mu'_m = \mu_m^{0,008(T-15)} \frac{D_o}{K_{O_2} + D_o} [1 - 0,833(7,2 - \text{pH})]$$

$$2. = \mu'_m = 0,43 d^{-1}$$

$$D.O. = 2,0$$

$$K_{O_2} = 1,3$$

Determinar Máxima Utilização de Substrato

$$U_n = (0,47) \left[e^{0,098(15-25)} \left(\frac{2,0}{1,3+2,0} \right) 1 - 0,833(7,2 - 7,0) \right] N / N + 10^{0,51T - 1,158} [DO / DO + 1,3[$$

$$U_n = 0,73 \text{ dia}^{-1}$$

Determinar crescimento máximo do Organismo Nitrificante

$$\mu'_N = U_n (DO / K_O + DO) = 0,43 \text{ dia}^{-1}$$

Determinar Mínima retenção celular

$$\theta_c^m = 1 / \mu'_m = 2,3$$

Calcular retenção celular de projeto

$$\theta_c^d = 2,5 \text{ F.S. (2,3)} = 5,75 \text{ dias}$$

Adotado 17,3 dias

$$\mu_N = 1 / \theta_c^d = 0,057 \text{ dia}^{-1}$$

Determinar metade da constante de Saturação oxidação de amonia

$$K_n = 10^{0,051 T - 1,158} = 1,3 \text{ mg/L}$$

Calcular concentração de amonia no efluente

$$\mu_N = \mu'_N N / K_N + N = 0,057 N / 1,3 + N$$

$$N = 0,15 \text{ mg/L}$$

Calcular taxa remoção organica

$$\mu_b = 1 / \theta_c^d = Y_b q_b - k_d = 0,16 \text{ g DBO/g SSVA}$$

3. Determinação da Detenção Hidráulica para Oxidação de DBO^(a) e Nitrificação^(b)

$$HT = S_o - S_e / X (q_b) = 0,4 \text{ dias confere com taxa projetada para tanque aeração}$$

$$k_d = \text{coeficiente endogeno dia}^{-1}$$

$$Y_b = \text{coeficiente crescimento heterotrófico} = 0,65 \text{ g/g}$$

$$q_b = \text{taxa remoção substrato g/g}$$

7.2.16. SISTEMA PARA DENITRIFICAÇÃO

A etapa de denitrificação será feita através do leito fixo do filtro de areia/antracito na presença de fonte de substrato orgânico.

- $Q = 714 \text{ m}^3/\text{dia}$
- $\text{TSS} = 20 \text{ mg/L}$
- $\text{NO}_3 - \text{N} = 40 \text{ mg/L}$
- Nitrogenio incorporado na massa celular = $\frac{(123 \text{ mg/L})(5)}{10^3} = 0,62 \text{ mg/L}$
- $\text{NO}_3 - \text{N}$ efluente = 10 mg/L Nitrato
- $\text{NH}_4 - \text{N}$ efluente = $3,7 \text{ mg/L}$
- $\text{NO}_2 - \text{N}$ efluente = $1,0 \text{ mg/L}$ Nitrito
- Remoção $\text{NO}_3 - \text{N} = (40 - 15,3) 714/10^3 = 17,6 \text{ Kg/d}$
- Taxa Hidráulica recomendada para leito fixo = $100 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$
- Área do Filtro = $(714 \text{ m}^3/\text{d}) / 100 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d} = 7,14 \text{ m}^2$
- Adotar 3 filtros para flexibilidade operacional
- Área/Filtros = $7,14 / 3 = 2,38 \text{ m}^2 \therefore \phi = 1,75 \text{ m}$

7.2.17. DETERMINAR VAZÃO DE CONTRA-LAVAGEM

Vazão = $(20 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h})(2,38 \text{ m}^2 \text{ por filtro}) = 47 \text{ m}^3/\text{h} = 0,80 \text{ m}^3/\text{min}$

7.2.18. DETERMINAR VOLUME DE ÁGUA DE CONTRA-LAVAGEM

Volume = $(0,80 \text{ m}^3/\text{min})(15 \text{ min/filtro}) = 12 \text{ m}^3/\text{dia}$

7.2.19. NECESSIDADE DE FONTE SUBSTRATO ORGANICO

- Remoção Nitrato = $17,7 \text{ Kg/d}$
- Taxa = $4,2 \text{ Kg açúcar/Kg NO}_3 - \text{N}$
- Sucarose = $(4,2 \text{ Kg/Kg})(17,7 \text{ Kg/d}) = 74 \text{ Kg/d}$
- Capacidade do Reservatório de Solução = 1000 litros
- Autonomia do reservatório = $1000 / 74 = 13 \text{ dias}$

7.2.20. PRODUÇÃO DE SÓLIDOS

- Sólidos = Sólidos filtrados + produção biomassa
- SS no efluente = 5 mg/L
- Sólidos filtrados = $(20 - 5)\text{g}/\text{m}^3(714 \text{ m}^3/\text{d})/10^3 = 10,7 \text{ Kg/d}$
- Biomassa Produzida = $\left(\frac{0,18 \text{ g VSS}}{\text{g DQO}}\right) \left(\frac{1,5 \text{ g /DQO}}{\text{g CH}_3\text{OH}}\right) \left(75 \frac{\text{Kg}}{\text{d}}\right) = 20 \text{ Kg/dia}$
- TSS = $(20 \text{ Kg VSS/d})(0,85 \text{ g VSS/g TSS}) = 17 \text{ Kg/d}$

- Sólidos Totais = 20 Kg/dia + 17 Kg/dia = 37 Kg/d

7.2.21. ARMAZENAMENTO DE SÓLIDOS NO FILTRO DURANTE UMA CONTRA-LAVAGEM/DIA

- Volume do Filtro = $(2,38 \text{ m}^2)(1,5 \text{ m}) = 3,57 \text{ m}^3/\text{filtro}$
- Sólidos Retidos/Armazenados = $\left(37 \frac{\text{Kg}}{\text{d}}\right) \left(\frac{1}{3 \text{ filtros}}\right) \left(\frac{\text{Filtro}}{3,7 \text{ m}^3/\text{d}}\right) = 3,3 \text{ Kg TSS/m}^3$
- Taxa normal para filtros denitrificantes = 4 Kg TSS/m³
- Visto que a quantidade de sólidos retidos encontra-se abaixo de 4,0 Kg TSS/m³ a frequência de contra-lavagem poderá ser de uma operação a cada 1,5 dias.

8. ESTUDO DE AUTO-DEPURAÇÃO NO CORPO RECEPTOR

O efluente tratado será encaminhado por gravidade até seu lançamento no Rio Atibaia nas coordenadas E 325,41 e N 7455,31 corpo receptor de Classe II, em cujo trecho a vazão máxima do rio é de 198 m³/s.

A seguir apresentamos o roteiro de cálculo através do modelo de Streeter-Phelps, tendo sido utilizados os dados de entrada abaixo relacionados.

PURITECH PROJETOS E EQUIPAMENTOS DE DEFESA AMBIENTAL LTDA.			
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO - UNIFLUX			
RESUMO MEMORIAL DE CALCULO			
FAZENDA QUINTA DA PRIMAVERA	OBRA:	JARINU - SP	
	DATA:	22 Dez 2017	
PLANILHA DE CALCULO			22
CORPO RECEPTOR			
VAZÃO MINIMA	Qmin	0.00	m³/dia
VAZAO MEDIA	Qmed	714.00	m³/dia
VAZAO PICO	Qmax	12.58	L/s
DBO DE ENTRADA	Bruto	136.00	mg/L
	SS	200.00	mg/L
	DQO	291.04	mg/L
	Qmed	8.26	L/s
	TKN	40	mg/L
	F	8	mg/L
DBO após peneira x primário 	10%	122	mg/L
Temperatura		25	
ESTUDO DO CORPO RECEPTOR			
Calculo de diluicao do corpo receptor		K	
Vazao media de efluente	Qmed	0.0083	m ³ /s
Parametro hidrologico regio	C	0.75	
Periodo de retorno regio	X	0.69	anos
Coeficiente de regresao regio	A	0.4951	
Coeficiente de regresao regio	B	0.0279	
Reta de regrecao pluviometrica regia	a	-26.23	
Reta de regrecao pluviometrica regia	b	0.0278	
Precipitacao media anual	P	1399.00	mm/ano
Area bacia hidrografica	S	5.17	Km ²
Região hidrologica semelhante	K		
Região hidrologica semelhante parametro C	Y	0.80	
Vazao media plurianual			
Q=a+b(P)S	Q	0.065	m³/s

