



Manual Descritivo e de Cálculo EcoEte[®]

A BPS Ambiental oferece uma solução eficiente e sustentável para o tratamento de efluentes: um sistema biológico inovador, a EcoETE[®] sem a necessidade de equipamentos mecânicos, com manutenção simplificada e de fácil operação manual. Nosso sistema foi projetado para atender com excelência às exigências técnicas e ambientais, garantindo desempenho e segurança. Para assegurar sua eficácia, é essencial seguir as orientações deste Memorial Descritivo e de Cálculo, conforme os critérios estabelecidos na legislação vigente

Responsável Técnico:
Leandro Schwanck Lopes - Eng. Civil
Crea SC 078593-5D

Junho/2025

APRESENTAÇÃO

O presente sistema de tratamento de esgoto atua com biotecnologia promovendo a efetiva ação bacteriana na digestão e degradação dos poluentes presentes nos efluentes, aumentando assim a eficiência, com simplicidade operacional e consequentemente diminuindo os espaços ocupados para tratamento.

Este documento denominado MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO E DE CÁLCULO DA ECOETE® foi desenvolvido pelas equipes de Projetos, Engenharia, Pesquisa e Desenvolvimento da BPS Ambiental.

O objetivo principal deste documento é apresentar descrições e parâmetros do sistema denominado “ETE biológica EcoEte®”.

As concepções e dimensionamentos foram executados conforme diretrizes legais da NBR 12209:1993 da ABNT, sob a responsabilidade do Engenheiro Civil, Leandro Schwanck Lopes – CREA-SC 078593-5.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No Brasil, conforme dados do IBGE 2017, 60% do esgoto produzido é coletado através de rede e somente 21% do esgoto total é tratado de forma completa. O resultado é que as regiões metropolitanas e grandes cidades concentram grandes volumes de esgoto coletado que é despejado sem tratamento nos rios e mares que servem de corpos receptores. A implantação de uma estação de tratamento de EFLUENTES SANITÁRIOS tem por objetivo a remoção dos principais poluentes presentes nas águas residuárias, retornando-as ao corpo d'água sem alteração de sua qualidade.

Portanto, a escolha do tratamento depende das condições mínimas estabelecidas para a qualidade da água dos mananciais receptores, função de sua utilização. Em qualquer projeto é fundamental o estudo das características do esgoto a ser tratado e da qualidade do efluente que se deseja lançar no corpo receptor. Os principais aspectos a serem estudados são vazão, pH e temperatura, demanda bioquímica de oxigênio - DBO, demanda química de oxigênio - DQO, toxicidade e teor de sólidos em suspensão ou sólidos suspensos totais - SST.

Ao se definir um processo, deve-se considerar sua eficiência na remoção de DBO e coliformes, a disponibilidade de área para sua instalação, os custos operacionais, especialmente energia elétrica, e a quantidade de lodo gerado. Alguns processos exigem maior escala (maior população atendida) para apresentarem custo per capita compatíveis.

A Lei nº 11.445/2007 indica que o saneamento é constituído dos serviços de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e drenagem e manejo de águas pluviais. O esgotamento sanitário, segundo a Lei citada acima, é constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos efluentes sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.

Enquanto o esgoto sanitário causa poluição orgânica e bacteriológica, o industrial geralmente produz a poluição química. O efluente industrial, além das substâncias presentes na água de origem, contém impurezas orgânicas e/ou inorgânicas resultantes das atividades industriais, em quantidade e qualidade variáveis com o tipo de indústria. Um dos métodos de tratamento de esgoto que mais se difundiram no Brasil foram os reatores anaeróbios, devido principalmente ao pequeno requisito de área para sua implementação, simplicidade operacional e pequena produção de lodo.

Nesse cenário, apontam para a necessidade de uso de tecnologias voltadas para dar respostas inovadoras à eliminação de pós-tratamento entre outras necessidades dos sistemas de tratamento de efluentes sanitários. Neste contexto, inserem-se os biorreatores EcoETE® combinando os benefícios de degradação biológica às vantagens dos processos de tratamento anaeróbios, em que a colônia bacteriana previamente inoculada funciona como uma espécie de sumidouro consumindo carga orgânica e bactérias, deixando passar através do fluxo ascendente somente água, alguns íons e moléculas de baixo peso molecular. O sistema EcoETE® pode ser utilizada para águas residuárias tipo sanitários e industriais, mas com algumas restrições e limites quanto a tipos de solventes, gorduras e óleos por exemplo. Só a partir de pesquisa minuciosa junto aos clientes, seus hábitos, práticas e o tipo de efluente gerado, poderão traçar quais características de pré-tratamento o sistema precisa ter.

Este Memorial Técnico engloba os seguintes tópicos:

- Características gerais do esgoto a ser tratado;
- Parâmetros do projeto;
- Descrição do processo; e
- Descrição detalhada do projeto final.

O documento fornece informação suficiente para que as pessoas de operação possam entender, controlar e avaliar a planta de tratamento, com o devido ajuste dos parâmetros de controle.

SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABS	Substância química: sulfonato de alquil benzeno (surfactante)
b	Decaimento endógeno
C	Contribuição per capita de água
CEP	Código de Endereçamento Postal
CH ₄	Substância química: Metano ou gás metano
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CO ₂	Substância química: dióxido de carbono
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
C.V.	Carga volumétrica
d	Dia (unidade de tempo)
D	Diâmetro do reator
DBO	Abreviatura de DBO _{5,20}
DBO _{5,20}	Demanda Bioquímica de Oxigênio (medido durante 5 dias a 20 °C)
DNA	Ácido desoxirribonucleico
DQO	Demanda Química de Oxigênio
Eng.	Nível de graduação: Engenheiro(a)
Esp.	Nível de pós-graduação: Especialista
ETE	Estação de tratamento de efluente
ex.	Exemplo
Fe	Substância química: ferro
F/M	Relação <i>Food to Microorganisms</i>
HClO ₄	Substância química: ácido perclórico
H ₂	Substância química: hidrogênio
H ₂ S	Sulfeto de hidrogênio ou gás sulfídrico
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
L	Comprimento do reator
kg	Quilograma (unidade de massa)
km	Quilômetro (unidade de distância)
K _d	Coeficiente de decaimento endógeno
K _s	Constante de aumento de substrato
K ₁	Coeficiente de projeto do dia de maior consumo de água
K ₂	Coeficiente de projeto da hora de maior consumo de água
K ₂ Cr ₂ O ₇	Substância química: dicromato de potássio
K ₃	Coeficiente de projeto da hora de menor consumo de água
L	Litro (unidade de volume)
mg	Miligrama (unidade de massa)
mL	Miligrama (unidade de volume)
MLSS	Sólidos suspensos no mixed liquor (unidade de concentração de biomassa)
MSc.	Nível de pós-graduação: Mestrado (<i>Master of Sciences</i>)
m	Metro (unidade de distância)
m ²	Metro quadrado (unidade de área)
m ³	Metro cúbico (unidade de volume)

N	Substância química: nitrogênio
NBR	Norma Brasileira
NMP	Número mais provável (unidade de medida Coliformes)
NTK	Nitrogênio total Kjeldahl
nº	Abreviatura: número
O ₂	Substância química: oxigênio
O&G	Óleos e graxas
P	Substância química: Fósforo
Pop	População total estimada
pH	Potencial hidrogeniônico ou potencial de hidrogênio
ppm	Partes por milhão (unidade de concentração de soluções muito diluídas)
q	Vazão do efluente tratado à saída do reator
Q	Vazão do afluente bruto
Q _{d,máx}	Vazão do esgoto máxima diária
Q _{h,máx}	Vazão do esgoto máxima horária
Q _{min}	Vazão do esgoto mínima horária
R	Coeficiente de retorno de esgoto
RJ	Estado Brasileiro: Rio de Janeiro
RNA	Ácido ribonucleico
s	Segundo (unidade de tempo)
S	Quantidade de substrato na solução de esgoto
SMAC	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SSed	Sólidos sedimentáveis totais
SST	Sólidos suspensos totais
SST _R	Sólidos suspensos totais no reator
SSV	Sólidos suspensos voláteis
SSV _R	Sólidos voláteis no reator
ST	Sólidos totais
S _R	Quantidade de substrato na solução no reator
S ₀	Quantidade de substrato na solução de esgoto à entrada do reator
t	Tempo
T	Temperatura
Tel.	Telefone
TI	Taxa de contribuição de infiltração na rede de esgoto
TDH	Tempo detenção hidráulica
UASB	Sigla inglesa para reator anaeróbico de fluxo ascendente em manto de lodo
V	Volume
X	Número de microrganismos

X_R	Número de microrganismos no reator
X_0	Número de microrganismos à entrada do reator
Y	Relação microorganismo/substrato
$^{\circ}\text{C}$	Graus centígrados (unidade de temperatura)
ε	Eficiência de tratamento de efluente
μ	Taxa específica de crescimento bacteriano
μ_m	Taxa de crescimento bacteriano máximo
θ_c	Tempo de retenção celular
$>$	Sinal matemático de “maior”
\geq	Sinal matemático de “maior igual”
$<$	Sinal matemático de “menor”
\leq	Sinal matemático de “menor igual”
$=$	Sinal matemático de “igual”

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	2
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	3
SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	5
1. INFORMAÇÕES GERAIS	9
2. MEMORIAL DESCRITIVO	10
3. MEMORIAL DE CÁLCULO	34
4. MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	47
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E BASES TÉCNICAS	59
6. RESPONSÁVEL TÉCNICO	59
7. REFERÊNCIAS	60

1. INFORMAÇÕES GERAIS

1.1. Memorial descritivo referente a ETE com capacidade de tratamento diário de 1,85m³;

1.2. Vazão de projeto (se residencial, considerar 160 L/hab.dia, se comercial, considerar 50 L/hab.dia), vazão média, vazão máxima diária, vazão máxima horária.

Vazão Média (Q_{med,dia})

$$Q_{\text{medio}} = \text{Pop} \times \text{QPC} = 11 \text{ hab.} \times 160 \text{ l/hab.dia} = 1.760 \text{ l/dia} = 1.76 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Valor utilizado = 1.85m³/dia

Vazão Máxima Diária (Q_{max,dia})

$$Q_{\text{max,dia}} = 1,5 \times Q_{\text{medio}} = 1,5 \times 1,85 = 2,775 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Vazão Mínima (Q_{mín})

$$Q_{\text{min}} = 0,6 \times Q_{\text{medio}} = 0,6 \times 1,85 = 1,11 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Vazão Máxima Horária (Q_{máx,hora})

$$Q_{\text{max,hora}} = K_1 \times K_2 \times (Q_{\text{medio}}/24) = 1,2 \times 1,5 \times (1,85/24) = 1,2 \times 1,5 \times 0,077 \\ \approx 0,138 \text{ m}^3/\text{h} = 3,33 \text{ m}^3/\text{dia}$$

2. MEMORIAL DESCRITIVO

2.1 SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES BPS AMBIENTAL

2.1.1. CRITÉRIOS DE PROJETO E EFICIENCIA

O esgoto sanitário

O esgoto é uma mistura de todos os tipos de componentes que podem ser divididos em frações orgânicas e inorgânicas, conforme descrito na Figura 1.

