

JUSTIFICATIVA – SISTEMA ETE EUROTERRA EMPREENDIMENTO

Este documento constitui-se em esclarecer como foi definido o atual sistema da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), quais equipamentos foram previstos, e qual é a eficiência de projeto esperada de acordo com o corpo receptor do efluente tratado.

Para definição do sistema foi realizado um Estudo de Diluição e Autodepuração para Avaliação da Capacidade do Córrego da Lagoa Bonita em receber o efluente tratado.

Para isso, foram considerados as coordenadas (UTM): 275975.00mE; 7511436.04mS para o ponto de lançamento e uma área da bacia de influência de 6,55km², conforme carta base do IBGE, com essas informações foi utilizada uma ferramenta desenvolvida em dissertação de mestrado (Wagner Wolff, Avaliação e nova proposta de regionalização hidrológica para o Estado de São Paulo. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2013), e a partir dela obtido a vazão crítica do rio – Q_{7,10} – é de 22,10 l/s ou 0,0221 m³/s e a vazão média do rio é de 97,9 l/s ou 0,0979 m³/s.

Os resultados resumidos obtidos estão na tabela abaixo, nela é apresentado a capacidade do corpo receptor em receber os parâmetros de DBO, Amônia, Nitrato, Fósforo e Coliformes.

DEMANDA AO EFLUENTE	RESULTADO
DBO (mg/L)	40
N AMONIAL (mg/L)	17,2
NITRATO (mg/L)	46,6
FÓSFORO (mg/L)	0,5
COLIF. (NMP/100 mL)	4658,9

Ou seja, é possível que o corpo receptor receba até 40mg/L de DBO, 17,2mg/L de N amoniacal, 46,6mg/L de nitrato, 0,5 mg/L de fósforo e 4658,9 NMP/100mL de coliformes sem que altere o seu padrão de qualidade, no caso, de classe 2.

Em termos de nível de tratamento para atendimento das eficiências necessárias, pode ser verificado na tabela abaixo qual a eficiência deve ser atingida e qual solução deve ser adotado para atendimento.

PARÂMETROS	EFICIÊNCIA	SOLUÇÃO ADEQUADA
DBO	89%	TRAT. SECUNDÁRIO
N AMONIAL	59%	NITRIFICAÇÃO
NITRATO	-	NÃO NECESSÁRIO
FÓSFORO	94%	TRAT. TERCIÁRIO
COLIFORMES	99,99%	DESINFECÇÃO

Sendo assim, para remoção da DBO o tratamento secundário é suficiente para atendimento dos 89% de eficiência, para remoção de N Amonical prever nitrificação é suficiente para atendimento dos 59%, para o parâmetro Nitrato, não é necessário prever nenhum tipo de remoção uma vez que o corpo hídrico não é restritivo para esse parâmetro, para fósforo o tratamento terciário é suficiente para atendimento dos 94% e para remoção dos coliformes, adotar desinfecção é suficiente para atendimento dos 99,99% de eficiência.

Sabendo disso, conforme tabela abaixo para o sistema da ETE foi adotado um tratamento terciário para DBO (superior ao necessário), foi previsto além de nitrificação a desnitrificação (mesmo não sendo necessário, porém em prol da segurança), também foi adotado o tratamento terciário para fósforo e desinfecção para remoção de coliformes.

PROPOSTA EEA	SOLUÇÃO ADEQUADA
DBO	TRAT. TERCIÁRIO
N AMONIAL	NITRIFICAÇÃO
NITRATO	DESNITRIFICAÇÃO
FÓSFORO	TRAT. TERCIÁRIO
COLIF.	DESINFECÇÃO

Ainda, para determinação da vazão de projeto, foi considerado para final de plano o montante de 1.550 contribuintes contribuindo individualmente com 160 litros de esgoto por dia, além de uma rede com extensão de 3,03 km e taxa de infiltração de 0,05 l/s.km, totalizando 261,1 m³/dia de esgoto.