Vazao minima			
$Q_{7,10}=CX_{10}(A+B)Q$	Q	0.0177	m³/s
CORPO RECEPTOR STREPER-PHELPS			
Vazao efluente tratado medio	Qmed	0.0083	m ³ /s
SS efluente biologico	SS	10.00	mg/L
DBO solúvel efluente biologico	DBO	4.90	mg/L
SS efluente terciario -Após Cloração/Filtração -	SS	10.00	mg/L
DBO adotado efluente final	DBOs	4.90	mg/L
OD corpo receptor antes da descarga t=Tx0.9	OD	6.00	mg/L
Velocidade do corpo receptor	V	2.50	Km/h
Temperatura do efluente	T	20	C
Temperatura do corpo receptor	T2	15	C
DBO corpo receptor	DBO	5.00	mg/L
OD efluente tratado	OD1	5.00	mg/L
Constante de reacao $\theta=1.135$	K'	0.30	dia-1
Constante de reaeracao $\theta=1.024$	K2	0.700	dia-1
OD@T no corpo receptor antes da descarga	C tab.	8.41	mg/L
Oxigenio Dissolvido no corpo receptor 90% Sat.	OD	6.73	mg/L
Temperatura da mistura	T	16.59	C
OD da Mistura	OD	6.18	mg/L
DBO5 da Mistura	DBO5	4.97	mg/L
DBOL da Mistura	Lo	6.40	mg/L
Determinar concentração saturação OD @ t=mistura	C2 tab.	9.08	C
Correcao constante para T mistura			
K'		0.195	
K2		0.646	
Deficit inicial Doc	Do	2.90	mg/L
tc		-0.13	dia
Xc		-7.96	km
$e^{-K'tc}$		1.03	
Deficit critico de OD	Dc	1.98	mg/L

Oxigenio Dissolvido no ponto Xc	DOc	7.10	mg/L
Lt	(6.56	mg/L
$\ln K2/K'$		1.20	
$e^{-K'(5)}$		0.23	
DBO5@20C no ponto Xc		5.08	mg/L
ESTUDO DE DILUIÇÃO NO CORPO RECEPTOR			
COLIFORME			
Coliforme fecais apos desinfecção classe II	No	1000.0	NMP/100ml
Dosagem de cloro para manter residuo de 1000 NMP/ml			
$Nt/No=(Cr)(t)/b^{2.8}$			NMP/100ml
Assuma coliforme apos biologico	Nb	5000000	NMP/100ml
Residual cloro tempo t	t	30.00	min
Dosagem de cloro	Cr	2.63	mg/L
NITROGENIO			
Nitrogenio no efluente do biologico	NH4-N	0.15	mg/L
	Qr	0.0177	m³/s
	Qefl	0.0083	m³/s
Apos diluição no corpo receptor	NH4-N	0.05	mg/L
FOSFORO			
Fosforo no efluente do biologico	F	4.38	mg/L
Fosforo apos precipitação quimica		0.22	mg/L
Apos diluição no corpo receptor	F	0.07	mg/L

Com os valores obtidos, fica portanto respeitado o Artigo 11 do Decreto-Lei 8468/1976, uma vez que não foram ultrapassados os valores limite de qualidade estipulados para um corpo receptor de Classe II.

Adicionalmente, a vazão máxima Q_{100} do corpo receptor calculada para o caso presente é de m^3/h ($198 m^3/s$), e vazão mínima assumida de $6 m^3/s$. o que garante uma situação segura em relação a impactos ambientais.

REGIONALIZAÇÃO HIDROLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO

Posicionar o ponto de saída da bacia hidrográfica por:

 Coordenadas Geográficas	 Coordenadas UTM
---	---

Dados de entrada:

Área da bacia hidrográfica (km ²):	<input type="text" value="5,17"/>
Longitude do Meridiano Central:	<input type="text" value="45"/> °

Coordenadas UTM:

Norte (m):	<input type="text" value="7455000"/>
Este (m):	<input type="text" value="325000"/>

Calcular

Resultados

Precipitação anual média (mm):	<input type="text" value="1388,9"/>
Região hidrográfica:	<input type="text" value="K"/> ▼
Região hidrográfica (parâmetro C):	<input type="text" value="Y"/> ▼
Latitude:	23° 00' 14"
Longitude:	46° 42' 26"

Norte (m):	7455000,000
Este (m):	325000,000

Recalcular

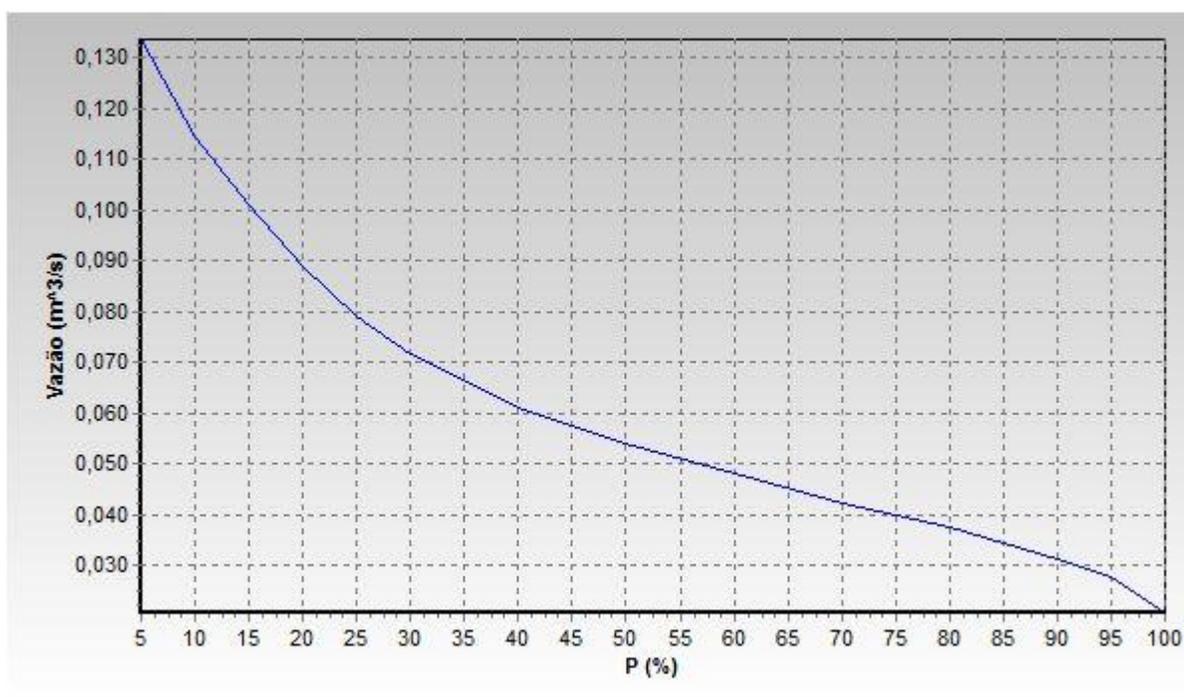
Resultado 1: Vazão média de longo termo

Vazão média plurianual (m^3/s): 0,064

Resultado 2: Curva de Permanência

Vazão para "P (%)" de permanência (m^3/s):

P (%)	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80	85	90	95	100
Q (m^3/s)	0,134	0,114	0,101	0,089	0,079	0,072	0,061	0,054	0,048	0,043	0,040	0,038	0,034	0,031	0,028	0,021



Resultado 3: Volume de regularização

Volume necessário para se regularizar "Qf" com risco "R (%)" de probabilidade de não atendimento em um ano qualquer (10^6 m^3):