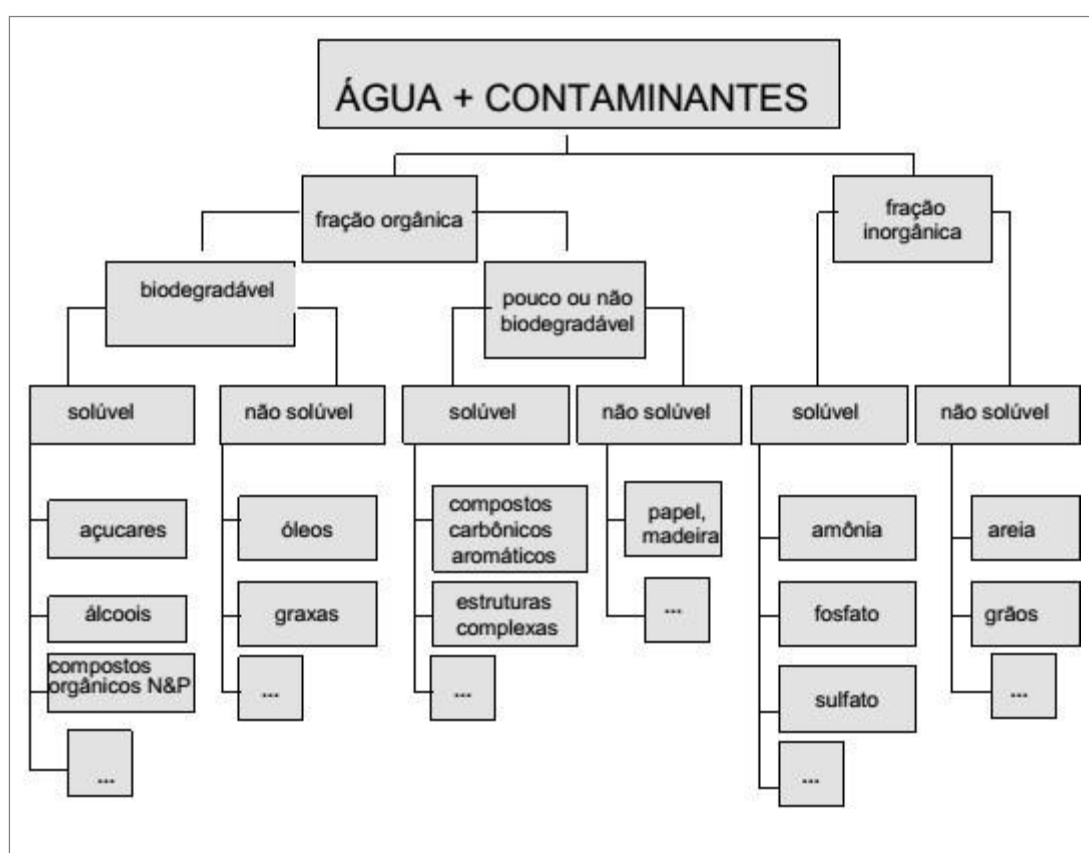


Figura 1 Diagrama de composição de EFLUENTES SANITÁRIOS.

Os efluentes sanitários variam no espaço, em função de diversas variáveis desde o clima até hábitos culturais. Por outro lado, variam também ao longo do tempo, o que torna complexa sua caracterização. Metcalf & Eddy (1991) classificam os efluentes sanitários variam em forte, médio e fraco, conforme as características apresentadas na Tabela I.

Tabela I Características físico-químicas dos efluentes sanitários (Metcalf & Eddy, 1991).

Parâmetro	Forte	Médio	Fraco	Brasil (Marçal Jr., 2004)
DBO _{5,20} (mg/L)	400	220	110	350
DQO (mg/L)	1.000	500	250	600
Carbono orgânico total (mg/L)	290	160	80	Não analisado
Nitrogênio total – NTK (mg/L)	85	40	20	50
Nitrogênio orgânico (mg/L)	35	15	08	Não analisado
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	50	25	12	Não analisado
Fósforo total (mg/L)	15	08	04	15
Fósforo orgânico (mg/L)	05	03	01	Não analisado
Fósforo inorgânico (mg/L)	10	05	03	Não analisado
Cloreto (mg/L)	100	50	30	Não analisado
Sulfato (mg/L)	50	30	20	Não analisado
Óleos e Graxas (mg/L)	150	100	50	Não analisado

Os efluentes sanitários possuem excesso de nitrogênio e fósforo. Isto faz com que, ao ser submetido a tratamento biológico, haverá incorporação desses macronutrientes nas células que tomam parte do sistema, mas o excesso deverá ser ainda grande. Esta é uma importante preocupação em termos de tratamento de efluentes sanitários, exigindo tratamento avançado quando se tem lançamento em situações mais restritivas, sobretudo em represas utilizadas para o abastecimento público de água potável, onde o problema da eutrofização poderá ter consequências drásticas.

Na Tabela II são apresentadas concentrações típicas das diversas frações de sólidos em efluentes sanitários. Na Tabela XII são apresentadas algumas características biológicas dos efluentes sanitários, importantes para referenciar as necessidades de desinfecção. Embora a legislação seja restrita aos índices de coliformes, aplicações dos efluentes sanitários como, por exemplo, na agricultura, podem exigir o controle de outros indicadores.

Tabela II Concentração de sólidos em EFLUENTES SANITÁRIOS (Metcalf & Eddy, 1991).

Parâmetro	Forte	Médio	Fraco	Brasil (Marçal Jr., 2004)
Sólidos Totais (mg/L)	400	220	110	1.200
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	1.000	500	250	800
Sólidos Dissolvidos Fixos (mg/L)	290	160	80	400
Sólidos Dissolvidos Voláteis (mg/L)	85	40	20	400
Sólidos em Suspensão Totais (mg/L)	35	15	08	400
Sólidos em Suspensão Fixos (mg/L)	50	25	12	80
Sólidos em Suspensão Volát (mg/L)	15	08	04	330
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	05	03	01	15

CARACTERÍSTICAS DO AFLUENTE

Para projetar os sistemas de tratamento EcoETE®[®] propostos, deve-se qualificar e quantificar o melhor possível o esgoto sanitário a ser tratado nas três bacias atendidas. Dessa forma, deve-se definir os parâmetros do esgoto afluente à estação de tratamento, neste caso, caracterizado por EFLUENTES SANITÁRIOS domésticos da contratante.

O dimensionamento do sistema baseia-se nas seguintes premissas, conforme a Tabela III.

Tabela III Planilha de avaliação preliminar de projeto EcoETE®[®].

Coeficiente do dia de maior consumo, K ₁	1,2	--
Coeficiente da hora de maior consumo, K ₂	1,5	--
Coeficiente da hora de menor consumo, K ₃	0,50	--
Consumo específico	130	L/hab.dia
TDH	6	h/dia
Carga (DBO)	54	g/dia/hab

VAZÕES DE PROJETO (ESGOTO)

Em termos de vazão, pode-se afirmar que os efluentes sanitários estão sujeitos às mesmas variações relativas ao consumo de água, variando de região para região, dependendo principalmente do poder aquisitivo da população.

Sabe-se que a organização social faz com que os homens tenham atitudes similares. A grande maioria da população usa a água próximo das 07:00 as 18:00 horas, causando um pico de vazão em alguns horários.

Com o range da vazão variando durante o dia, algumas unidades do sistema de tratamento de esgoto devem ser projetadas para a vazão máxima. Deve-se considerar também as variações de consumo pela mudança de hábito devido às variações de clima nas diversas estações do ano. Outro fator que influencia o consumo de água é a existência de micromedição e emissão de contas mensais em função do consumo real. Sistemas de abastecimento sem micromedição tendem a apresentar maior consumo.

Para efeito de projeto, serão adotados os seguintes coeficientes de variação da vazão média de água, conforme consagrado pela literatura técnica:

- $K_1 = 1,2$ (coeficiente do dia de maior consumo - devido a temperatura);
- $K_2 = 1,5$ (coeficiente da hora de maior consumo - devido aos hábitos);
- $K_3 = 0,5$ (coeficiente da hora de menor consumo).

Assim:

$$Q_{d,m\acute{a}x} = K_1 \cdot Q$$

$$Q_{m\acute{i}n} = K_3 \cdot Q$$

$Q_{d,m\acute{a}x}$ – vazão do esgoto máxima diária

Eq. (1)

$Q_{m\acute{i}n}$ – vazão do esgoto mínima horária
--

Eq. (2)

Considerando-se que a comunidade a ser atendida pelas estações de tratamento possui perfis de horários laborais definidos, é razoável utilizar a estimativa de vazão doméstica média, conforme demonstra o gráfico da Figura 2.

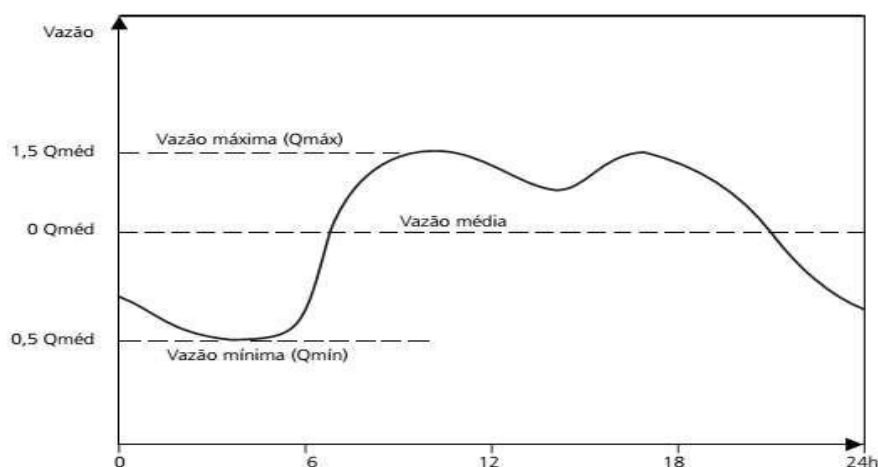


Figura 2 Hidrograma típico de vazão de efluentes sanitários
Fonte: Campos (1999).

QUALIDADE DO EFLUENTE

Legislações federais, estaduais, ou até mesmo municipais determinam padrões de emissão de efluentes sanitários em águas naturais, dependendo das classes dos receptores de águas.

Apresentam-se a seguir na Tabela IV, a título de ilustração, alguns padrões de qualidade estabelecidos nas legislações para uma água natural classe 2, que pode ser utilizada para abastecimento. Ressalta-se que a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece os padrões de qualidade das classes das águas, e a Resolução CONAMA nº 430/2011 complementa e altera a primeira e estabelece padrões de lançamento de efluentes.

Tabela IV Padrões de lançamento qualidade de corpos receptores classe 2.

Parâmetro	Unidade	Padrão CONAMA 357/2005 [†]	CONAMA 430/2011 [‡]
pH		6,0 – 9,0	5,0 – 9,0
Temperatura	°C	--	< 40
Sólidos sedimentáveis	mL/L	--	≤ 1,0
Demanda Bioquímica de	mg/L	≤ 5,0	≤ 120
Oxigênio- DBO _{5, 20}			
Óleos e graxas	mg/L	Ausente	≤ 100
Sólidos suspensos	mg/L	Ausente	Ausente
Oxigênio Dissolvido- OD	mg/L	≥ 5,0	--
Coliformes	NMP/100 mL	1.000	--

[†]Art. 15, estabelece padrões de qualidade de água doce classe 2.

[‡]Art. 21, estabelece padrões de lançamento de efluentes oriundos de sistemas de tratamento sanitários. Resolução CONAMA nº 430/2011 complementa e altera a Resolução nº 357/2005.

BALANÇO DE MASSAS

O processo biológico EcoETE® no qual o esgoto afluente sofre decomposição da matéria orgânica através da reação com a colônia bacteriana pode ser descrito, em termos gerais, por fluxograma de matéria conforme ilustrado na Figura 3.