Portanto, o sistema adequado e proposto para o projeto é composto por 1 módulos capaz de atender a uma vazão de 261,1 m³/dia e compreenderá os seguintes equipamentos:

- Tratamento Preliminar com:
 - Gradeamento
 - Caixa de areia
 - Calha Parshall
- Estação Elevatória de Esgoto Bruto (EEE);
- Tanque Anoxico (TANOX);
- Reator Vertical Nitrificante (RVN);
- Floculador mecânico;
- Filtro de areia de piscina;
- Sistema de desinfecção;
- Vertedor para medição de vazão (CMV);

Com isso, o efluente passará por tratamento em um sistema modular convencional, que após ser tratado será encaminhado para o Córrego da Lagoa Bonita.

Vale destacar que o projeto foi elaborado com observância ao apresentado nas seguintes resoluções, leis e normas:

Lei Federal N° 9.605/98	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao Meio Ambiente.
Resolução CONAMA N° 357/05	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.
Resolução CONAMA N° 397/08	Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do CONAMA nº 357/05
Resolução CONAMA N° 430/11	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357/05.
Decreto Estadual N° 8468/1976	Dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente.
ABNT NBR 7229:1993	Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.
ABNT NBR 13969:1997	Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final de efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.
ABNT NBR 12208:2020	Projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de esgoto – Requisitos.
ABNT NBR 16682:2018	Projeto de linha de recalque para sistema de esgotamento sanitário - Requisitos.
ABNT NBR 12209:2011	Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários.

Ainda, segue abaixo descrição de cada um dos equipamentos previstos em projeto:

Tratamento Preliminar

Gradeamento

O gradeamento OLP é padronizado e composto por grades média e fina (conforme espaçamento), feitas em aço inox, dispostas sequencialmente e com inclinação de 60º. Seu

dimensionamento é realizado de acordo com as normas da ABNT, de modo a permitir o fluxo normal dos esgotos, com baixa perda de carga.

A ABNT NBR 12209:2011 determina que unidades de tratamento preliminar com vazão afluente igual ou superior a 250 L/s devem possuir sistema de limpeza mecanizada das grades. Possuindo o projeto vazão máxima inferior a 250 L/s, optou-se pela limpeza manual, visto que a mecanização deste processo acarretaria custos elevados.

Estima-se a composição do material retido: 30% papéis, 10% trapos e panos, 20% materiais diversos e 40% material volátil. Pela quantidade de material volátil recomenda-se remoção diária, expondo a luz para secar e encaminhando a um destino adequado.

Caixa de Areia

As partículas discretas presentes no esgoto sanitário, em sua maioria areia, devem ser retidas antes do processo biológico por serem inertes, possuírem características abrasivas e facilidade de acumulação. Para evitar os efeitos adversos nos equipamentos subsequentes são utilizadas as caixas de areia (ou desarenadores).

Basicamente, a caixa de areia deve ser projetada para realizar as seguintes operações: retenção da areia com características indesejáveis ao efluente e armazenamento do material retido durante o período entre as limpezas.

A Caixa de Areia padrão OLP possui formato retangular e é formada por dois canais paralelos, para que na ocasião de limpeza um deles permaneça operando (com passagem do efluente) e no outro, que fica em *stand by*, o operador faça a retirada do material retido.

Vale ressaltar que a inadequabilidade do projeto e a não obediência às recomendações técnicas constituem as principais causas das perturbações operacionais ou mau desempenho das unidades de tratamento preliminar.

Medidor de Vazão – Calha Parshall

A calha Parshall é um dispositivo de medição de vazão da água bruta na forma de um canal aberto com dimensões padronizadas à jusante do gradeamento. Nele, a água é forçada por uma garganta relativamente estreita, sendo o nível da água a montante da garganta é o indicativo da vazão a ser medida, independentemente do nível da água à jusante.

Outra função importante da calha Parshall é manter constante a velocidade na caixa de areia instalada a montante do equipamento. Para tal, é necessário adotar um rebaixo (degrau) entre a caixa de areia e a calha Parshall.

De forma geral, as estações de tratamento compactas utilizam calhas Parshall nas medidas entre 1 e 3" de garganta, ou "W" como é comumente chamado seu estreitamento. Mas a decisão sobre o modelo a ser utilizado para cada situação ocorre em função da escala de vazão mínima e máxima calculada para cada projeto.