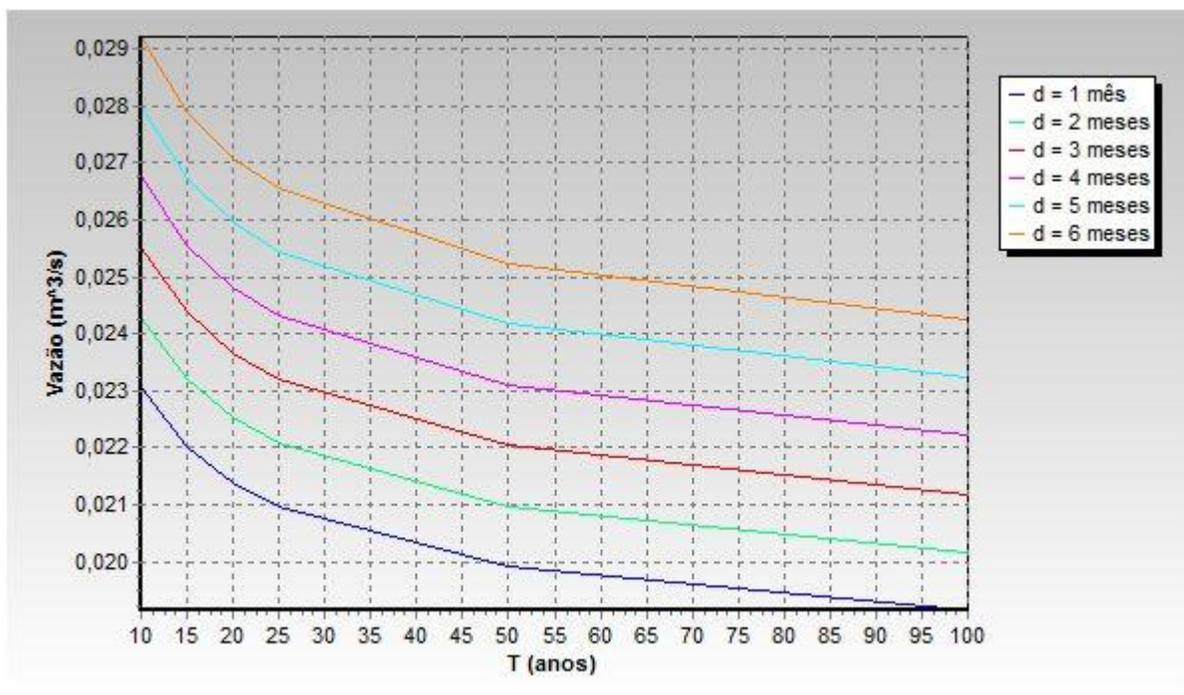
Vazão firme "Qf" (m^3/s):	0,032					
T (anos)	10	15	20	25	50	100
R (%) = 100 / T	10,00	6,67	5,00	4,00	2,00	1,00
Volume (10^6 m^3)	0,055	0,070	0,080	0,087	0,107	0,124
Dur. crítica (meses)	4,132	4,745	5,150	5,441	?????	?????

Recalcular

Resultado 4

Vazão mínima anual de "d" meses consecutivos com "T" anos de período de retorno (m^3/s):

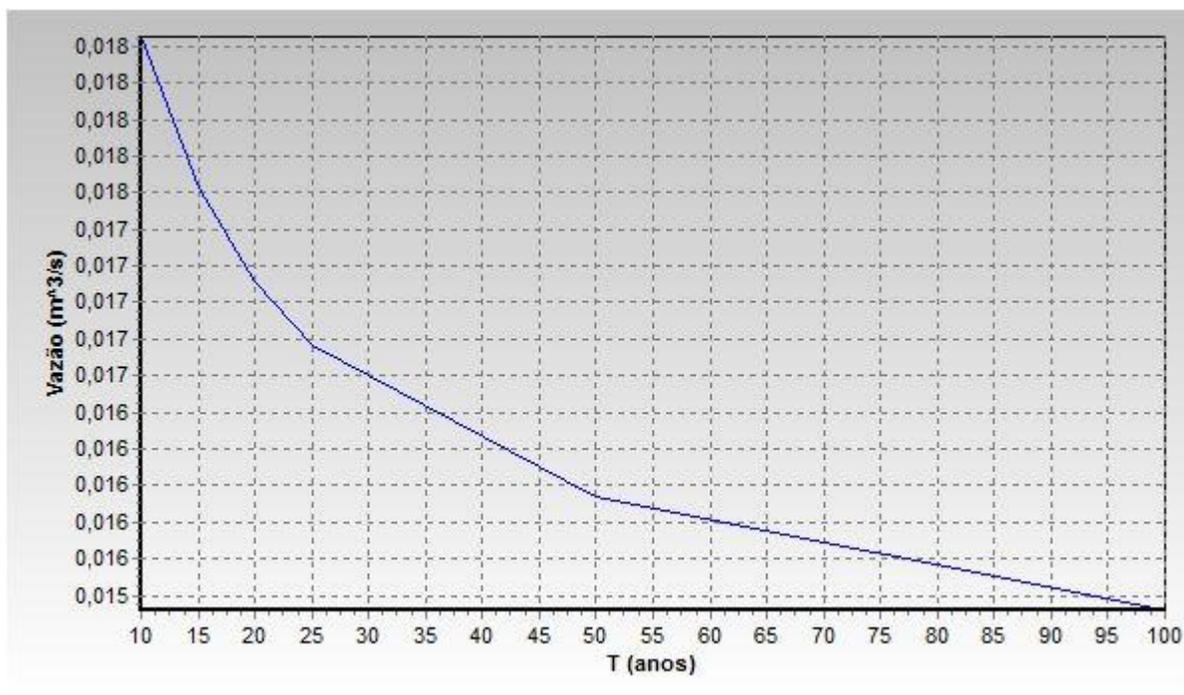
T (anos)	d = 1 mês	d = 2 meses	d = 3 meses	d = 4 meses	d = 5 meses	d = 6 meses
10	0,023	0,024	0,026	0,027	0,028	0,029
15	0,022	0,023	0,024	0,026	0,027	0,028
20	0,021	0,023	0,024	0,025	0,026	0,027
25	0,021	0,022	0,023	0,024	0,025	0,027
50	0,020	0,021	0,022	0,023	0,024	0,025
100	0,019	0,020	0,021	0,022	0,023	0,024



Resultado 5: Q_{7,T}

Vazão mínima anual de 7 dias consecutivos com "T" anos de período de retorno: $Q_{7,T}$ (m^3/s):

T (anos)	10	15	20	25	50	100
Q (m^3/s)	0,018	0,018	0,017	0,017	0,016	0,015



9. GRUPO GERADOR A DIESEL

Foi integrado às instalações da ETE um grupo gerador a diesel com potência de 30 KVA e dotado de chave de transferência automática. Este conjunto será capaz de garantir o suprimento de energia para uma das bombas da elevatória de Esgoto Bruto e para os dois aeradores de potência unitária 7,5 CV na eventualidade de queda da rede elétrica.

O gerador terá instalação abrigada em casa de alvenaria localizada ao lado da ETE.

10. MANUAL DE OPERAÇÃO

10.1. OBJETIVO

O presente Manual de Operação tem por objetivo proporcionar ao responsável pela Estação de Tratamento de Efluentes um guia orientativo para sua rotina normal de trabalho, bem como instruções para tomada de decisões práticas que garantam o bom funcionamento da planta sob quaisquer condições.

10.2. 3.2. DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO

ELEVATÓRIA DE ESGOTO BRUTO

Os esgotos unificados do empreendimento deságuam no poço da elevatória, onde estão instalados duas bombas (em operação) mais uma reserva do tipo submersível comandadas automaticamente por chaves de nível tipo bóia.

As chaves de nível, em número de três, comandam a seqüência de entrada em funcionamento das bombas e tem a seguinte função:

- **Nível Baixo:** desliga qualquer bomba que esteja em funcionamento
- **Nível Intermediário:** liga a bomba nº 1
- **Nível Alto:** liga a bomba nº 2

PENEIRA HIDROSTÁTICA

Os esgotos bombeados da Elevatória de Esgoto Bruto são encaminhados a uma Peneira Hidrostática, equipamento dotado de uma tela de aço inox com perfil parabólico e malha de abertura 3,0 mm. Os sólidos retidos escorregam pela parte frontal da tela, caindo em tambor disposto na parte inferior.