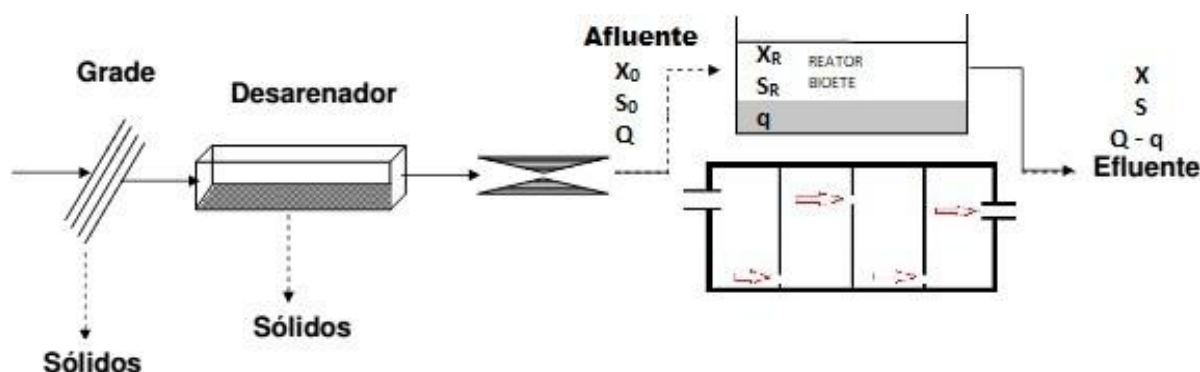


Figura 3 Balanço de massa da unidade de tratamento EcoETE®.

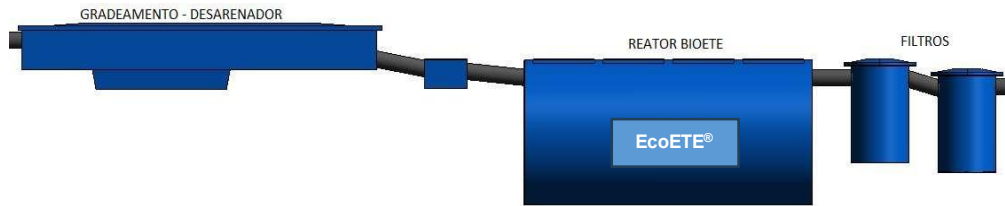


Figura 4 Unidade de tratamento EcoETE®.

BALANÇO DE MASSA DE SUBSTRATO EM UM REATOR ECOETE®

As equações que governam o processo devem seguir um balanço de massa:

Acúmulo	= Entrada	– Saída	+ Geração	– Consumo
Variação de massa de substrato nos reatores	Massa de substratos que entram	– Massa de substratos que saem	Acréscimo + de substrato gerado	– Decréscimo de substrato utilizado

Aplicando-se ao substrato:

$$V \cdot \frac{ds}{dt} = Q \cdot S_0 - (Q - q) \cdot S + 0 - V \cdot S_X$$

O sistema funcionando em regime permanente:

$$\frac{ds}{dt} = 0; \text{ (reatores em estado de escoamento estacionário)}$$

Na situação de equilíbrio, é característico do sistema a “não” geração de lodo:

$$q \approx 0 \Rightarrow \text{Vazão média de entrada do afluente} \approx \text{Vazão média do efluente}$$

$$Q(S_0 - S) = V \cdot S_X$$

TDH - tempo detenção hidráulica (V/Q)

$$S = S_0 - TDH \cdot f(X)$$

V - Volume total dos reatores

Eq. (3)

Portanto, a função $f(X)$ é uma relação, não apenas, das variáveis de crescimento e decaimento endógeno da colônia bacteriana, mas também fazem parte os efeitos (F/M) da biomassa presente no meio de suporte de inoculação das bactérias.

BALANÇO DE MASSA DE BACTÉRIAS EM UM REATOR ECOETE®

Acúmulo = Entrada - Saída + Crescimento celular

$$V \frac{dX}{dt} = Q \cdot X_0 - Q \cdot X + V \cdot \left(\frac{dX}{dt} \right)_r$$

Em estado estacionário, e no caso de se considerar a entrada da biomassa na entrada do reator desprezível uma vez que a inoculação é realizada antes na montagem do sistema, tem-se:

$$\frac{dX}{dt} = 0 \quad \text{e} \quad X_0 = 0$$

Manipulando o balanço, temos:

$$Q \cdot X = V \cdot \left(\frac{dX}{dt} \right)_r$$

$$\frac{1}{TDH} = g(X)$$

TDH - tempo detenção hidráulica
(V/Q)

V - Volume total dos reatores

Eq. (4)

Da mesma forma, a função $g(X)$ é uma relação, não apenas, das variáveis de crescimento e decaimento endógeno da colônia bacteriana, como também fazem parte os efeitos (F/M) da biomassa presente no meio de suporte de inoculação das bactérias.

2.1.2. CONCEPÇÃO DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES ECOETE®

O tratamento anaeróbio EcoETE®, como tal, é desenvolvido, essencialmente, por processos biológicos, associados às operações físicas auxiliares de separação de sólidos. Processos físico-químicos, como os a base de coagulação e floculação, não fazem parte do mecanismo e resultariam em maiores custos operacionais e menor eficiência na remoção de matéria orgânica biodegradável. Porém, em algumas situações, notadamente quando se tem condições agressivas à colônia bacteriana, um pré-tratamento pode ser aplicado isoladamente ou, principalmente, processos de filtrações de pós-tratamento em situações que tem condições bastante restritivas para certas descargas físico-químicas.

Tratando-se de reatores de biomassa aderida, na tecnologia EcoETE® há introdução de material de enchimento que se mantém fixo no reator, garantindo-se a aderência da biomassa que cresce sob a forma de biofilme aderido ao meio “inerte”. Atualmente o sistema utiliza o bambu (*bambusa vulgaris*) como meio de suporte, também pelas utilidades já descritas no capítulo 2.4.2.

O reator biológico EcoETE® processa em função da retenção de biomassa, entendendo-se por biomassa os microrganismos responsáveis pela degradação de matéria orgânica dos efluentes sanitários. Neste processo, o tempo de detenção hidráulica, que é o tempo de passagem do esgoto pelo sistema, é equivalente ao tempo médio de residência celular, também conhecido por idade do lodo, que representa o tempo de permanência dos microrganismos no sistema.

Com um tempo de detecção hidráulica muito baixo, os microrganismos permanecem durante um período muito curto no reator, e os efluentes sanitários são retidos pelo

mesmo período, o que torna as dimensões do sistema relativamente pequenas e a geração de lodo é tecnicamente nula em regime contínuo. Assim, os reatores EcoETE® compõem os chamados sistemas de tratamento de alta taxa que, por permitirem maior concentração de microrganismos ativos, possuem maior capacidade de recebimento de carga de efluentes sanitários quando se compara com mesmo volume de outras tecnologias da mesma classe.

2.1.3. EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS EcoETE®

A eficiência necessária para a instalação de uma estação de tratamento de esgoto é estabelecida pela legislação e verificada através da classe do corpo receptor no qual o esgoto tratado será despejado.

Uma vez conhecida a concentração da carga orgânica do esgoto bruto, consegue-se o valor de saída seja realizando análise físico-química do esgoto tratado ou através do balanço de massa pelas equações (9). Assim a eficiência do tratamento pode ser determinada através da seguinte equação:

$$C = \frac{S_0 - S}{S_0} \cdot 100$$

S_0 - concentração do substrato afluente a ETE

S - concentração do substrato efluente a ETE

\mathcal{E} - eficiência do tratamento

Eq.
(10)

Embasadas em laudos de sistemas em operação e da estação piloto no Centro de Pesquisas EcoETE® as estatísticas básicas das eficiências de remoção encontram-se na Tabela V.

A observação geral é que a EcoETE® tem de um desempenho bastante satisfatório. A estação não foi projetada para remover nutrientes. Mesmo assim, as eficiências na

remoção de fósforo e nitrificação, através de incorporação à biomassa presente nos sólidos descartados do sistema são relativamente apreciáveis.

Deve-se destacar a elevada eficiência média na remoção de DBO (acima de 90%) após a maturação do sistema, a qual gerou uma concentração efluente média de $(58,8 \pm 18,5)$ mg/L.

Tabela V Eficiências típicas de remoção de poluentes na EcoETE®.

Parâmetro	Unidade	Mínimo	Máximo	Médio ¹	Desvio padrão
DBO	%	60	98	90,1	8,2
DQO	%	70	90	86,8	9,5
SSed	%	85	95	92,3	6,3
SST	%	80	95	82,9	10,5
Coliformes fecais	%	85	99	98,9	--
Coliformes Totais	%	85	99	98,3	--

¹ MÉDIA ESTABELECIDADA A PARTIR DE LAUDOS DE ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DE ETES INSTALADAS

Em termos de distribuição de frequência, apresentamos a curva de desempenho do sistema EcoETE® na Figura 3 em relação ao padrão mínimo de eficiência (60%) exigida pela Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011.

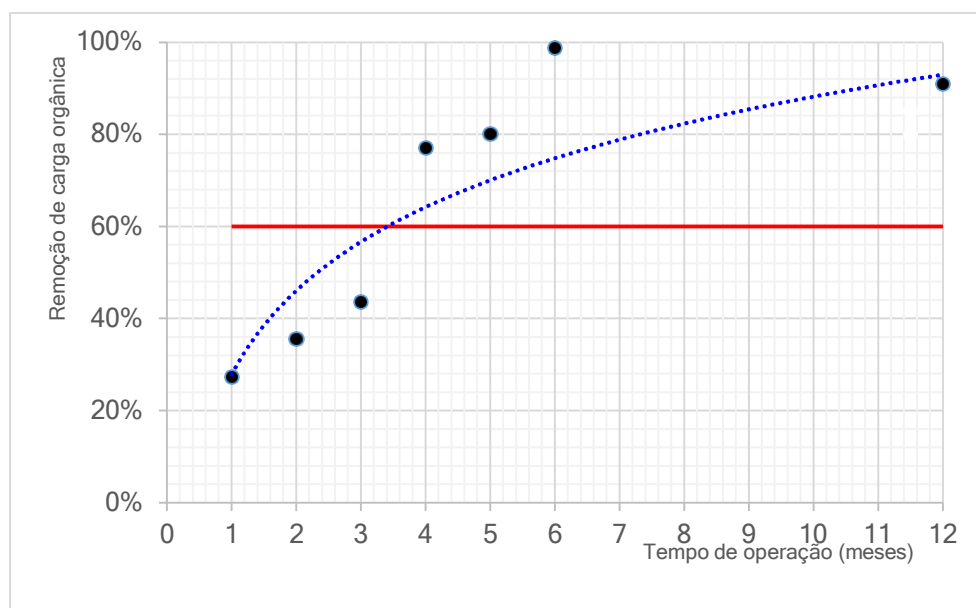


Figura 5 Curva de desempenho do sistema EcoETE®.

A conclusão final sobre a estação de tratamento de efluentes sanitários EcoETE® possui um tempo de resposta muito rápido em relação aos principais sistemas de tratamento de efluentes sanitários. Devido ao baixo tempo de retenção celular e eficiente mecanismo de degradação biológica, verifica-se que a EcoETE® atinge a maturação desejada acima da legislação em cerca de 2-4 meses de plena operação; extremamente mais vantajosos que os 6 meses requeridos pelas tecnologias correntes na mesma classe anaeróbia ou não. O sistema EcoETE® apresenta desempenho bastante satisfatório ao longo do período investigado.

2.1.4. PARÂMETROS UTILIZADOS NOS PROCESSOS ECOETE®

Tempo de detecção hidráulica (TDH)

A eficiência dos processos EcoETE® depende de TDH correlacionado ao tempo de retenção celular. O valor da concentração de substratos efluente (S) em sistemas de mistura completa pode ser diretamente relacionado o TDH, conhecendo-se os valores dos parâmetros cinéticos do processo. Comparando-se as tecnologias, os valores usuais, de TDH para diferentes tipos de sistemas estão apresentados na Tabela VI.

