

## Estação de Tratamento de Esgoto por Zona de Raízes

JONIEL SOUZA DA SILVA

Bacharel em Engenharia  
Laureate International Universities /UNINORTE (Brasil)

RENAN AMANAJAS

Professor na Laureate International Universities / UNINORTE (Brasil)

BRUNA CAROLINE DA SILVA ROCHA

Bacharel em Engenharia  
Laureate International Universities /UNINORTE (Brasil)

### Resumo

*Este trabalho analisou a eficiência de uma estação de tratamento de esgoto projetada e construída para atender um complexo Residencial de Manaus, Amazonas, entregue em 2012 pela construtora para a concessionária de água da cidade, para controle e manutenção da mesma. Em visitas periódicas de acompanhamento da estação, notou-se que a saída da estação esgotada no efluente, ainda apresentava turbidez acentuada e odor elevado, com isso surgiu a oportunidade de estudo de caso no levantamento das causas. Iniciamos pelos testes laboratoriais da água do efluente, nos resultados das análises, a variação decrescente dos dados de DBO de 421mg/L a 73mg/L, entre o ponto de entrada da estação e sua saída final, mostrou uma melhoria significativa no tratamento com relação das medidas de oxigênio consumidos pelos microorganismos no processo. Já nos resultados de DQO, a variação crescente dos dados de coleta entre os mesmos pontos da estação, de 462mg/L a 504mg/L, mostrou que as bactérias responsáveis pela oxidação do tratamento, encontram-se em baixo rendimento, influenciando na turbidez e odor do tratamento. Em seguida, foi dimensionada a vazão e de entrada através pelo método de consumo por habitante com resultado de 2,28 L/s, e comparado com a vazão medida através do aparelho instalado na estação chamado de calha parshall, mostrou que os volumes de entrada são superiores a capacidade de atendimento, o que podemos*

*nos levou a considerar, a existência uma rede de esgoto composta, pelo nível de efluente presente na rede em dias torrenciais. No dimensionamento dos filtros, constatou-se que os mesmos, possuem apenas  $\frac{1}{4}$  da área devida. Com base nas informações levantadas, conclui-se que o tipo da estação escolhida, não foi a melhor opção para o tratamento deste tipo de efluente.*

**Palavras Chaves:** Análises de eficiência, estação de tratamento, esgoto, oxigênio.

## 1 INTRODUÇÃO

Os problemas de esgoto, são antigos tanto quanto a existência da humanidade em seu contínuo processo na construção de sociedade. Contudo, mesmo após séculos de desenvolvimento, a relutância e descaso quanto a esse tema tão básico, porém de suma importância, se torna visível quando encontramos ainda hoje, Cidades e até mesmo Países com um sistema precário quanto aos da idade média. A população e o ecossistema, sofre por anos por males provenientes da falta adequada de tratamento de esgoto.

Na situação atual, no Brasil, segundo dados da Atlas esgotos (ANA), 43% da população não dispõe deste direito, 12% utilizam-se de fossa séptica (sistema individual), que por ser construído pelo próprio usuário, não atende, na maioria das vezes, os quesitos mínimos de funcionalidade de acordo com as normas, em soma, estamos falando de apenas 55% da população que possui um sistema adequado, 18% deste esgoto coletado não é tratado, restando ainda 27% da população desamparada sem nenhum tipo de coleta ou tratamento, isso equivale a mais de 100 milhões de Brasileiros. De acordo com dados da FUNASA (1994), para cada R\$ 1,00 gasto em saneamento, R\$4,00 seriam economizados no sistema de saúde, só no Brasil, foi investido R\$ 100 bilhões em 2017, segundo a Associação Nacional de Hospitais (ANAHP). O investimento em infraestrutura é um

seguimento de caminho longo, porém, seu retorno é duradouro e seus benefícios de longo prazo, prova disso, é a Espanha que com investimento alto, alcançaram ótimos resultados e hoje são é uma referência mundial no setor de saneamento. O instituto Atlas de Esgoto, reforça que os investimentos neste setor, devem atender unitariamente as necessidades das 5.570 cidades de nosso País, pois as mesmas possuem suas peculiaridades e com isso a necessidade de um tratamento específico em conformidade a elas. Atualmente o ramo em pesquisa e desenvolvimento de novas técnicas para esta área tem se desenvolvido satisfatoriamente pelo globo, até mesmo aqui no Brasil, segundo a ANA, o planejamento para investimento no setor, estão projetados até 2035, com estimativa de R\$ 149,5 bilhões em obras de coleta e tratamento de esgoto, isso nos molhares que nossos dirigentes estão mais atentos a importância que é o saneamento. Com isso, o surgimento de novas tecnologias é apresentado todos os anos no mercado, no intuito de melhoria em eficiência nos processos de tratamento onde as principais metas são: melhor eficiência de tratamento, custos reduzidos e menos área de ocupação (compactação). Nesta perspectiva, diversos métodos já existentes no mercado hoje, e destacamos dentre eles, como nosso objeto de estudo, a Estação de tratamento de Esgoto por Zona de Raízes, que vem apresentando ótimos resultados de desempenhos, por ser um modelo simples, de baixo custo e muito indicado para zonas rurais por não produzir lodo que é um dos causadores de mau cheiro. Seu processo é constituído por fossa e filtro, onde a primeira etapa passa por um separador (fossa séptica), em que são retidos os sólidos em suspensão (SS), gordura e areia, pelo processo de sedimentação e retenção, então assim passar para o sistema posterior de tanques com sistema em simbiose de plantas, solos e micro-organismos. O trabalho a seguir retrata uma estação de tratamento deste tipo ao qual abordaremos os casos de sua funcionalidade em termos de eficiência do processo.