Após a separação fina dos sólidos o efluente será enviado ao divisor de vazão do sistema de tratamento biológico **UNIFLUX**, composto por dois tanques de aeração cuja função é a redução da carga orgânica contida nos esgotos.

CAIXA DE AREIA

Os esgotos, após passagem pelo canal da grade, são encaminhados a um desarenador que se constitui num tanque de duplo canal onde a areia sedimentada no fundo será retirada manualmente e depositada em um tambor para posterior envio a aterro sanitário.

Da saída da Caixa de Areia o líquido desaguará no poço da Elevatória de Esgoto Bruto.

TANQUES DE AERAÇÃO UNIFLUX

Os Tanques de Aeração se constituem na principal parte da planta, sendo neles que ocorre a depuração biológica dos esgotos. Cada Tanque de Aeração é provido de dois aeradores flutuantes do tipo **UNIFLUX** que possui as seguintes funções:

- Promover a mistura da massa líquida
- Introduzir oxigênio na massa líquida, condição necessária para o crescimento dos microorganismos que irão digerir a matéria orgânica.
- Efetuar a coleta de clarificado (efluente tratado).

Os microorganismos contidos no Tanque de Aeração tem a capacidade de se proliferar e multiplicar, agrupando-se em colônias que dão origem ao chamado “lodo biológico”, cuja aparência é a de flocos de cor marrom, mais pesados que água e com tendência portanto, a se depositarem no fundo do tanque.

O sistema de tratamento **UNIFLUX** é uma operação cíclica que compreende três etapas distintas:

ETAPA I : CICLO DE AERAÇÃO

Nesta fase o aerador está ligado, mantendo em suspensão o lodo biológico e introduzindo oxigênio no líquido.

O ciclo de aeração continua até que o tanque de aeração atinja seu nível máximo de operação; neste momento a válvula automática de admissão se fecha, ao mesmo tempo que se abre a válvula de admissão da célula de aeração vizinha.

Simultaneamente à reversão das válvulas de entrada, ocorre o desligamento do aerador do tanque que atingiu o nível máximo, dando-se início ao Ciclo de Decantação.

ETAPA II: CICLO DE DECANTAÇÃO

Com o aerador desligado e não estando mais o tanque submetido à agitação, os flocos de lodo irão gradualmente se depositar no fundo do tanque de aeração.

A decantação do lodo dará origem a duas fases dentro do tanque de aeração; uma superior (denominada clarificado, praticamente isenta de partículas sólidas e que se constitui efetivamente no efluente tratado), e outra inferior, camada de lodo.

O tempo de decantação, isto é, o tempo em que o aerador permanece desligado, é determinado pelo operador, através de ajuste do temporizador instalado no painel de comando.

ETAPA III: CICLO DE DESCARGA

Decorrido o tempo determinado para o ciclo de decantação, tem início o Ciclo de Descarga, no qual, ainda com o aerador desligado, efetua-se a drenagem do clarificado, ou seja, efluente tratado.

Esta drenagem de clarificado se processa automaticamente, com a abertura de uma válvula de acionamento pneumático instalada externamente ao Tanque de Aeração e ligada a uma mangueira flexível de drenagem, que coleta o líquido a partir da superfície.

Da mesma maneira que o Ciclo de Decantação, o Ciclo de Descarga tem sua duração determinada pelo ajuste de tempo selecionado no painel de comando.

Quando esgotado o tempo programado para este ciclo de descarga, a válvula se fecha e o respectivo aerador é religado para dar início a um novo Ciclo de Aeração.

Os ciclos descritos (aeração, decantação e descarga) se processam automaticamente, dispensando a atuação do operador.

SISTEMA DE DESIDRATAÇÃO DE LODO

Da mesma forma que os sistemas convencionais de tratamento, o sistema **UNIFLUX** gera excesso de lodo quando a concentração de microorganismos nas células de aeração ultrapassam os valores ideais estabelecidos em projeto.

Contrariamente aos sistemas convencionais de tratamento, o **UNIFLUX** é projetado com baixos fatores de carga, resultando numa menor produção de lodo em excesso e em adiantado estágio de mineralização.

Neste caso, a drenagem de excesso de lodo é efetuada por decisão do operador, com a abertura de uma válvula de saída de lodo, interligada a tubos de drenagem instalados no fundo do tanque de aeração. Uma operação de drenagem de excesso de lodo da célula de aeração deve ocorrer preferencialmente durante um Ciclo de Decantação ou Descarga (excepcionalmente também pode ser realizada durante Ciclos de Aeração), sendo que esta fração em excesso será bombeada a um Sistema de Condicionamento de Lodo, composto por:

- **Tanque de Polieletrólito** - O lodo em excesso, retirado da célula de aeração será inicialmente condicionado, de modo a se melhorar suas características de filtrabilidade, através da adição de uma solução de polieletrólito, que será preparada e estocada num reservatório próprio, dotado de misturador rápido de eixo inclinado.
- **Bomba Dosadora de Polieletrólito** - A solução de polieletrólito será incorporada à corrente de lodo mediante a dosagem em linha do produto, executada por uma bomba dosadora tipo diafragma e um misturador estático.
- **Filtro Bagfil** - A filtração do lodo já condicionado se dará em dois filtros Bagfil, do tipo gravimétrico, dotados cada um de oito (8) elementos filtrantes em tecido sintético acoplados a dutos de entrada com válvulas individuais de bloqueio para cada uma deles. Uma vez esgotada a capacidade dos elementos filtrantes, estes serão removidos e colocados sobre estrados para uma pós-secagem e posterior disposição como resíduo sólido.

SISTEMA DE CLORAÇÃO DO ESGOTO TRATADO

Todo o esgoto tratado que deixa os Tanques de Aeração durante os ciclos de descarga é encaminhado a um Tanque de Contato de Cloro, onde, na entrada será dosada uma solução de hipoclorito de sódio a 14%.

A bomba dosadora de hipoclorito estará intertravada às válvulas de descarga, sendo automaticamente acionada sempre que uma destas válvulas é aberta.

A saída do efluente clorado se dará por meio de bombeamento, através de um par de bombas que alimentam o conjunto de tanques de precipitação química de Fósforo.

Estas bombas terão seu funcionamento automático comandado por meio de duas chaves de nível instaladas no Tanque de Contato, cujas funções são as seguintes:

- Chave de nível alto: liga uma das bombas de alimentação dos Tanques de Precipitação Química
- Chave de nível baixo: desliga a bomba de alimentação dos Tanques de Precipitação Química que se encontrar em funcionamento.

TRATAMENTO TERCIÁRIO

Em função da restrição do corpo receptor onde será lançado o efluente tratado, haverá necessidade de se incorporar ao processo de tratamento uma etapa terciária com a finalidade de se reduzir a carga orgânica remanescente e ainda promover a redução de Fósforo e Nitrogênio Total.

PRECIPITAÇÃO QUÍMICA DO FÓSFORO

A redução da concentração de Fósforo remanescente no efluente tratado se dará por precipitação química, com a dosagem de solução de Sulfato de Alumínio ($Al_2(SO_4)_3$), floculação e decantação de sólidos na forma de Fosfato de Alumínio.

A precipitação será realizada num conjunto de tanques fabricados em polipropileno. Portanto, a partir do Tanque de Contato de Cloro, um par de bombas centrífugas (uma delas reserva), vai recalcar o efluente a uma vazão de aproximadamente 25 m³/h e vai alimentar o conjunto de tanques de acordo com a seguinte sequência:

- Tanque de Mistura Rápida: dotado de um misturador rápido, este tanque vai receber a dosagem de solução de Sulfato de Alumínio. A bomba dosadora de Sulfato de Alumínio estará intertravada a este par de bombas que alimenta o conjunto de precipitação química, isto é, a bomba dosadora somente é acionada quando uma destas bombas de alimentação também está em funcionamento.
- Tanque de Floculação: dotado de um misturador lento, que vai propiciar a formação de flocos com boas características de sedimentabilidade.
- Tanque de Precipitação: trata-se de um decantador dotado de lamelas inclinadas (tipo TPI), fundo inclinado e quatro poços de decantação através dos quais saem ramais de retirada de lodo.
- Tanque de Alimentação dos Filtros de Areia: da saída do Tanque de Precipitação, os efluentes escoarão para o Tanque de Alimentação dos Filtros de Areia. Esta câmara atua como um poço de bombeamento, dotado de duas chaves de nível que comandam o funcionamento de um par de bombas que alimentarão os Filtros de Areia. É também neste ponto que será dosado uma carga orgânica (fonte de energia) que, misturado ao clarificado, formarão uma cultura de bactérias denitrificantes nos Filtros Terciários, que irão reduzir os nitratos e liberar o gás nitrogênio.
- As chaves de nível instaladas nesta câmara funcionam de acordo com as seguintes funções:
- Chave de nível alto: liga uma das bombas de alimentação dos Filtros de Areia

- Chave de nível baixo: desliga a bomba de alimentação dos Filtros de Areia que se encontrar em funcionamento

FILTROS DE ANTRACITO-AREIA - DENITRIFICAÇÃO

O efluente clarificado bombeado alimentará um par de filtros de antracito-areia, do tipo fechado e pressurizado, operando em paralelo.