Como pode-se observar o processo tipo EcoETE®, necessita de um menor tempo de detenção hidráulico. Além deste fator, e devido ao específico modelo de crescimento celular dos microrganismos, são motivos da quase não geração de lodo.

Carga mássica ou relação F/M (Food to Microorganisms)

A relação F/M é expressa em Kg DBO (ou DQO) por Kg de SSV presente no sistema por dia. Valores ideais para carga mássica (F/M) dependem do tipo de esgoto e do tipo de instalação. Sistemas anaeróbios são operados com relação F/M na faixa de 0,2 a 1,0.

Tabela VI Valores usuais de TDH para diferentes tipos de sistemas.

Sistemas anaeróbios	TDH (h)
EcoETE®	4 – 6
Reator anaeróbio de manta lodo	6 – 16
Filtro anaeróbio	8 – 18
Contato anaeróbio	8 – 24
Lagoas anaeróbias	> 72
Sistemas aeróbios	TDH (h)
Lodos ativados convencional	1 – 8
Lodos ativados mistura completa	3 – 5
Estabilização por contato	1,5 – 3
Aeração prolongada	18 – 36
Aeração escalonada	3 – 5
Oxigênio puro	1 – 3
Lagoas aeradas	72 – 120

Fonte: Adaptado do Marçal Jr. (2004).

FORMAÇÃO DE LODO

O sistema de tratamento de efluentes EcoETE® utiliza, para este fim, reatores nos quais o próprio meio de suporte funciona como fluxo em pistão para o desenvolvimento microbiano em seu interior. Essa massa microbiana, serve para o desenvolvimento do biofilme onde os compostos poluentes são adsorvidos pela parede interna do meio suporte, e assim fornecem suprimento para a digestão celular que ocorre ainda no interior das peças de suporte.

O sistema é constituído por um reator de fluxo pistonado com lodo ativo adsorvido na parede interna do mesmo, gerando assim, um gradiente decrescente de concentração de nutrientes ao longo dos estágios. Desta forma, além da velocidade específica de crescimento da cepa ser lenta, a imperceptível quantidade de lodo gerado que não se mantém preso no suporte (matriz carbonácea adjacente à superfície interna do elemento de suporte) e acaba se tornando fonte de nutrientes para as cepas que estão em contato com o efluente a pontos distanciados da entrada do reator para suprir a demanda de compostos que se encontram reduzidos devido ao consumo em posições próximas a entrada do reator onde existe a maior concentração de nutrientes.

Resumidamente, há cepas que atuam na função de quebra de moléculas dos sais minerais, com isto o balanço de massa do sistema se mantém constante. Em estado estacionário, o mecanismo de concentração de cepas se comporta como se as taxas de crescimento e endogenia permanecessem em uma espécie de equilíbrio, que, de fato observado e protegido por patente, gerando baixíssima quantidade de lodo ao longo do tempo.

2.1.5. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA ECOETE® PARA TRATAMENTO DE ESGOTO

A EcoETE® apresenta uma performance excepcional em todos os quesitos: eficiência, geração de lodo, energia e custo. Comparando-se, a tecnologia de aeração prolongada, por exemplo, tem a vantagem de formar um lodo já estabilizado, mas mesmo assim tem uma geração de lodo muito maior que os reatores anaeróbios. Por outro lado, com baixa carga orgânica existem reatores anaeróbios que ficam até 2 anos sem remoção de lodo. Esta vantagem causa o problema da grande demora para a partida desses reatores, que costumam demorar até 6 meses para chegar em sua eficiência estável. A EcoETE® demonstrou no capítulo 2.6 que atinge este desempenho a partir entre o 2º e 4º mês.

Processo EcoETE®

Antes mesmo de discutir sobre o funcionamento do sistema EcoETE®, a literatura técnica é usual a subdivisão dos processos de tratamento de EFLUENTES SANITÁRIOS em fases, a saber:

- Escoamento ou drenagem;
- Preliminar;
- Primário ou pré-tratamento;
- Secundário ou tratamento; e
- Terciário ou pós-tratamento.

Neste capítulo veremos um breve resumo de cada um dos cinco tipos de processos, identificando as operações que os compõem, e com maior detalhe o tratamento proposto pela EcoETE®.

Pré-tratamento

O tratamento preliminar visa, basicamente, a remoção de sólidos grosseiros. Não há praticamente remoção de DBO, consiste em uma preparação do esgoto para o tratamento posterior, evitando obstruções e danificações na estrutura e funcionamento do reator EcoETE®.

O tratamento preliminar é constituído de gradeamento. O gradeamento objetiva a remoção de sólidos bastante grosseiros como materiais plásticos e de papelões constituintes de embalagens.

Gradeamento

Os dispositivos de remoção de sólidos grosseiros (grades) são constituídos de barras de PRFV, posicionadas transversalmente no canal de chegada dos efluentes sanitários a estação de tratamento, perpendiculares ou inclinadas, dependendo do dispositivo de remoção do material retido. As grades devem permitir o escoamento dos efluentes sanitários sem produzir grandes perdas de carga.

Para cada caracterização de águas residuárias, o manual de operação da estação EcoETE® deve, portanto, constar o projeto e dimensionamento específico com especificações de tipo, dimensões das barras, espaçamento, inclinação das grades e dispositivos de remoção.

Nas grades manuais, o operador remove o material retido através de ancinho, quando a secção obstruída atinge cerca de 50% do total.

Reator EcoETE®

O efluente do sistema primário alimenta os reatores anaeróbios EcoETE® através de um canal provido de comportas ou válvulas. Sem recirculação, o efluente primário é introduzido na zona anóxica do reator, e então o tratamento estagiado é realizado em fluxos alternados (descendente e ascendente), aumentando assim o percurso de escoamento do efluente.

2.1.6. FUNDAMENTOS DO PROCESSO ECOETE®

O tratamento EcoETE® consiste em um método para aumentar a concentração de colônias de microrganismos formados em um fluxo contínuo e/ou descontínuo, utilizando biomassa como um meio para remover poluentes orgânicos e inorgânicos de águas residuárias. Uma etapa de adsorção é seguida por uma fase de degradação biológica pela digestão anaeróbica de microrganismos devidamente selecionados e ativados biotecnologicamente, extremamente capazes de absorção e adsorção dos compostos que compõem a fração contaminante dos efluentes, tais como matéria orgânica (DBO, DQO, Sólidos Totais), nutrientes (fósforo e nitrogênio) e até compostos alguns compostos inorgânicos existentes no líquido.

O sistema EcoETE® utiliza reatores no qual o próprio meio de suporte funciona como fluxo em pistão para o desenvolvimento microbiano em seu interior, servindo para o desenvolvimento do biofilme onde os compostos contaminantes são adsorvidos pela parede interna do meio de suporte e assim fornecerem suprimento para a digestão celular que ocorre ainda no interior das peças do suporte.

Após anos de pesquisa e desenvolvimento, observou-se que alguns meios de suporte de natureza vegetal, como o bambu (*bambusa vulgaris*), apresentaram inúmeras vantagens frente aos meios confeccionados com materiais sintéticos ou inertes, tais como plásticos, rochas, entre outros. Assim, a grande vantagem do bambu como meio suporte é devido a matéria orgânica constituinte do seu caule oco, que pode ser utilizado como fonte alternativa para o desenvolvimento microbiano na ausência de carga de sanitária.

O processo de adsorção e degradação biológica da EcoETE® dá-se através da digestão anaeróbica no qual os microrganismos, na ausência de oxigênio molecular, promove a transformação de compostos orgânicos complexos (carboidratos, proteínas e lipídios) em produtos mais simples como metano e gás carbônico (em proporções insignificantes). Os microrganismos envolvidos nesta digestão anaeróbia são muito especializados e cada grupo atua em reações específicas. Característico dos tratamentos anaeróbios, nos reatores EcoETE®, a formação de metano é altamente desejável, uma vez que a matéria orgânica, geralmente medida como

demanda química de oxigênio (DBO/DQO). É efetivamente removida da fase líquida, pois o metano apresenta baixa solubilidade na água. Assim, a conversão dos compostos orgânicos em metano é eficaz na remoção do material orgânico, apesar de não promover a sua oxidação completa, a exemplo de sistemas bioquímicos aeróbios.

No sistema de tratamento EcoETE[®] processo da digestão é acelerada garantindo-se condições favoráveis. Essas condições se referem tanto ao próprio projeto do sistema estagiado de tratamento como às condições operacionais nele existentes. Em relação ao projeto têm-se duas prerrogativas básicas: a) o sistema de tratamento deve manter grande massa de bactérias ativas que atue no processo da digestão anaeróbia. b) é necessário que haja contato intenso entre o material orgânico presente no afluente e a massa bacteriana no sistema. Quanto às condições operacionais, os fatores que mais influem são a temperatura, o pH, a presença de elementos nutrientes e a ausência de materiais tóxicos e químicos no afluente.

O tratamento ocorre quando o fluxo atravessa o sistema, a cada estágio, o esgoto cada vez menos primário difunde através das chicanas formadas por bambus e mangueiras de plástico corrugadas, que neste momento já estão cobertas pelo biofilme de bactérias previamente inoculadas. Estas bactérias atuam degradando a matéria orgânica quimicamente, por vias essencialmente anaeróbicas.

O desenvolvimento de reatores fundamentados no processo anaeróbio, como a solução EcoETE[®], vem provocando mudanças profundas na concepção dos sistemas de tratamento de águas residuárias. A maior aceitação desse sistema se deve a dois fatores principais: as vantagens consideradas inerentes ao processo da digestão anaeróbia em comparação com o tratamento aeróbio e, principalmente, a melhoria do desempenho dos sistemas anaeróbios modernos, tendo-se um aumento muito grande não somente da velocidade de remoção do material orgânico, mas também da porcentagem de material orgânico digerido.

Aspectos microbiológicos de tratamentos anaeróbios

Bactérias do gênero *Zooglea* são comuns em amostras de lodo ativado. Essas bactérias são conhecidas por formar flocos que é uma consequência da produção de uma matriz gelatinosa pela bactéria. As espécies conhecidas são aeróbias e heterotróficas, degradadoras de polissacarídeos e monossacarídeos. *Zoogleacaeni* e *Z.oryzae* são capazes de realizar desnitrificação e fixação de nitrogênio.

Dechloromonas é comumente encontrada em comunidades microbianas presentes em lodo ativado. Esse grupo de bactérias foi inicialmente identificado como degradador de perclorato (ClO_4^-) em condições anaeróbias. Essas bactérias são anaeróbias facultativas, algumas são heterotróficas e outras autotróficas. Apresentam uma versatilidade metabólica participando de vários processos de degradação de carboidratos. Algumas cepas são bastante estudadas pela sua capacidade de oxidar benzendo apresentando um potencial para biorremediação.

Azospira (*Dechlorosoma*) é um gênero pertencente ao mesmo grupo taxonômico das *Dechloromonas*, sendo uma bactéria degradadora de perclorato. As espécies do gênero *Azospira* são todas fixadoras de nitrogênio, não usam carboidratos como fonte de carbono, normalmente ácidos orgânicos e aminoácidos. Algumas espécies encontram-se associadas a plantas, *A. oryzae* é a espécie tipo e foi encontrada como parte de comunidade endofítica de arroz.

Acinetobacter é comum em amostras de solo e esgoto, podem ser patogênicas. São aeróbias heterotróficas e apresentam uma versatilidade metabólica como as *Pseudomonas*. São degradadoras de xenobióticos, especialmente compostos derivados de petróleo. Algumas cepas podem ser capazes de acumular fosfato sendo importantes membros das comunidades de lodo ativado.