Estação Elevatória de Esgoto (EEE)

As Estações Elevatórias de Esgotos (EEE) da OLP são padronizadas em alvenaria ou anéis de concreto e possuem um conjunto de duas bombas submersíveis (uma em uso e outra reserva) para recalque do efluente bruto até o reator TANOX, onde se dá o início do tratamento biológico do efluente.

Para evitar a formação de zonas mortas com acúmulo de sólidos presentes no esgoto bruto (que pode levar a degradação em condições indesejáveis e gerar mau odor), a Elevatória OLP possui uma inclinação de fundo, que garante que o material seja encaminhado para o reator TANOX.

O projeto do equipamento visa ainda limitar a entrada de esgoto no TANOX, para que a vazão máxima recomendada ao bom funcionamento do sistema não seja excedida. Por isso, a Elevatória possui determinado volume para receber o excesso de efluente que é encaminhado automaticamente do TANOX.

Tanque Anóxico - TANOX

Tendo em vista que se objetiva um sistema nitrificante e desnitrificante é considerada a instalação do tanque anóxico, que receberá o efluente nitrificado do Reator Vertical Nitrificante (RVN) para ocorrência da desnitrificação.

É realizada a dosagem de barrilha – visando a manutenção do pH adequado para a nitrificação a ocorrer no RVN. O tanque é padronizado em PRFV e deve receber o efluente com uma taxa de recirculação de 100 a 450% da média afluente.

Ainda, o TANOX receberá uma aeração controlada durante 5 a 10 minutos por hora a fim de misturar o efluente.

Caixa de Controle Operacional (CCO)

A CCO é uma parte integrante do reator que tem a função de controlar e ajustar a vazão de entrada, assim, evitando a sobrecarga hidráulica e de carga no reator. A mesma é fabricada em PRFV e é dividida em compartimentos, sendo:

- Compartimento de chegada do esgoto;
- Compartimentos de entrada e distribuição para o reator;
- Compartimento de retorno para EEE ou tanque pulmão; e
- Compartimento para "by pass".

O compartimento de chegada do esgoto possui vertedor(es) triangular(es), conforme modelo do equipamento, que controlam a entrada e distribuição de efluente para o TANOX, (cada vertedor triangular possui indicação de vazão para facilitar o ajuste do equipamento). Existe ainda o vertedor retangular, por onde o excesso da vazão, quando ultrapassa o previsto do TANOX, retorna para a EEE, mantendo o fluxo constante e não sobrecarregando o reator, o que teria como consequência o arraste de sólidos para fora do sistema.

O compartimento "by-pass" é uma opção emergencial, para momentos de picos de vazão, que ocorrem principalmente após períodos prolongados de chuva e em momentos de manutenção do sistema. Os detalhes da CCO podem ser verificados na planta do TANOX.

Reator Vertical Nitrificante - RVN

O reator vertical nitrificante (RVN) é um sistema de tratamento aeróbio que utiliza meio suporte (ou material recheio) para crescimento dos microrganismos responsáveis pela remoção da matéria orgânica presente no esgoto.

O RVN OLP é fabricado em PRFV e possui material recheio em polipropileno injetado e montado paralelamente, formando blocos compactos de grande resistência térmica e mecânica (material tipo grade ou colmeia), com área específica de $96,8 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Quando se objetiva promover nitrificação ou a desnitrificação, é utilizado o material com superfície específica superior a uma taxa de $1,0 \text{ g de N por m}^2$ de material suporte, além de ser prevista sistema de aeração para suprir a nitrificação.

Devido à necessidade de remoção de nitrogênio, como previsto no estudo de diluição, o sistema foi projetado com objetivo de promover a desnitrificação do efluente. Para isso, após a nitrificação, o efluente é coletado próximo à calha vertedora e através da bomba de recirculação é direcionado novamente para a tubulação de distribuição do TANOX, e então o efluente permanecendo no tanque anóxico por um período suficiente para promover a desnitrificação.

Os reatores OLP foram projetados com dimensões para atender uma série de vazões, entre 25 e 250 m³/dia. Empreendimentos com vazão superior são atendidos por reatores instalados em módulos.