Estes filtros terão a dupla função de reter as partículas sólidas em suspensão ainda presentes no efluente clarificado e servir de leito fixo para suporte e crescimento de bactérias denitrificantes após a adição da carga orgânica, que atua como substrato.

Estes filtros sofrerão operações de contralavagem sempre que se apresentarem saturados. A contralavagem será realizada com o acionamento simultâneo das duas de alimentação, precedida da manobra adequada de válvulas por parte do operador.

O líquido resultante da contralavagem será encaminhado de volta para um dos Tanques de Aeração.

DESIDRATAÇÃO DE LODO – FOSFATO DE ALUMÍNIO

O lodo acumulado nos poços de decantação do Tanque de Precipitação de Fósforo será transferido por meio de bomba para um Tanque de Lodo executado em Polipropileno e dotado de misturador lento.

A transferência destes sólidos, basicamente constituídos por Fosfato de Alumínio, será feita por decisão do operador mediante abertura de registros individuais no Tanque de Precipitação. O lodo transferido para o Tanque de Lodo será por sua vez encaminhado para o mesmo Filtro Gravimétrico que efetua a desidratação do lodo biológico em excesso.

11. ROTINA DE OPERAÇÃO

11.1. ELEVATÓRIA DE EFLUENTE BRUTO

Selecionar as bombas nº 1 e nº 2 para posição “automático” no painel de comando.

As válvulas de bloqueio tipo gaveta instaladas nas respectivas linhas de descarga das bombas, deverão ser reguladas na posição abertas; seu fechamento só deve ocorrer no caso de retirada de uma bomba para manutenção.

Quando houver necessidade de retirada de uma das bombas para manutenção, ela deverá ser içada através de sua corrente e nunca pelo cabo de força.

11.2. PENEIRA HIDROSTÁTICA

Esta unidade necessita simplesmente de uma remoção periódica e freqüente dos sólidos retidos no tambor coletor de sólidos. Deve ficar a critério do operador quando e em que número de vezes esta limpeza deve ser realizada. Não se deve permitir de forma alguma o acúmulo de sólidos nesta unidade.

A peneira em si deve ser limpa sempre que a abertura da tela for obstruída, utilizando-se para isso uma escova de cerdas duras provida de um cabo e jato d'água. Para a remoção dos sólidos coletados, o operador

não deve dispensar o uso de luvas. O material retirado deve ser disposto em sacos plásticos e reunidos ao lixo comum para posterior coleta.

11.3. CAIXA DE AREIA

Este tanque permite o acúmulo da areia contida no esgoto bruto. Quando um dos canais de passagem necessitar de limpeza, o operador deverá primeiramente abrir as comportas manuais de bloqueio do canal vizinho, permitindo a passagem da água e fechar as comportas do canal a ser limpo. Esta areia será retirada com a ajuda de uma pá e o resíduo transferido para um tambor para posterior coleta. O operador não deve dispensar os equipamentos de proteção individual.

11.4. TANQUE DE AERAÇÃO

A operação adequada dos Tanques de Aeração **UNIFLUX**, embora de extrema simplicidade se comparada a outros sistemas, exige ainda assim do operador, uma sensibilidade para a identificação de eventuais problemas e a tomada de decisões corretivas de forma imediata.

11.4.1. ROTINA DE VERIFICAÇÃO

Devem ser constantemente verificados:

- O funcionamento dos aeradores - observar e obedecer as rotinas de manutenção recomendadas pelo fabricante.
- Posição das mangueiras flexíveis - Devem permanecer submersas para garantir o escoamento do clarificado no ciclo de descarga. No caso de um trecho da mangueira flutuar e ficar aparente durante o período de aeração, desligar o aerador e verificar se o contrapeso não soltou. Abrir manualmente as válvulas de descarga e forçar a mangueira para baixo, expulsando o ar aprisionado.
- Materiais estranhos nos tanques de Aeração - Devem ser imediatamente retirados, principalmente aqueles alojados na cortina de entrada do sistema **UNIFLUX**, tais como sacos plásticos, papelão, gordura e material flutuante em geral.
- Funcionamento das válvulas pneumáticas de descarga – O atuador de dupla ação, acoplado a estas válvulas não pode travar no momento em que for acionado. Verificar filtro de ar e lubrificador de cada conjunto LUBRIFIL. Drenar periodicamente o filtro de ar e repor o óleo no copo do lubrificador sempre que necessário.

11.4.2. ROTINA DE CONTROLE DO SISTEMA UNIFLUX

O bom funcionamento do processo de tratamento pelo sistema **UNIFLUX** exigirá do operador a execução diária de uma pequena série de testes, fundamentais para se extrair dele o máximo rendimento.

Estes testes envolvem a coleta e verificação de resultados em amostras de líquido sob aeração (liquor) e do líquido clarificado.

11.4.3. COLETA DE “LIQUOR”

Diariamente, para cada um dos Tanques de Aeração, colher uma amostra do líquido sob agitação enquanto o aerador estiver ligado.

Para coletar a amostra do efluente sob aeração, será necessária a imersão (profundidade média do tanque) de um dispositivo de coleta de amostra.

As amostras de efluentes sob aeração devem ser colocadas em proveta graduada de 1000 ml, e deixadas em repouso durante 60 minutos. O lodo biológico, formado por flocos de cor marrom irá se depositar no fundo da proveta. Medir o volume (em ml/l) da camada de lodo.

11.4.4. COLETA DE AMOSTRAS DE CLARIFICADO

As amostras de clarificado devem ser preferencialmente colhidas na saída da respectiva válvula de descarga de cada tanque de aeração, quando estiver ocorrendo um ciclo de descarga. Deve-se evitar coletar a amostra imediatamente após a abertura da válvula de descarga, pois nestes primeiros instantes pode haver uma quantidade apreciável de sólidos que ficaram aprisionados na mangueira flexível.

O clarificado que for coletado, deve ser transferido para um cone Imhoff e novamente deixado em repouso por 1 hora. Ao final deste período, deve-se medir o volume (em ml/l) de Sólidos Sedimentáveis que decantaram no fundo do cone.

Caso haja dificuldade em se aguardar a ocorrência de um ciclo de descarga para coletar uma amostra de clarificado, pode-se alternativamente proceder da seguinte forma:

- Recolher em balde de 5 litros, uma amostra do líquido mantido sob mistura no Tanque de Aeração (o aerador está ligado) e deixar o conteúdo em repouso por 1 hora.
- Haverá uma separação de fases, sendo que se deve transferir cuidadosamente para outro frasco e fase superiores, de clarificado. Tomar precauções para não movimentar a camada de lodo no fundo do balde, nem deixar que qualquer floco de lodo seja arrastado para o frasco de clarificado.
- Da mesma forma, evitar a nata de gordura sobrenadante que se formará na superfície do balde após o período de repouso.
- Com isso, obter-se-á um volume de amostra de clarificado de cerca de 2 a 3 litros, quantidade necessária para a execução da análise por parte do laboratório, e também para execução do teste diário de rotina. Neste caso, separar 1 litro desta amostra de clarificado, transferi-la para o Cone Imhoff e deixar novamente em repouso por 1 hora.