Bactérias do gênero *Zooglea* são comuns em amostras de lodo ativado. Essas bactérias são conhecidas por formar flocos que é uma consequência da produção de uma matriz gelatinosa pela bactéria. As espécies conhecidas são aeróbias e heterotróficas, degradadoras de polissacarídeos e monossacarídeos. *Zoogleacaeni* e *Z.oryzae* são capazes de realizar desnitrificação e fixação de nitrogênio.

Gêneros bacterianos encontrados nas amostras estudadas, proporção de cada gênero, características gerais de metabolismo e processos em que estão envolvidas, estão descritos nos dois próximos capítulos (4.3.3 e 4.3.4). São extratos de documentos científicos sobre sistema EcoETE®, fornecidos e protegidos pelos detentores da patente dos microrganismos.

Microbiologia do sistema EcoETE®

A composição de gêneros bacterianos das amostras foi determinada pela filogenia do gene do RNAs 16S, a partir do metagenoma da amostra. Em outras palavras, foram executados métodos moleculares a partir do DNA total de todas as bactérias presentes em cada amostra, sem a necessidade de cultivá-las.

Foram analisadas duas amostras: uma chamada de “Inóculo” que é uma amostra com características de lodo e outra chamada de “Bambu inoculado” que é uma amostra de *Bambusa vulgaris* com características de início de decomposição.

A amostra do “Inóculo” apresenta uma predominância de sequências do RNAr 16S relacionadas a bactérias pertencentes à classe *Beta Proteobacteria*. Sequências pertencentes aos gêneros *Zooglea* (21%), *Azospira* (12%) e *Dechloromonas* (12%) correspondem à aproximadamente 45% de todas as sequências. O quarto gênero bacteriano mais abundante é *Acinetobacter* (12%), que pertence à classe gama proteobacteria. Os demais gêneros presentes apresentam proporções entre 1 a 5% de todas as sequências analisadas.

A classificação em filos mostra que Proteobacteria é o mais abundante (69,5%) seguido de Firmicutes (14,3%) e Bacteroidetes (12%). Bactérias pertencentes aos filos Firmicutes e Bacteroidetes estão normalmente associados com amostras de intestino ou rúmen de animais, enquanto as Proteobacterias são encontradas nos mais diversos ambientes. Sequências pertencentes aos filos Actinobacteria, Verrucomicrobia e Armatimonadetes (antigamente chamada de OP10) estão presentes, mas são membros raros nessa comunidade.

O gênero bacteriano predominante na amostra de “Bambu inoculado” é *Comamonas*, correspondendo a 26% das sequências obtidas. Esse gênero também pertence ao filo Proteobacteria, Classe beta Proteobacteria. O segundo gênero mais abundante é *Pseudomonas* (gama Proteobacteria) com 9,3% das sequências. Esses gêneros pertencem ao filo Proteobacteria tornando-o o mais frequente nessa amostra. Os gêneros *Pantoea* (2%), *Serratia* (2%), *Enterobacter* (7%) e *Klebsiella* (4%) pertencem à família Enterobacteriaceae (gamam Proteobacteria) e juntamente com sequências de encontradas dessa família às quais não foi possível identificar o gênero, compreende 33,5% de todas as sequências analisadas da amostra de “Bambu inoculado”. Sequências pertencentes aos filos Bacteroidetes, Firmicutes e Actinobacteria foram considerados filos raros nessa amostra.

DNA das bactérias do sistema EcoETE®

A amostra de “Inóculo” apresenta uma comunidade microbiana característica de lodo ativado pela presença de gêneros como *Zoogaea* e *Acinetobacter*. A presença de bactérias diazotróficas não é comum em amostras de tratamento de esgoto, é possível que essas bactérias sejam originárias da amostra de bambu. Foram encontradas bactérias com metabolismo de degradação de perclorato (HClO_4), essa pode não ser a atividade metabólica principal dessas bactérias no sistema, pois normalmente perclorato é encontrado em explosivos (fogos de artifício, foguetes, etc).

A amostra de “Bambu Inoculado” apresenta uma comunidade característica de esgoto doméstico, pela grande presença de Enterobacteriaceae, grupo ao qual pertencem os coliformes. Por outro lado, o gênero *Comamonas* é muito encontrado em sistemas de lodo ativado onde podem exercer funções de remoção de N e redução da DBO. Esse gênero também é muito estudado pela sua capacidade de degradação de poluentes sintéticos (xenobióticos). A Tabela VII mostra informações microbiológicas tanto sobre gêneros e metabolismo bacteriano, como mecanismos de tratamento de efluentes sanitários que se aplicam.

Pós-tratamento (filtros)

Para o polimento dos efluentes de saída dos reatores anaeróbicos de leito fixo com ativação biotecnológica, é acoplado um sistema de filtragem. Esta operação unitária teria por finalidade apenas a remoção partículas em suspensão e de particulados gerados pelas fibras naturais do meio de suporte que se desprende durante a fase de maturação das cepas microbianas, tratando-se apenas de um processo físico, dados que o processo biológico fica a cargo dos reatores.

Quando requerido, o sistema de filtragem usualmente instalado após a EcoETE® possui estrutura de brita e cascalho com dimensionamento conforme projeto técnico específico.

Tratamento de gases

Um dos problemas encontrados, para a instalação de quaisquer tipos de estações de tratamento de esgoto em centros urbanos são os odores exalados devido a liberação de gases¹.

Nos sistemas EcoETE®, dependendo das características do afluente, esporádico ou não, pode ter geração de gás sulfídrico (H_2S) dissolvido no efluente tratado numa concentração mediana de 0,01%. Esta substância tem como principal característica, o mau odor, entretanto para o sistema a quantidade gerada é pequena dissolvida do efluente tratado e destinada em conjunto com o mesmo.

Grande parte do enxofre encontrado no esgoto transforma-se em H_2S , através de processos biológicos; porém, a turbulência apresenta grande influência na sua dissolução do líquido. O excesso de H_2S no tratamento pode causar: a inibição do

¹Os principais gases formados nas reações destinadas ao tratamento de esgoto são: o nitrogênio (N_2), o gás carbônico (CO_2), o metano (CH_4), o gás sulfídrico (H_2S), o Oxigênio (O_2) e o Hidrogênio (H_2). A legislação Brasileira, que estabelece padrões para a emissão de gases é a Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990. As estações de tratamento de esgoto respeitam estes padrões, mas apesar disso, os gases devem ser tratados adequadamente devido a possibilidade de ocorrer mau odor e explosão. O gás metano caracteriza-se, por ser combustível e inflamável; requerendo, portanto, cuidados com risco de explosão.

processo, aceleração da degradação dos equipamentos, corrosão da estrutura e aumento na detecção de ABS.

Inerente, também, ao processo de degradação anaeróbia de efluentes, temos a geração de CH₄, Gás metano, apesar da sua baixa concentração no sistema EcoETE®, que se torna insignificante sob o ponto de vista ambiental, o mesmo é drenado através de uma válvula de escape instalada na tampa dos estágios.

2.1.7. DISPOSIÇÃO FINAL DO EFLUENTE TRATADO

As estações de tratamento de efluentes sanitários EcoETE® produzem efluentes que devem ter uma disposição adequada para que se consiga um controle eficaz da poluição ambiental. Existem diferentes possibilidades de destinação desses efluentes, entre elas: aplicação no solo e lançamento em corpos hídricos.

No caso do presente projeto o esgoto tratado A disposição final de efluentes em galerias de águas pluviais será realizada em **total conformidade com toda a legislação aplicável**, incluindo as normas federais, estaduais e municipais pertinentes.

Especificamente, esta disposição atenderá integralmente aos requisitos das **Resoluções Estaduais**, que regulamentam o lançamento de efluentes tratados de Estações de Tratamento de Esgoto Doméstico em galerias de águas pluviais.

Em observância a estas resolução e a outras normas relevantes, o efluente doméstico será submetido a um tratamento completo, incluindo um processo de desinfecção robusto para garantir o atendimento aos padrões de qualidade estabelecidos para coliformes termotolerantes (máximo de 1.000 NMP/100mL em 80% das amostras e máximo de 5.000 NMP/100mL em 100% das amostras, considerando o mês) e a ausência de ovos de helmintos viáveis.

Ademais, o empreendedor deve implantar um programa de monitoramento contínuo da eficiência do tratamento, com análises laboratoriais mensais dos parâmetros de

desinfecção. Os resultados destas análises, juntamente com um relatório técnico descritivo do sistema de tratamento e a respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), deverão ser apresentados anualmente ao órgão ambiental competente, conforme exigido pela legislação.

Assim, a disposição final do efluente deste projeto será realizado em galerias de águas pluviais e drenagem.

2.1.8. DESTINO DOS MATERIAIS RESIDUAIS

Tratamento Preliminar e Desarenador

Os resíduos sólidos gerados nas primeiras etapas do tratamento de esgoto — gradeamento (tratamento preliminar) e desarenador — devem ser manejados de forma adequada, atendendo aos requisitos legais e ambientais.

Etapas do Manejo e Destinação Final

Coleta Segura:

O material retido nas grades e no desarenador deve ser coletado manualmente ou por meios mecanizados, conforme especificações do sistema implantado, utilizando EPIs e equipamentos adequados para garantir a segurança dos operadores.

Secagem Controlada:

Os resíduos devem ser dispostos em área impermeabilizada e protegida contra intempéries para promover a secagem natural, ou em sistemas com secagem forçada, visando à redução do volume e do teor de umidade.

Disposição Final em Aterro Sanitário Licenciado:

Após a secagem, os resíduos devem ser encaminhados a aterro sanitário

devidamente licenciado pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA), conforme disposto na legislação estadual e federal.

Base Legal

- Resolução CONSEMA nº 98/2017 (SC) – Estabelece diretrizes para o gerenciamento dos resíduos sólidos no Estado de Santa Catarina. Classifica resíduos de estações de tratamento de esgoto como resíduos sólidos não perigosos de origem sanitária, quando manejados corretamente.
- Resolução CONAMA nº 430/2011 - Complementa a Resolução CONAMA nº 357/2005 e dispõe sobre as condições, parâmetros, padrões e diretrizes para o lançamento de efluentes.
- ABNT NBR 10004/2004 - Classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública.
- Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010) – Estabelece a obrigatoriedade de disposição ambientalmente adequada dos resíduos, priorizando o não lançamento em áreas inadequadas.
- O transporte dos resíduos ao aterro deve ser realizado por transportador licenciado, com controle de Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR)

3. MEMORIAL DE CÁLCULO

O sistema EcoEte® é dimensionado para um empreendimento e, é concebido objetivando a implantação de uma tecnologia capaz de tratar os efluentes sanitários gerados pelas atividades humanas. Adota uma concepção de ETEs compactas, através de reatores anóxicos confeccionados em fibra de vidro, com garantia de estanqueidade e ações de intempéries.

Pelo fato da concepção construtiva dos reatores, conforme se aumenta a demanda de tratamento, inserem-se novas unidades de reatores, modularizando a ETE e não influenciando nos resultados de tratabilidade.

O sistema EcoETE® é dimensionado para um empreendimento, é concebido objetivando a implantação de uma tecnologia capaz de tratar os efluentes sanitários gerados pelas atividades humanas. Adota uma concepção de ETEs compactas, através de reatores anóxicos confeccionados em fibra de vidro, com garantia de estanqueidade e ações de intempéries.

Pelo fato da concepção construtiva dos reatores, conforme se aumenta a demanda de tratamento, inserem-se novas unidades de reatores, modularizando a ETE e não influenciando nos resultados de tratabilidade.