Sistema de floculação e filtração

O sistema terciário tem por objetivo promover o polimento do efluente, sendo composto pelo floculador e filtros de areia.

Verificada ainda a necessidade de remoção de fósforo, é previsto no mesmo reservatório um sistema de coagulação e floculação mecânica. Para isso o mesmo contará com um ponto de dosagem de coagulante e um misturador.

Geralmente se utiliza cloreto férrico como floculante, podendo ser utilizados outros floculantes ou polímeros, a partir de teste de bancada com JAR Test. Para remoção de fósforo recomenda-se a dosagem de 1,5 gramas de cloreto a cada grama a remover.

Cabe ressaltar que para o correto funcionamento do Floculador, o pH deve ser ajustado para 7,2 e para isso, a OLP utiliza uma bomba dosadora de barrilha na Elevatória (com medição de pH no reservatório).

A retrolavagem individual dos filtros se dá manualmente e consiste basicamente na injeção de água no sentido contrário, o que proporciona a expansão do leito filtrante realizando a limpeza a contra fluxo. O efluente da limpeza é encaminhado automaticamente para a EEE.

Sistema de desinfecção

Embora o sistema de tratamento de esgoto projetado tenha elevada eficiência, a concentração de coliformes totais no efluente que deixa o reator aeróbio ainda é superior ao limite permitido fazendo necessária a adoção de medidas com a finalidade de reduzir a contagem de coliformes, como a adição de um sistema de desinfecção na ETE, antes do descarte final do efluente no corpo hídrico receptor.

A desinfecção pode ser feita através de um tanque de contato com dosagem de cloro, no formato de chicanas ou do tipo circular com a entrada e saída opostas, para reduzir problemas com curto circuito hidráulico.

Uma alternativa é a desinfecção por ultravioleta, que utiliza a radiação como forma de controle dos patógenos.

Nesse projeto a desinfecção será por cloração e será realizada no sistema de floculação e filtração, que possuem volume suficiente para o tempo de contato adequado.

Destinação do lodo

Todo sistema de tratamento de efluentes tem como resíduo o lodo gerado dentro dos processos de redução e remoção da carga orgânica do efluente bruto. Dependendo do tamanho e do modelo do sistema utilizado, o lodo pode ser acumulado na própria ETE e posteriormente descartado.

Para as ETE de pequeno porte e baixa vazão, o lodo gerado no processo pode ser acumulado dentro de um tanque de lodo e posteriormente retirado por caminhão a vácuo devidamente licenciado. Para estações de maior porte e vazão, devem ser previstas alternativas, pois a produção de lodo é muito maior, se destacando as seguintes:

- Leito de secagem: estrutura comumente utilizada, possui funcionamento e operação simples, mas um custo relativamente alto de implantação e pode requerer uma grande área para atender toda a demanda de lodo produzida.
- Filtro prensa ou centrífuga: equipamentos mecânicos que tem por finalidade reduzir consideravelmente a quantidade de água no lodo. Apesar de possuírem alta eficiência e baixa demanda de área, requerem operação especializada.

- Bag para lodo: sistema produzido a partir de mantas geotêxtis, trançadas ou com microfuros por onde a água é drenada do sistema. É uma alternativa para locais com pouca disponibilidade de área e de manutenção. Sua desvantagem fica por conta da necessidade de substituir o sistema saturado por um novo periodicamente, o que pode acarretar em altos custos de operação.

A adoção de um dos sistemas acima deverá ser pautada pela característica e particularidade de cada ETE. Uma vez que todos os sistemas têm suas vantagens e desvantagens, mas todos apresentam uma boa eficiência, tanto em termos financeiros, quanto na eficiência de desaguamento do lodo.

No sistema proposto, o lodo gerado será direcionado para o Digestor de Lodo, para posterior descarte utilizando caminhão a vácuo. O processo deve ser realizado por uma empresa devidamente licenciada junto ao Órgão Ambiental.

Cabe destacar que para um maior detalhamento do sistema projetado recomendamos que seja avaliado o Projeto Hidráulico completo e já elaborado, o qual contempla: Estudo de Autodepuração, Memorial Descritivo e de Cálculos, Manual de Operação e Plantas.