11.4.5. TESTE DE ROTINA NO “LIQUOR”

As amostras de “liquor” deixadas em repouso nas provetas servirão para o operador ter uma idéia do crescimento do lodo nos tanques de aeração, sendo este teste de extrema utilidade para a decisão de se efetuar ou não uma descarga de excesso de lodo.

Preferencialmente, a decisão de se efetuar a purga do excesso de lodo deve estar baseada no resultado da análise de laboratório do parâmetro “Sólidos Voláteis em Suspensão”, no

Tanque de Aeração (SSVTA). Sempre que o valor que constar nos laudos exceder a faixa de 2500 – 3000 mg/L, deve-se efetuar a descarga.

Como nem sempre se dispõe dos resultados das análises de laboratório, de periodicidade quinzenal ou mensal, o operador pode utilizar os dados levantados nos testes diários de Sólidos Sedimentáveis para tomar a decisão necessária.

Embora não tenha a mesma precisão da análise de laboratório e sofra influência da densidade do lodo, o operador, através de sua experiência pode relacionar o volume de lodo (em ml/l) depositado na proveta, com a concentração de SSVTA. Assim, após as primeiras análises de laboratório, o operador poderá fazer comparações como as do exemplo abaixo:

“Numa análise de laboratório, obtivemos uma concentração de sólidos voláteis de 2800 mg/L, enquanto os sólidos sedimentáveis eram de 450 ml/l. No meu teste diário, estou obtendo um volume de 500 ml/l, assim posso efetuar um descarte de excesso de lodo sem maiores problemas”.

Logicamente que o exposto acima é somente um exemplo, porém este deverá ser o tipo de observação a ser feita pelo operador, que com o correr do tempo e um maior número de laudos de análises à sua disposição, conhecerá bastante bem as características do lodo biológico produzido na ETE que está sob seus cuidados.

Mais adiante estão indicadas as análises de laboratório do efluente que deverão ser realizadas periodicamente para atestar o desempenho da planta, além de uma tabela para o operador identificar problemas pela simples visualização do aspecto dos despejos.

11.4.6. TESTE DE ROTINA NO CLARIFICADO

As amostras de efluente clarificado (tratado), coletadas durante o ciclo de descarga, devem ser colocadas em cone Imhoff de 1000 ml, e deixadas em repouso durante 1 hora. Passado este tempo, verificar se os sólidos residuais não estão ultrapassando o valor de 1 ml/l (um mililitro/litro), limite máximo permitido pela legislação para lançamento em cursos d'água.

Caso observe-se um teor de sólidos sedimentáveis acima de 1 ml/l, verificar se o tempo de decantação não está sendo insuficiente e é necessário reprogramar um intervalo maior para permitir a completa sedimentação das partículas sólidas.

Um volume de Sólidos Sedimentáveis superior a 1 ml/l na amostra de clarificado pode indicar também que o lodo formado é muito leve, de baixa densidade e difícil sedimentação. Neste caso, devem-se procurar as causas através da análise de todos os parâmetros operacionais do sistema, incluindo a vazão efetiva de contribuição, fator F/M, possíveis descargas de material tóxico, etc...

11.4.7. OPERAÇÃO EM MODO “MANUAL”

Os aeradores e as válvulas de descarga dos Tanques de Aeração podem a qualquer momento ser acionados (ou abertos, no caso das válvulas), independentemente dos ciclos que estiverem programados.

Este recurso, que só deve ser utilizado em situações especiais ou de emergência, é habilitado simplesmente passando-se a respectiva chave seletora no painel de comando para a posição “MAN”.

Lembramos que em situações normais de operação as chaves seletoras dos aeradores e das válvulas pneumáticas de descarga devem permanecer na posição “AUT”.

11.5. SISTEMA DE DESIDRATAÇÃO DE LODO

Quando o operador decidir iniciar uma operação de filtração de lodo, este deve proceder às seguintes verificações preliminares:

- O reservatório de solução de polieletrólito deve ter quantidade suficiente do produto. No Reservatório de Dosagem de Polieletrólito será preparada uma solução na concentração de 0,3% do produto. Deverá ser utilizado um polieletrólito aniônico (que pode ser o de código D-35 da Betz Dearborn ou similar), preferencialmente na forma de pó ou granulado.
- A solução será preparada misturando-se 3 gramas do produto para cada litro de água e ligando-se manualmente o agitador para promover a homogeneização. Não se deve permitir que o nível da solução no tanque abaixe a ponto de deixar descoberta a hélice do agitador.
- Selecionar um ou mais elementos filtrantes para receber o lodo a ser desidratado. Os sacos filtrantes devem estar totalmente limpos e presos com firmeza ao respectivo bocal de entrada. Apertar a abraçadeira com o auxílio de chave de fenda. Abrir o registro de admissão.
- Ajustar a vazão da bomba dosadora através do potenciômetro de regulação percentual. Ligar a bomba em seguida.

O operador deve então ligar a bomba de lodo e regular a abertura do registro de retorno de modo a que a vazão de alimentação do filtro seja pequena. Sendo este um sistema de pequeno porte, não há necessidade de pressa; os elementos filtrantes podem demorar um longo período para encher.

O operador deve ficar atento para o efeito de floculação obtido com a mistura do lodo com a solução de polieletrólito. Para tanto, utilizar o registro de amostragem e recolher a amostra num recipiente de vidro.

A filtração deve ser acompanhada pelo operador com o máximo cuidado. Quando os filtros se apresentarem cheios, interromper a filtração desligando a bomba de lodo. Permitir que o lodo, ainda muito úmido seque naturalmente até um ponto que já esteja pastoso. Em seguida, retirar o elemento filtrante desapertando a abraçadeira e depositá-lo sobre um estrado para secagem ao tempo. Quando o lodo se apresentar com consistência sólida, transferir o conteúdo para um tambor de coleta, podendo o elemento filtrante ser reutilizado.

11.6. DOSAGEM DE CLORO

Recomenda-se o uso de isocontainer de polietileno com capacidade de 1000 litros contendo solução de Hipoclorito de Sódio em concentração comercial (12 a 14%) , sem necessidade portanto de diluição. Dependendo do fornecedor, o produto poderá ser reposto a granel (um caminhão reabastece o isocontainer) ou alternativamente o isocontainer pode ser trocado a cada operação de reabastecimento.

A bomba dosadora deve permanecer em modo automático, ligando simultaneamente à abertura de qualquer uma das válvulas de descarga de clarificado. O operador deve permanecer atento à necessidade de reposição da solução de hipoclorito no reservatório, sempre que o nível estiver ficando baixo, chamando o fornecedor com a devida antecedência.

A dosagem de cloro deverá ser regulada para manter cerca de 0,5 mg/L de Cloro Residual na saída do tanque de contato, o que será atestado mediante análises deste parâmetro em laboratório. Cálculos teóricos para este caso indicam que a bomba dosadora deve ser inicialmente regulada para uma vazão de aproximadamente 11 litros/hora, o que deve posteriormente ser comprovado na prática.

12. ANÁLISES PARA CONTROLE DO PROCESSO

As análises necessárias para o controle operacional do sistema **UNIFLUX** consistem de:

PARÂMETROS	ESGOTO BRUTO	TQ. DE AERAÇÃO	SAÍDA
pH	X	X	X
DBO	X	-	X
DQO	X	-	X
P (Fósforo)	X	-	-
Nitrogênio Amoniacal	X	-	-
Nitrogênio Total	X	-	X
OG	X	-	X
RNF (Total e Voláteis)	X	X	X
RS	X	X	X
TENSO ATIVOS	X	-	X
CLORO RESIDUAL	-	-	X

A frequência das análises depende do regime de operação da Estação de Tratamento e confiabilidade operacional. Em geral recomendamos entre uma (1) e duas (2) análises mensais de cada parâmetro (com exceção do N e F que, podem ser analisados com uma frequência menor).

O controle operacional deverá ser realizado através de controle das características do tanque de aeração, pH, SSVTA, e idade de Lodo, enquanto a eficiência do sistema medido através das análises das características do afluente e efluente.