3.1. Fluxograma do sistema EcoETE®

Os reatores EcoETE® são de fluxo alternados, fazendo com que o efluente entre em contato com o meio biotecnológico e as reações bioquímicas, físicas e biológicas aconteçam em seu interior.

1º Estágio: inoculação de biomassa degradadoras de matéria orgânica com processo de hidrólise promovido pela colônia bacteriana.

2º Estágio: os sólidos resultantes da degradação e sedimentados no fundo do decantador secundário são recirculados naturalmente através do fluxo hidráulico ascendente, aumentando a concentração de biomassa, que é responsável pela elevada eficiência do sistema.

3º Estágio: atuação de bactérias para quebra do nitrato com início de polimento.

4º Estágio: filtragem e polimento do efluente tratado.

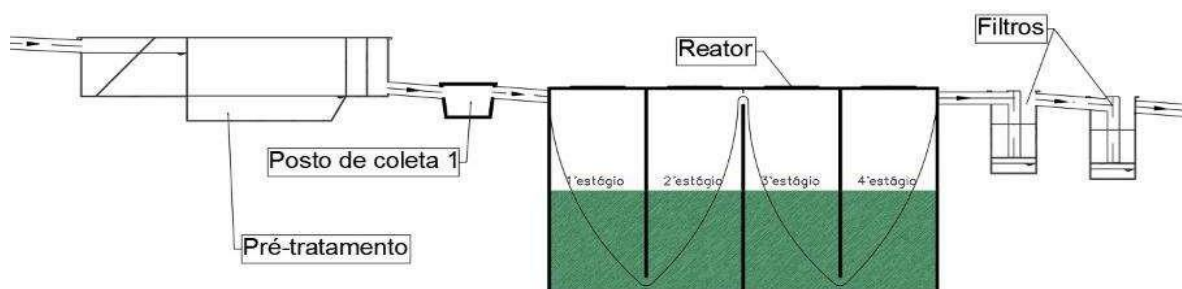


Figura 6 Fluxograma de processo do sistema EcoETE®.

Dependendo-se da aplicação, a curva hidráulica pode ser ajustada para o sistema operar em 5 (cinco) estágios; propagando-se o 1º estágio em 2 (dois).

3.2. Dimensionamento do tanque EcoETE®

- Dimensionamento do volume de reator (por módulo)

▪ Vazão de alimentação média	1,85	m³/dia (0,1041l/s)
▪ Carga orgânica	0,59	kg de DBO/dia
▪ Volume total de reator anaeróbio	0,50	m³
▪ Volume por estágio de reator	0,125	m³

Dimensões dos compartimentos laterais:

▪ Diâmetro do reator	0,70	m
▪ Comprimento do reator	1,20	m
▪ Nº de reatores	1	un

3.3. Aspectos ambientais da instalação

Os principais aspectos ambientais que podem ocorrer durante a instalação e que requerem devidas medidas mitigadoras durante a execução das obras são:

- Movimentação de terra;
- Erosão;
- Tráfego de máquinas e veículos;
- Impacto sobre a flora e fauna;
- Geração de efluentes e resíduos nos canteiros da obra.

Movimentação de terra

Escavações – todas as escavações deverão ser processadas de modo a evitar a instabilidade dos taludes. Para tanto deverão ser rigorosamente observadas as inclinações indicadas nos projetos.

Todos os taludes provisórios deverão ter suas superfícies regularizadas por processos mecânicos ou manuais, de forma a se apresentarem sem rugosidade.

Os taludes definitivos ou permanentes deverão ter seus *offsets* de crista e de base perfeitamente alinhados e suas superfícies deverão apresentar-se com acabamento adequado para que o revestimento de proteção tenha superfície sem depressões ou elevações. Após as escavações, as áreas de serviços deverão se apresentar perfeitamente limpas e desimpedidas.

Erosão

Em linhas gerais é o processo que se traduz na desagregação, transporte e reposição do solo, subsolo e rocha em decomposição tendo como agentes a água e o vento.

A erosão causada pela ação das águas inicia seu trabalho nas cavas, onde se pode aprofundar carreando o solo de forma lamelar ou em sulco.

Considerando que as águas se distribuem em três direções (evaporação, infiltração e escoamento superficial), esta última são aquelas que escorrem sobre a superfície de trabalho e que desagregam e transportam os materiais.

No caso das cavas, não só a compactação do terreno é suficiente, mas também as recomposições da vegetação atuam como elemento protetor do solo, aumentando sua capacidade de absorção e regulando a velocidade das águas.

Como a recomposição da vegetação só ocorrerá ao final das obras, haverá necessidade de medidas provisórias para reduzir e controlar a erosão.

Proteger o solo contra o impacto da água da chuva que causa o carregamento de partículas pelo impacto das gotas, utilizando para capeamento palha, capim, cascas ou coberturas plásticas conforme o caso.

Reduzir a velocidade das águas com estruturas, anteparos, valetas auxiliares e outros.

Reduzir o volume das águas de enxurradas com sulcamentos, desvios de encontros naturais ou divisão nos pontos de concentração.

Tráfego de máquinas e veículos

Para se reduzir os impactos sobre o meio provenientes dos equipamentos pesados, algumas providências devem ser tomadas como a melhoria da capacitação viária secundária.

Os equipamentos devem ser vistoriados frequentemente quando se praticará a manutenção preventiva, evitando-se derramamento de graxas e óleo, além de ruídos.

Os horários de execução dos serviços serão respeitados de modo a diminuir o incômodo ao sossego do público.

O tráfego deverá ser sinalizado e organizado de modo que não ocorram paralisações.

Os locais de construção das obras civis serão protegidos por tapumes pintados e conservados durante todo o período das obras.

Para proteção de descargas elétricas serão instalados para-raios adequados conforme legislação própria.

Flora e fauna

Considera-se que o local onde as obras serão executadas já sofreu ações antrópicas, portanto, serão inexpressivos os impactos ambientais sobre a flora e a fauna do ecossistema local.

No entanto, caso sejam previstas intervenções em áreas de preservação protegidas por lei, o empreendedor deverá apresentar as devidas autorizações, licenças e outorgas.

Geração de resíduos no canteiro da obra

Os dejetos gerados na construção da ETE deverão ser acondicionados e dispostos de acordo com sua classe constada na ABNT NBR 10004:2004 de Classificação de Resíduos.

3.4. DADOS DE ENTRADA

Tipo de Empreendimento:	Residencial/Comercial
Vazão Média Diária:	1,85 m³/dia
Vazão de Projeto:	1,85 m³/dia
Profundidade da rede:	Não Informada
Disposição ETE:	Enterrada
Descarte dos efluentes tratados:	Solo (responsabilidade do cliente)

3.5. CÁLCULOS

O sistema ECOETE® possui características próprias diferenciadas dos sistemas convencionais, oferecendo assim maior eficiência na remoção de carga orgânica, possibilidade de modularização e adoção de formatos horizontais, o que facilita a instalação e reduz a área ocupada. Os parâmetros de projeto adotados baseiam-se nos dados históricos dos sistemas que estão em operação há cerca de 15 anos, e em estudos internos que compõem a patente.

Determina-se que o Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) máximo utilizado pelo sistema é de 6 horas e o médio é de 4 horas.

O reator principal da EcoEte® é dimensionado utilizando duas equações. A vazão diária de tratamento é obtida pela equação (1). O coeficiente de máxima vazão diária (K1) utilizado é de 1,2. Quanto ao coeficiente de máxima vazão horária (K2), o sistema EcoEte® absorve esta variação pela majoração do tempo de detenção hidráulica (TDH), de 4h para 6h, representando um acréscimo de 50% do volume do sistema. Desta forma, o sistema possui a robustez necessária para amortecer as variações de vazão esperadas pelos coeficientes K1 e K2 usualmente previstos nos sistemas de tratamento de esgoto.

Q = N x q, onde: Equação (1)

Q = vazão diária de efluente (m³/dia)

N = número de contribuintes

q = contribuição per capta (L/dia)

Q máx. = (N x q x K1 x K2)/1000 onde: Equação (2)

Q máx. = vazão diária máxima de efluente (m³/dia)

N = número de contribuintes

q = contribuição per capta (L/dia)

K1 = Coeficiente de máxima vazão diária

K2 = Coeficiente de máxima vazão horária

Após calculada a vazão de tratamento diária, o volume do reator é obtido multiplicando-se a vazão pelo TDH e dividindo por 24 horas. Em síntese, a vazão diária de contribuição é dividida por quatro, tendo em vista o tempo de detenção hidráulica (TDH) do sistema de 6h.

O cálculo do volume do reator, não considera a taxa de acumulação do lodo. No entanto, o volume ocupado pelo meio suporte já está calculado no dimensionamento do volume final, atingindo no máximo 10% deste. O meio suporte utilizado é o bambu, devido às suas características de durabilidade, que é aproximadamente de 50 a 80 anos em meio aquoso.

$V_r = (Q \times TDH)/24$, onde: Equação (3)

V_r = Volume do reator (m^3)

Q = Vazão diária de efluente (m^3/dia)

$TDH = 6$ Tempo de detenção hidráulica (h)

A determinação do volume do reator vai definir as dimensões dos estágios, onde se aplica a equação 3, que basicamente consiste na divisão do reator em 4 estágios de dimensões iguais.

$V_e = (V_r / 4)$, onde: Equação (3)

V_e = Volume de cada estágio do reator (m^3)

V_r = Volume do reator (m^3)

Sendo assim, considerando os seguintes dados:

$N_1 = 11$ habitantes

$Q_1 = 160$ L/hab./dia

$K_1 = 1,2$

$K_2 = 1,5$

Vazão Média diária:

$Q = (11 \times 160)/1000$

$Q = 1,76$ m^3/dia

Vazão Adotada: $1,85$ m^3/dia

Vazão Máxima diária:

$$Q \text{ máx.} = (1,85 \times 1,2 \times 1,5)$$

$$Q \text{ máx.} = 3,33 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Volume do reator:

$$V_r = ((1,85 \times 6)/24)$$

$$V_r = 0,50 \text{ m}^3$$

Volume útil de cada estágio de cada reator:

$$V_{ue} = 0,50/4$$

$$V_{ue} = 0,125 \text{ m}^3$$

Os dois primeiros estágios são preenchidos com 1/3 do diâmetro do reator com bambu e, os dois últimos com 2/3 de diâmetro. O bambu é acondicionado e fixado na face inferior do equipamento, conduzindo obrigatoriamente o fluxo hidráulico a passar por dentro do meio suporte (biofilme).

O **tratamento preliminar** é composto apenas por gradeamento, é dimensionado de acordo com as orientações prescritas pela NBR 12.209 – Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de efluentes sanitários:

- A vazão de dimensionamento das grades deve ser a vazão máxima afluente à unidade;
- As grades de barras devem ter espaçamento entre as barras de 5mm a 10 mm. Utiliza-se 5mm com variação de 2.
- Declividade da grade 60°

A limpeza do gradeamento é feita de forma manual, devido a declividade da grade.

O sistema ECOETE® desenvolve bem o tratamento em ampla faixa de relação F/M, considerando que o “blend” de bactérias funciona bem para altas cargas de matéria orgânica. Numa comparação com o sistema de lodos ativados, onde esta relação F/M é fundamental, para a tecnologia ECOETE® ela não é fator limitante. Isso ocorre devido a mudança metabólica, quanto maior a carga afluyente, melhor a eficiência do sistema, pois o sistema ECOETE® não trata o efluente através de oxidação de matéria orgânica, onde parâmetros de carga são de relevada importância, mas sim através de parâmetros de sustentação do “blend” bacteriano, tais como pH (entre 5 e 9), relação DQO/DBO (mínima de 1,2) e OD (mínima de 2mg/l).