13.MANUTENÇÃO

Quando ao funcionamento e manutenção dos equipamentos tem-se:

- Limpeza da peneira hidrostática
- Conservação dos conjuntos moto-bomba
- Conservação do conjunto de aeração
- Limpeza geral da instalação

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

13.1.1. ORGANIZAÇÃO DO PESSOAL

O funcionamento da estação é de 24 horas, assim o pessoal encarregado da operação ficará responsável pelo cumprimento da rotina estabelecida.

13.1.2. TAREFAS DE TRABALHOS

Cada turno deve efetuar as seguintes tarefas de trabalho diário:

- | | |
|---|-----------------------|
| • Limpeza do cesto de coleta da elevatória e peneira hidrostática | 1 vez/dia |
| • Medição de pH e temperatura..... | 1 vez/dia |
| • Medição de sólidos sedimentáveis amostras do despejo bruto,
SSTA, SSVTA do tanque de aeração | 1 vez/dia |
| • Análises para controle do processo | sempre que necessário |

13.1.3. LIMPEZA GERAL

- | | |
|---|-----------------------|
| • Remoção do material acumulado(espuma, plásticos, etc.)..... | sempre que necessário |
| • Limpeza da casa de controle..... | sempre que necessário |
| • Limpeza dos passeios e dos poços de visita..... | sempre que necessário |

13.1.4. TAREFAS DIVERSAS

- | | |
|---|---|
| • Descarga do lodo dos tanques de aeração para filtros Bagfil..... | sempre que necessário |
| • Limpeza e remoção de sólidos do cesto de coleta da elevatória
..... | sempre que necessário |
| • Limpeza da caixa de areia | sempre que necessário |
| • Limpeza da tela da peneira | sempre que necessário |
| • Inspeção nos equipamentos elétricos, motores e bombas | permanente |
| • Manutenção dos motores | sempre que necessário,
datar em cartão a última revisão em cada motor. |
| • Preencher todos formulários | diariamente e
semanalmente |
| • Coleta de amostras para análise de laboratório da DBO,
Sólidos, fósforo e nitrogênio | sempre que necessário,
como rotina mínima de uma vez por mês |

13.1.5. CONTROLE FÍSICO, QUÍMICO E BIOQUÍMICO DOS DESPEJOS

Os resultados obtidos na operação da estação darão uma estatística e visualização da eficiência do tratamento.

I. Controle físico abrange:

- Temperatura
- Cheiro
- Turbidez
- Cor
- Remoção de sólidos na grade, caixas de gordura e tanques de aeração

II. O controle químico abrange:

- pH
- Oxigênio dissolvido
- Dosagem de produtos químicos
- Demanda química de oxigênio
- Nitrogênio
- Fósforo
- Concentração de sólidos

III. O controle bioquímico abrange:

- Demanda bioquímica de oxigênio

13.1.6. ELABORAÇÃO DE RELATÓRIO MENSAL

O encarregado geral de operação da estação deve elaborar relatório interno mensal informando sobre o funcionamento, tanto do ponto de vista técnico como administrativo.

14.ELIMINAÇÃO DE DIFICULDADES

SELECIONE À MEDIDA QUE APRESENTE EFEITO DESFAVORÁVEL MENOR

Esta seção do manual apresenta os procedimentos para eliminação de dificuldades na solução de problemas operacionais comuns ocorridos no processo de lodo ativado. Juntamente com cada problema ou observação, está uma lista das prováveis causas, dos controles para determinar a causa e das medidas corretivas sugeridas. Você, operador, deve determinar e selecionar uma ou mais medidas corretivas que devolverão ao processo sua eficiência total, com o mínimo de efeitos desfavoráveis sobre a qualidade final. Para avaliar o problema e selecionar a melhor medida corretiva, você deve estar profundamente familiarizado com seu processo de lodo ativado e saber como ele se insere nas operações gerais de tratamento da planta.

CONHEÇA O PROCESSO

Além disso, você deve estar familiarizado com as características dos despejos líquidos afluentes, taxas de fluxo na planta e padrões, desenho e parâmetros reais das capacidades, desempenho da planta no seu todo e processos individuais e procedimentos de manutenção atualizados.

Durante a operação normal da unidade o líquido mantido no tanque de aeração terá uma cor variável entre marrom médio e marrom escuro e cheiro de bolor.

O volume e a concentração de lodo (marrom) no tanque de aeração irá variar de unidade para unidade e dependerá da carga orgânica dos esgotos. Para as condições de projeto as cargas e parâmetros de funcionamento da unidade estão discriminados na seção de dimensionamento de projeto.

Se a unidade está operando na vazão nominal e os esgotos tem uma concentração elevada, o lodo terá uma densidade mais elevada e uma cor um pouco mais escura. Caso contrário se a unidade estiver operando com pequena carga orgânica ou se a sua vazão estiver abaixo do valor nominal de projeto o lodo terá uma cor menos concentrada.

A parte volátil da carga orgânica do esgoto será reduzida durante o tratamento no tanque de aeração por ação de microrganismos aeróbicos. Ocasionalmente flocos de pequenas dimensões ou em grupo de sólidos poderão escapar e deixar a unidade com o efluente.

Estes sólidos são seguramente matéria inerte e não volátil que não causarão uma queda da eficiência global da unidade abaixo de 85% baseando-se em uma amostra composta do efluente.

A descarga desses materiais sólidos inertes no efluente é minimizada pelo fato da unidade ser equipada com sistema de descarga de lodo. A operação deste sistema é descrita em outro capítulo, porém o uso deste sistema tornará possível assegurar 85% ou mais de eficiência no tratamento.

O volume de lodo gerado no tanque de aeração irá aumentar gradativamente, devido a ação dos microrganismos (crescimento). Durante as baixas cargas orgânicas o crescimento da população microbiana será mais lenta e por conseqüência o excesso de lodo será menor. Durante a operação normal da unidade o volume de lodo irá gradativamente aumentar no tanque de aeração, chegando a um ponto em que será necessário acima de (3000 PPM SSTA) fazer uma descarga de lodo (excesso) para o sistema de desidratação de lodo Bagfil.

ROTINA DE OPERAÇÃO DO SISTEMA BIOLÓGICO

Quando o operador se tornar familiar à sua unidade ETE e sua operação, ele irá estabelecer para caso particular o plano de operação mais adequado.

Como o operador irá notar o tempo necessário para isso é mínimo, mas há alguns pontos a observar para assegurar boa eficiência da unidade de maneira contínua.

Os pontos seguintes são importantes em todos os casos que deverão ser verificados diariamente:

- a) Veja se o soprador e bombas estão funcionando corretamente.
- b) Verifique se a aspersão do esgoto no filtro biológico ocorrendo adequadamente.
- c) Verifique se não há acúmulo de espuma e lodo nas laterais dos tanques, e se o lodo tem boa concentração de sólidos, e são de cor marrom.
- d) Qualquer sólido flutuante ou gordura que possa estar presente deverá ser retirada e depositada em uma lata de lixo. Tais materiais são de difícil degradação biológica e devem ser removidos do sistema, pela maneira mais fácil, de modo a que o sistema possa ter um bom tratamento dos despejos.
- e) Para a manutenção dos vários equipamentos mecânicos siga as recomendações do fabricante de cada equipamento.
- f) Se existir facilidade para lavagem da unidade, lave-a de tempos em tempos.

As unidades não costumam apresentar mau cheiro, entretanto, uma programação de limpeza da grade, das paredes do filtro biológico, tanque de aeração, etc., pode assegurar uma boa operação da unidade, evitando o aparecimento do mau cheiro.

As seguintes características gerais mostram que a unidade está sendo operada corretamente:

FILTRO BIOLÓGICO: Aspersão/Distribuição do esgoto na parte superior do bionet esteja ocorrendo de maneira uniforme na superfície do bionet.

TANQUE DE AERAÇÃO: deve ter uma circulação uniforme a uma boa velocidade; a cor deve ser marrom chocolate com uma razoável concentração de sólidos; não deve haver cheiro; não deve haver espuma.

DECANTAÇÃO: a porção superior deve ser relativamente clara com algumas partículas de pequenas dimensões passando pelo vertedor; a superfície deve estar livre de gordura e espuma; não deve haver cheiro.

ESGOTOS DOMÉSTICOS: normalmente são de cor cinza claro com eventuais sólidos flutuantes e com cheiro característico.