3.6. DADOS DE PROJETO

3.6.1. Vazão Média

▪ Vazão média de efluente	1,85 m³/dia
▪ Coeficiente de máxima diárias k1	1,2
▪ Coeficiente de máxima horaria k2	1,5
▪ Vazão Máxima adotada	3,33 m³/dia
▪ Concentração média de DBO entrada	350mg/l
▪ Concentração média de DQO entrada	600mg/l

3.6.2. Volume de reator (por reator)

▪ Vazão de alimentação média	1,85	m³/dia (0,092 l/s)
▪ Carga orgânica	0,59 kg	kg DBO/dia
▪ Volume do reator anaeróbio	0,50	m³
▪ Volume por estágio de reator	0,125	m³
▪ TDH	6	h

3.6.3. Configuração dimensional

Dimensões dos compartimentos laterais:

▪ Diâmetro do reator	0,70	m em PRFV
▪ Comprimento do reator	1,20	m em PRFV
▪ Nº de reatores	1	un em PRFV
▪ Volume total de Meio Suporte	0,23	m ³

2 Concentração média de DBO no efluente sanitário bruto conforme Von Sperling (2014). A concentração pode variar em uma faixa de 350 a 600 conforme Von Sperling (1996).

3 Sólido degradado inerte, que compreende à 10% da carga Carbonácea de entrada.

3.6.4. Parâmetros técnicos

▪ Taxa de geração de lodo digerido	0,0006	g/dia
▪ Pt. de coleta de amostra de efluente entrada - na Caixa de Inspeção antes do pré tratamento (não inclusa no projeto - deve estar prevista no projeto hidrossanitário)		
▪ Pt. de coleta de amostra de efluente saída - na Caixa de Inspeção depois do clorador		
▪ Resultado esperado		
▪ Concentração média de DBO saída	52,5mg/l	
▪ Concentração média de DQO saída	90mg/l	
▪ Eficiência média	85%	

3.6.5. Tratamento preliminar

Gradeamento

Quantidade.....	01
Tipo	Superficial
Acionamento	Fixo
Dimensões(diâmetro.xAlt.).....	0,60x0,40m
Haste.....	Fibra de vidro PRFV

Obrigatório utilização de tubo de queda para oxigenação natural do tubo de queda

Limpeza:

Método Manual

3.6.6. Tratamento biológico EcoEte®

Reator

Quantidade..... 1 reatores
Tipo Modular
anaeróbio
Dimensões (LxDN) 1,2 x 0,7 m
Material PRFV

Meio de suporte

Quantidade..... 0,23 m³
Espécie Bambusa
vulgaris

Biomassa

Quantidade..... 9,25 litros
Espécie Dose de tratabilidade

4. MANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

A EcoEte®, produzida pela BPS AMBIENTAL, é um sistema de tratamento de efluentes totalmente natural, porém alguns cuidados são necessários para garantir seu perfeito funcionamento.

O maior diferencial da EcoEte® entre os outros produtos do mercado é a inexistência de manutenção interna, ou seja, nos estágios de processamentos da ETE. Esses estágios devem permanecer lacrados para manter-se a validade da garantia do contrato.

O reator é entregue lacrado e é desta forma que é operado, sem necessidade de limpezas ou inspeções. Se não houver nenhum evento significativo no sistema, esse tende a durar enquanto durar o meio suporte, cujo tempo estimado é de 50 anos.



Recomenda-se haver uma inspeção no sistema a cada cinco anos. Se ocorrer alguma alteração no processo de tratamento antes desse prazo, o proprietário deve contratar a assistência técnica autorizada da EcoEte®, a qual irá ao local para avaliar as necessidades e realizar a adequação do sistema.

Caso seja necessário, o acesso ao reator poderá ser realizado por meio das tampas superiores que permanecem lacradas, mas podem ser abertas removendo os parafusos fixadores. Manutenção dos equipamentos periféricos.

4.1. MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS PERIFÉRICOS

4.1.1. Pré-tratamento - Caixa gradeada



Caso existam, é necessário que se tenha uma manutenção periódica. Pois ali acontecerá o armazenamento dos produtos não biológicos como: plásticos, absorventes, brinquedos, preservativos, areia, entre outros. Todo esse material não deve lixiviar e nem tão pouco ser conduzido para dentro dos estágios da ETE, evitando-se assim entupimento e comprometimento de todo o sistema.

Essa manutenção no início deve ser feita semanalmente. A partir daí, é mensurada a quantidade de material retirado, para definir-se a real periodicidade. Caso seja necessário, realizar campanhas educativas com todas as pessoas envolvidas no sistema, para a sua conscientização.

Obs.: Todo o material retirado da caixa gradeada de ser rastreado para que se possa localizar o ponto de descarte na rede de esgoto e assim implantar-se as medidas educativas necessárias.

Procedimentos:

Para realizar a limpeza da caixa gradeada e do desarenador deve-se obrigatoriamente usar óculos de segurança, luvas de PVC e, caso o projeto não inclua leito de secagem, um balde para depositar os resíduos retirados.

Passo 1: Abra a tampa da Caixa Gradeada.

Passo 2: Retire todo o material retido na grade.

Passo 3: Retire também, caso haja, a areia depositada no fundo da caixa com as mãos utilizando os EPIs citados acima ou pá de lixo plástica (não utilizar a pá de metal para não danificar a caixa).

Passo 4: Feche a tampa.

Passo 5: Caso necessário armazene o material de forma adequada e, posteriormente destine para local apropriado.

4.1.2. Caixa de gordura



A manutenção da CAIXA DE GORDURA deve seguir a mesma executada na CAIXA GRADEADA, porém com algumas ressalvas.

Toda edificação deve conter sua caixa de gordura que deve passar por uma limpeza periódica, inclusive antes da implantação da ETE.

Um dos fatores causadores de odores desagradáveis é exatamente o excesso de gordura nas caixas, então este é o ponto que deve ser acompanhado com maior rigor.

Procedimentos:

Para realizar a limpeza da caixa de gordura deve-se obrigatoriamente usar óculos de segurança, luvas de PVC e um balde para depositar os resíduos retirados.

Passo 1: Abra a tampa da Caixa Gradeada.

Passo 2: Retire toda a gordura retida na caixa utilizando uma pá de lixo plástica (não utilizar a pá de metal para não danificar a caixa).

Passo 3: Feche a tampa.

Passo 4: Caso necessário armazene o material de forma adequada e, posteriormente destine para local apropriado.

4.1.3. Filtro

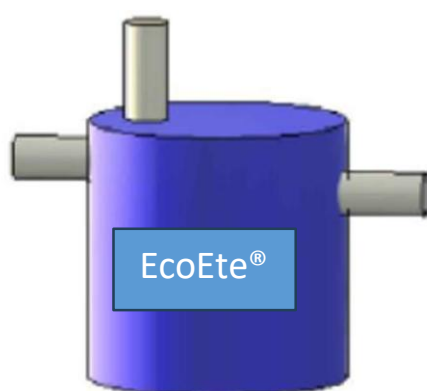
A limpeza do Filtro deve ser feita periodicamente por meio de uma retro lavagem. O uso de luvas de PVC e óculos é obrigatório.

Este procedimento deve ser feito com uma mangueira com a saída de água de preferência com pressão natural, sem qualquer equipamento para aumento da pressão, como os esguichos ou máquinas de lavagem.

A mangueira deve ser introduzida na entrada do filtro permitindo que a água corra livre por 20 minutos, com isto toda a sujeira retida sairá e o filtro estará pronto para ser utilizado novamente, com sua vida útil preservada.

A brita (material filtrante) pode ser revolvida com o auxílio de uma pá, para que o movimento auxilie o desprendimento e a saída das impurezas.

4.1.4. Clorador



**imagem meramente ilustrativa*

A manutenção do clorador consiste na limpeza periódica do suporte de pastilha. Caso o suporte não possa ser removido a limpeza pode ser feita por meio de jato d'água. O uso de luvas de PVC e óculos é obrigatório.

Este procedimento deve ser feito com uma mangueira com a saída de água de preferência com pressão natural, sem qualquer equipamento para aumento da pressão, como os esguichos ou máquinas de lavagem.

A mangueira deve ser introduzida no tubo de inspeção permitindo que a água corra livre por 20 minutos, com isto todo resíduo que possa estar acumulado no suporte sairá e o clorador estará pronto para ser utilizado novamente, com sua vida útil preservada.

Procedimentos:

Para realizar a limpeza do clorador deve-se obrigatoriamente usar óculos de segurança, luvas de PVC.

Passo 1: Abra a tampa do tubo de inspeção.

Passo 2: Se possível remova o suporte de pastilha lave-o e encaixe novamente. Caso o suporte seja fixo, introduza uma mangueira até o suporte por meio do tubo de inspeção e permita que a água flua ininterruptamente por cerca de 20 minutos.

Passo 3: Feche a tampa.

4.2. MONITORAMENTO

A operação do processo biológico deve ser controlada, não só durante a fase inicial, mas também durante a operação normal. Uma parte importante de controle do processo é a constante caracterização do afluente. Sendo assim, recomenda-se o monitoramento contínuo da vazão e o monitoramento periódico, de preferência trimestral e no mínimo 2 vezes por ano, dos seguintes parâmetros conforme artigo nº 21 da norma CONAMA 430 onde define condições e Padrões para Efluentes de Sistemas de Tratamento de EFLUENTES SANITÁRIOS Sanitários:

- pH
- Temperatura
- materiais sedimentáveis SST
- Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C
- DQO
- substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) N-NKT
- materiais flutuantes.

Obs: condições de padrões de lançamento relacionadas na Seção II, art. 16, incisos I e II da Resolução CONAMA 430, poderão ser aplicáveis de acordo com o órgão ambiental competente em função de características e legislações locais.

4.3. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Tabela VIII Operação de sistema de EcoEte®: guia de adequação a problemas principais do afluente.

Indicações/Observações	Efeito Provável	Ações Corretivas
Problemas do Afluente		
1) Vazão de operação Valores maiores que o máximo de projeto	- Fluxos mais altos podem perturbar o tempo de contato do substrato com a colônia bacteriana (= sobrecarga hidráulica). Isto conduziria a uma perda de eficiência (aumento de SST, DQO, DBO e concentração de nutrientes no efluente final).	- A vazão do sistema deverá ser reduzida, e/ou negociado modulo (reator complementar), atender a demanda excedente
2) pH Valores fora da faixa	- Intoxicação da colônia bacteriana. O processo de nitrificação é o processo mais sensível no tratamento biológico. A qualidade de efluente diminuirá bastante se o pH nos tanques de aeração estiver além dos limites normais.	- Se o pH estiver extremamente baixo ou alto (pH < 5,5 ou > 9,5), a entrada do esgoto afluente deverá ser acompanhada, caso a disfunção atinja valores críticos (pH < 4,5 ou > 10), parar imediatamente o fluxo de entrada através do uso da comporta do pre-tratamento, persistindo o problema deverá ser utilizado produto de correção de pH (NaOH ou HCl), para reabertura da comporta. - Se o pH estiver divergindo dos valores normais, mas ainda entre os limites aceitáveis especificados acima, o pH nos tanques deverá frequentemente ser monitorado, objetivando garantir os parâmetros de processo corretos. A causa da variação do pH deverá ser investigada e resolvida.
3) Carga orgânica (DBO, DQO, S.S.) Valores fora da faixa	Valores maiores - Deterioração da qualidade do efluente - Aumento da taxa de geração de lodo	- A relação F/M para a planta deveria ser reduzida.
	Valores baixos (extremos durante um longo período) - Deterioração da qualidade do lodo	- A concentração de S.S. e DQO/DBO do efluente deveria ser monitorada. - Intervenção na massa microbológica.

Tabela X Operação de sistema de EcoEte®: guia de adequação a problemas principais no reator.

Indicações/Observações	Efeito Provável	Ações Corretivas
Problemas no Reator		
1) pH Valores normais: entre 6,5 e 7,5	- Intoxicação da colônia bacteriana. O processo de nitrificação é o processo mais sensível no tratamento biológico. A qualidade de efluente se deteriorará fortemente se o pH nos tanques estiver fora da faixa operacional.	- Correção do pH com a adição de ácidos (HCl) ou bases (NaOH). - Se a variação do pH for decorrente do pH do afluente, reduzir a vazão afluente. - Se o pH for extremamente baixo ou alto (pH < 4,5 ou > 10), parar imediatamente o fluxo de entrada através do uso da comporta do pretratamento, persistindo o problema deverá ser utilizado produto de correção de pH (NaOH ou HCl), para reabertura da comporta. .- Se o pH estiver divergindo dos valores normais, mas ainda na faixa operacional aceitável, a DQO biológica e a remoção de DBO permanecerão boas, mas o processo de nitrificação pode ser inibido. A concentração dos nitrogênios no efluente deverá ser conferida para verificar se não há inibição. Se possível o pH do afluente deverá ser corrigido para manter uma boa remoção biológica do nitrogênio.
2) SST ou concentração de SSV Valores fora da faixa de qualidade de entrada e saída	- Deterioração da qualidade do efluente devido as variações de carga. - Sobrecarga do sistema (carga orgânica alta).	- Avaliar as disfunções, caso persistam as disfunções avaliar os sistemas prediais de contenção de sólidos, entre os principais a caixa de gordura, obrigatória conforme NBR ABNT 8160, caso o efluente tratado apresente valores de sólidos elevados avaliar a possibilidade de inserção de filtro de polimento.

Tabela XI Operação de sistema de EcoEte®: guia de adequação a problemas principais do efluente.

Indicações/Observações	Efeito Provável	Ações Corretivas
Problemas no Efluente		
1) pH Valores normais permitidos por lei	Valores mais altos ou mais baixos - Efluente pode estar fora da faixa de lançamento permitido por lei.	- A causa e efeito devem ser encontradas e corrigidas no reator.
2) Concentração de DBO Valores normais permitidos por lei	- Efluente pode estar fora da faixa de lançamento permitido por lei.	- Se a concentração de DBO for muito alta, isto sempre será devido a um funcionamento inadequado do tratamento biológico. Este mal funcionamento pode ser devido a: carga orgânica muito alta, concentração de oxigênio muito baixa, choque tóxico no sistema, deficiência de macronutrientes (nitrogênio e fósforo), deficiência de micronutrientes (traço de metais) - Dependendo da causa devem ser tomadas ações específicas.

Indicações/Observações	Efeito Provável	Ações Corretivas
Problemas no Efluente		

3) Concentração de DQO Valores normais permitidos por lei	- Efluente pode estar fora da faixa de lançamento permitido por lei.	- Uma concentração de DQO muito alta no efluente pode ter as mesmas razões como acima descrito para a DBO. - Se a concentração de DQO for mais alta, mas a de DBO baixa, isto indica que o afluente contém componentes não biodegradáveis. Neste caso a origem desta fração não biodegradável deverá ser investigada.
4) Concentração de SST Valores normais permitidos por lei	- Efluente pode estar fora da faixa de lançamento permitido por lei. - Presença de um lodo flutuante - Presença de espumas - Carga hidráulica muito alta - Carga orgânica muito alta - Choque tóxico no sistema - Deficiência de macronutrientes (nitrogênio e fósforo) - Deficiência de micronutrientes (traços de metais)	- Valores altos de sólidos suspensos no efluente final são devidos principalmente a presença de lodo leve no efluente. - Se partículas inorgânicas extremamente finas estiverem presentes no afluente, estas também podem abandonar o tratamento biológico junto com o efluente.
5) Tensoativos Espuma branca, leve, com aspecto saponáceo	- Aparentemente, não interfere na eficiência de remoção de DBO da ETE e tem a sua concentração reduzida por degradação biológica em reator anaeróbio.	- Concentrações de detergentes ainda são admissíveis em processos biológicos. - Se possível, obter sistemas de pós-tratamento.

4.4. SEGURANÇA DO TRABALHO

Medidas gerais de segurança

Como regra geral, devem ser adotadas medidas básicas de segurança na planta a fim de prevenir acidentes:

- Manter a área da planta limpa e evitar qualquer transbordo de água, lodo ou substâncias químicas;
- Manter desimpedidos os passeios, corredores e escadas;
- Usar roupa apropriada, inclusive capacete, calça de segurança e adequadas luvas de borracha ao manipular substâncias químicas;
- Nunca correr na planta;
- Nunca fumar na planta;
- Nunca nadar nos tanques;
- Suspender a fonte de energia antes de consertar bombas, válvulas, transportadores, etc.

Biosólidos (lodo)

Embora não seja rotineiro do sistema EcoEte®, o lodo biológico anaeróbio consiste em uma mistura muito heterogênea de vários tipos de bactérias, fungos e protozoários. Normalmente, o lodo não é prejudicial ou tóxico, mas a pessoa sempre deve lembrar-se que o lodo anaeróbio pode conter germes patogênicos. Deve-se então tomar cuidado ao se manipular biosólidos; aconselha-se o uso de luvas e é indispensável a lavagem posterior das mãos. Pela mesma razão, deve-se prevenir a inalação de aerossóis produzidos pelo sistema, tomando cuidado ao se abrir as tampas dos tanques para eventual manutenção.

Substâncias químicas

Também não usual do sistema EcoEte®, as substâncias químicas quando manipuladas devem atentar às medidas de segurança de acordo com as orientações fornecidas pelo fabricante, normalmente expressas no rótulo. As pessoas geralmente

deveriam usar roupa protetora como um casaco de plástico, luvas de borracha e protetores faciais. Cuidado especial deverá ser tomado quando os vapores forem tóxicos ou corrosivos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E BASES TÉCNICAS

O sistema EcoEte, é em sua essência um sistema biológico de alta taxa, que apresenta um desempenho acima dos sistemas anaeróbios convencionais, pois utiliza-se de otimização do método de degradação natural da matéria orgânica, através de uma cepa bacteriana integrada, sendo assim, atende resultados de eficiência superiores aos estabelecidos pela legislação pertinente, atuando diretamente para a preservação ambiental.

Outro fator preponderante do sistema, é a sua facilidade operacional, o que nos remete a concluir que o sistema EcoEte se destaca como um completo e natural método de tratamento de efluentes.

6. RESPONSÁVEL TÉCNICO

LEANDRO
SCHWANCK
LOPES:947246360
68

Assinado de forma digital
por LEANDRO SCHWANCK
LOPES:94724636068
Dados: 2025.07.07
11:27:41 -03'00'

Leandro Schwannck Lopes

Engenheiro Civil
CREA-SC 078593-5

7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12209*: Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12209*: elaboração de projetos hidráulico sanitários de estações de tratamento de EFLUENTES SANITÁRIOS sanitários. Projeto de Revisão, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10004*: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BELLI FILHO, P.; LISBOA, H. M. Aplicabilidade da Flotação por Ar Dissolvido no Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20, 1999; Rio de Janeiro. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999, p. 694 – 701.

BORGES, F. R.; SANTOS, H. R. Tratamento de odores em estações de tratamento de efluentes líquidos. In: Semana de Engenharia Ambiental, VII, Irati, 2009. 6 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Resolução nº 430, de 13 de Maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, completa e altera a Resolução nº 357, de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. DF. 2011.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, 01 jan. 2007, retificado em: 11 jan. 2007.

BRASIL. *Manual de saneamento*: orientações técnicas. 3a. Edição Revisada. Brasília: FUNASA – Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408 p.

BRASIL. *Tratamento de esgoto: tecnologias acessíveis*. Rio de Janeiro: BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento, Área de Projetos de Infra-estrutura, n. 16, 1997. 8 p.

CAMPOS, J. R. *Tratamentos de EFLUENTES SANITÁRIOS sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo*. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 3, de 28 de junho de 1990. Diário Oficial da União, Brasília, 22 ago. 1990, nº 1, p. 15937-15939.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Diário Oficial da União, Brasília, 22 ago. 1990, nº 1, p. 15937-15939.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, 25 jan. 2001, nº 53, Seção 1, p. 70-71.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Diário Oficial da União, Brasília, 16 mai. 2011, Seção 92, p. 89.

DAN-RIN, B. P. et al. *Tratamento de EFLUENTES SANITÁRIOS*. 2ª Edição. Rio de Janeiro: SENAI-RJ, 2008. 252 p.

FEBRER, P. et al. Dinâmica da decomposição mesofílica de resíduos orgânicos Misturados com águas residuárias da suinocultura. *Engenharia na Agricultura*, v. 10, n.1 - 4, p. 18 - 30, 2002.

HELMER, R.; HESPANHOL, I. (Editors). *Water Pollution Control - A Guide to the Use of Water Quality Management Principles*. 2nd Edition. Thomson Science & Professional, 1997, 460 p.

JOÃO, J. J. *Acompanhamento experimental: microbiologia EcoEte®*. 2007. 13 f. Relatório Técnico (Relatório de Pesquisa) – Divisão de Tratamento de Águas e Efluentes, SISNATE, 2007.

MACIEL, C. B. *Microbiologia de lodos ativados da empresa FRAS-LE*. 2002. 122 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Química) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul. 2002.

MARÇAL JR., E. *Curso de tratamento de EFLUENTES SANITÁRIOS*: introdução ao tratamento de EFLUENTES SANITÁRIOS. Rio Claro: EEA – Empresa Engenharia Ambiental, 2004. 237 p. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/informacoes/erh.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2014.

METCALF; EDDY. Activated sludge reading. In: _____. *Biological unit processes*. 3rd Edition. 1991.

OLIVEIRA, G. S. S.; ARAÚJO, C. V. M.; FERNANDES, J. G. S. Microbiologia de sistema de lodos ativados e sua relação com o tratamento de efluentes industriais: a experiência da Cetrel. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 14, n. 2, p. 183-192. 2009.

PARSEKIAN, M. P. S.; PIRES, E. C. Monitoramento e controle do crescimento excessivo de bactérias filamentosas em sistema anaeróbio/aeróbio de Tratamento de esgoto doméstico. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, XXVIII, Cancun, 2002. 8 p.

PEREIRA, R. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. *Revista Eletrônica de Recursos Hídricos*, v. 1, n. 1, p. 20-36. 2004.

PESTANA, M.; GANHIS, D. *Apostila: “Tratamento de EFLUENTES SANITÁRIOS sanitários”*. Piracicaba: ESALQ/USP – Engenharia de Biossistemas, 2013. 71 p.

PIVELI, R. P. *Apostila: “Tratamento de esgoto sanitário”*. São Paulo: USP, 2007. 148 p.

SANTA CATARINA. Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 181, de 02 de agosto de 2021. Estabelece as diretrizes para os padrões de lançamento de efluentes. Estado de Santa Catarina - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Santa Catarina. Florianópolis, 2021.

VON SPERLING, M. Análise dos padrões brasileiros de qualidade de corpos d’água e de lançamento de efluentes líquidos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.3, n 1, p. 111-132, 1998.

VON SPERLING, M.; FRÓES, C. M. V. Avaliação do desempenho de uma ETE tipo aeração prolongada com base em três anos de monitoramento intensivo. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, XXVI (AIDIS 98), Lima, 1998. In: Asociación Peruana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental; AIDIS. *Gestión ambiental en el siglo XXI*. Lima, APIS, 1998. p.1-7.