OPERAÇÃO ANORMAL: ocasionalmente o esgoto bruto ou tanque de aeração podem ter cores e odores diferentes dos mencionados acima. Certamente as cores anormais indicam problemas específicos que podem ser verificados e para os quais existem procedimentos corretivos bem determinados. A tabela seguinte fornece, no caso de condições anormais, uma guia para as medidas corretivas que devem ser adotadas.

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DA UNIDADE

A tabela a seguir oferece um diagnóstico genérico de prováveis causas de algumas deficiências operacionais, com sugestões das medidas corretivas.

COR DOS ESGOTOS	BIOLÓGICO		DECANTAÇÃO		LODO		OBSERVAÇÕES	PROCEDIMENTOS
	Cor	Sólidos	Cor	Escura	Cor	Cheiro		
Cinza	Marrom Chocolate	Médio	Claro	Não	Marrom Chocolate	Levemente e rançoso	Operação correta	Continue assim
Amarelo	Amarelo	Médio e pesado	Amarelo	Não	Amarelo	Não	Unidade cheia de sólidos inorgânicos	Pare a unidade e retire os sólidos
Preto	Preto	Médio	Preto	Não	Preto	Forte	Condições sépticas	(*) descubra a fonte de septicidade. Reprogramar aeração do tanque até a cor marrom retornar.
Cinza	Avermelhado	Médio e pesado	Avermelhado	Marrom viscoso	Avermelhado claro	Não	Super aeração, vazão abaixo da vazão nominal	Diminuir tempo ou vazão de ar para aeração
Cinza	Cinza	Leve	Escuro	Não	Cinza	Mau cheiro	Sólidos no efluente	(*) verifique a vazão influente. Pode estar excedendo a capacidade da unidade.
Cinza	Marrom Claro	Leve	Marrom Claro	Material fluente	Marrom claro	Levemente e rançoso	Início de septicidade ou intoxicação	Raspe as paredes do filtro biológico e tanque de aeração, verifique as tubulações para que não haja entupimento, verifique características do esgoto bruto.

(*) Um grande volume tóxico ou material não sedimentável como gasolina, solventes, desinfetantes, etc., pode estar presente no esgoto

15.SUGESTÕES SIMPLES PARA UMA OPERAÇÃO EFICIENTE

Esta tabela descreve os principais pontos a serem verificados a fim de ajudar o operador a manter uma operação eficiente durante todo o tempo, através da verificação rápida desses cinco itens o operador satisfará os requisitos de manutenção e assegurará a máxima eficiência de operação.

ITEM	DESEJADO	INDESEJADO	SUGESTÃO PARA CORREÇÃO
Circulação no tanque de aeração.	Fluxo uniforme através do tanque.	Desigual falta de circulação	- Verifique se aspersão e aeração estão funcionando adequadamente
Decantação	Relativamente claro. Algumas pequenas partículas em suspensão.	Lodo flutuante (marrom, sem cheiro)	- Retire os materiais flutuantes - Aumente ciclo de recirculação
		Grande camada de lodo visível.	- Inicie a operação de descarte de lodo - Aumente o ciclo de aeração
		Lodo flutuante (preto)	- Raspe as paredes do tanque - Aumente o ciclo de aeração - Verifique se não há material estranho no tanque
Excesso de gordura no influente	Pequena acumulação de espuma ao redor das paredes do tanque.	Grande quantidade de bolas de gordura flutuantes. Acumulação de espuma ao redor das paredes do tanque.	- Raspe as paredes do tanque - Lave com mangueira freqüentemente - Retire a espuma flutuante do tanque quando necessário - Elimine a causa das gorduras
Vazão através da Unidade	O ideal é a vazão nominal	Subcargas	- Diminui aeração - Observe a formação de lodo flutuante
		Sobrecargas	- Observe se o lodo não está sendo arrastado durante o escoamento do líquido clarificado. - Aumente aeração
Operação das bombas e compressor	Alimentação quanto mais contínua e uniforme	Pulsações	- Eliminar bolsas de ar das tubulações - Examine os ciclos de operação.

16. CUIDADOS A SEREM TOMADOS

LEMBRAMOS AINDA QUE TODO TRABALHO QUE ENVOLVE EFLUENTES SANITÁRIOS DEVE SER SEGUIDO DE ALGUMAS REGRAS, SEJAM ELAS:

1. Os empregadores devem ser imunizados contra tétano (devem ser providenciadas as vacinas).
2. Providenciar luvas de borracha para manuseio tanto dos produtos químicos como do esgoto, principalmente se o operador tiver algum tipo de machucado, arranhadura ou queimadura das mãos.
3. Evitar o contato das mãos com os olhos, boca nariz e ouvido durante os trabalhos na estação de tratamento.
4. Antes de fumar ou comer lavar as mãos sempre com água e sabão.
5. As roupas de trabalho devem ser mantidas em local próprio, separada das roupas limpas, e lavadas pelo menos uma vez por semana.
6. As roupas de trabalho não devem ser usadas em casa, no caso de lavagem das roupas de trabalho em casa, lavar separadamente das roupas da família.
7. Deverá ser tomado um banho todo dia ao término do expediente de trabalho.

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Os seguintes materiais devem fazer parte das utilidades sempre mantidas à disposição do operador da ETE:

a) Utilidades de laboratório

- 2 provetas de vidro, graduada, capacidade 1000 ml.
- 2 Cones Imhoff, de vidro ou plástico, graduado, capacidade 1000 ml, acompanhado de suporte.
- 1 pH metro portátil.
- 1 termômetro.

b) Diversos

- Luvas de borracha
- Botas de borracha, cano longo
- Sabão
- Álcool
- Balde para coleta de amostras, com corda de nylon amarrada na alça.

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS
FICHA DE CONTROLE DE ANÁLISES LABORATORIAIS

Data da Coleta: _____

Laboratório: _____

PARÂMETROS	ESGOTO BRUTO	TQ. DE AERAÇÃO	EFLUENTE TRATADO	OBSERVAÇÕES
pH		—		
DBO (mg/l)		—		
DQO (mg/l)		—		
Óleos e Graxas (mg/l)		—		
Nitrogênio Total (mg/l)		—		
Fósforo (mg/l)		—		
Resíduos sedimentáveis (ml/l)				
Resíduo filtrável fixo (RFF) mg/l				
Resíduo filtrável volátil (RFV) mg/l				
Resíduo filtrável total (RFT) mg/l				
Tenso Ativos (mg/l)		—		
Cloro Residual (mg/l)	—	—		

Redução de DBO: _____ % $[(DBO_e - DBO_5/DBO_e) \times 100]$

Redução de DBO: _____ % $[(DQO_e - DQO_5/DQO_e) \times 100]$

17. CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE TRATADO

O sistema foi projetado para atender a uma população de 1945 habitantes, equivalente, segundo a projeção populacional, ao número máximo de 389 lotes previsto no momento.

A planta, cuja descrição detalhada encontra-se nos itens anteriores, foi projetada para os seguintes valores:

• Vazão média	584 m ³ /dia
• Vazão máxima instantânea	6,75 L/s
• Carga orgânica.....	97 Kg DBO/dia

A ETE projetada deverá lançar os esgotos tratados no Rio Atibaia nas coordenadas E 325,41 e N 7455,31 com qualidade compatível com os padrões de emissão impostos pelos Artigos 11 e 18 do Decreto Lei 8468/76 , corpo receptor de classe 2, sendo relacionados abaixo os parâmetros de interesse para o caso específico:

- pH entre 6,0 e 9,0
- Temperatura inferior a 40° C
- Remoção de DBO superior a 80%
- Sólidos Sedimentáveis ≤ 1,0 ml/l
- Óleos e Graxas ≤ 100 mg/L.

Após o tratamento terciário, a concentração de DBO_s teórica calculada é de 3,30 mg/L, de modo a não causar impacto no corpo receptor.

CRONOGRAMA FÍSICO DE OBRAS

MESES																								
DISCRIMINAÇÃO	1				2				3				4				5				6			
Elaboração dos Projetos Executivos	■	■	■	■	■	■	■	■																
Fabricação de Equipamentos					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Obras Civas									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Montagem																	■	■	■	■				
Testes/Treinamento																					■	■	■	■

18.ANEXOS