Desta forma, o objetivo geral desta pesquisa é analisar o tratamento de esgoto em uma estação de tratamento empregando a tecnologia de “Zona de Raízes”.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Apresentação do modelo**

Até alguns anos atrás as pessoas tinham uma visão distorcidas sobre as ETE's, pensavam que era coisa de outro mundo, um sistema simples, porém com suas técnicas não divulgadas, dava a impressão de que o acesso a essa tecnologia, era limitado apenas ao uso, confecção e projeção de poucos, mas hoje essa tecnologia tem sido bem difundida no mercado, pessoa e empresas, vem cada vez mais se familiarizando e especializando com esse ramo, proporcionando cada vez mais a boa divulgação pela curiosidade nas técnicas empregadas.

As estações de tratamento de esgoto também chamadas de ETE, é a parte do sistema de saneamento que se recebe as cargas poluentes oriundas de casa, empresas e indústrias, por meio de processos físicos, químicos e biológicos, na melhora para que esse efluente possa ser devolvido aos corpos hídricos, sem causar depuração das vias naturais, minimizando os impactos ambientais, sobe conformidade aos termos exigidos pela legislação ambiental. Em decorrência, cada estação projetada, visa atender à necessidade específica do tipo de efluente e região atendida.

Este processo de tratamento de efluentes, divide-se basicamente em duas etapas básicas: Na primeira, o tratamento primário, tem como principal função separar, sedimentar e reter os principais sólidos, para não danificar os equipamentos do sistema posterior, seus principais métodos são sistemas de Gradeamento e Decantação. No secundário, o efluente passa por um tratamento biológico em que os micro-organismos em contato com as partículas orgânicas se decompõem.

Existe hoje, uma variação grande de processo para o tratamento de efluentes, pesquisadores inovam e redefinem suas técnicas, apresentando novidades todos os anos um produto cada vez mais eficiente, compacto e de baixo custo, o que possibilita o acesso a um tratamento adequado para todas as classes e públicos. Dentre eles, podemos citar o sistema RAFA (Reator anaeróbico de fluxo ascendente), ou também conhecido como UASB (Upflow anaerobic sludge blanket), neste processo, o tratamento é feito em tanques, que inicialmente, no recebimento do efluente pela parte superior do primeiro tanque, em que os resíduos sólidos se sedimentam no fundo, fazendo a digestão anaeróbica e estabilização na forma de lodo e assim transpassando o líquido ascendente para uma calha coletora, parte desse lodo ao chegar em um determinado volume no tanque, é descartado por outra tubulação, para o processo de ressecamento e desidratação do mesmo, na etapa de separação do líquido, sólido e gasoso, que por sua vez o sólido é reduzido de volume e o gás é canalizado e aproveitado em algum processo de queima. No sistema SISTEG (Sistema natural de tratamento de esgoto), é um processo de invenção brasileira, que trabalha a biotecnologia, que utiliza agentes ativos existentes em plantas tropicais que retém, reagem e eliminam os resíduos poluentes do corpo hídrico naturalmente. Neste processo, o meio mais utilizado é o de bambus, que servem de agentes proliferadores de bactérias para o processo de depuração no efluente. No processo WETLANDS, se destaca o tratamento de esgoto por zona de raízes (ETEZR), o sistema primário é exigido no início do processo para separação dos sólidos, dentre eles, o mais indicado para esse processo é o de fossa séptica, que retém e sedimenta os mesmos, liberando apenas o efluente dissolvido, sendo conduzido ao sistema secundário, composto por um tanque projetado para atender a capacidade nominal da vazão específica de efluente, onde seu contato com o solo deverá estar impermeabilizado, vedando assim a absorção do líquido pelo solo. Neste compartimento, temos uma mistura simbiótica de

processos plantas, solos e micro-organismos SILVA (2008), onde o efluente é distribuído por canos perfurados que passa por um processo físico de filtragem em camadas de agregado miúdo (areia) e agregado graúdo (brita), seguido de um biofiltro (KAICK, 2002), constituídos por plantas com a característica de Rizomas, Aerênquimas e Macrófitas. Em outras palavras, possuir caule em forma de raiz com crescimento horizontal (Rizoma), plantas que possuem células infladas com cavidades preenchidas de oxigênio, o que permite a troca e transporte do mesmo não só para suas raízes, mas também para o solo (Aerênquimas), e plantas com características aquáticas ou pantanosas (Macrófitas), portal do IMPA (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia).

### **3 MATERIALS AND METHODS**

#### **3.1. Análises químicas do sistema de tratamento**

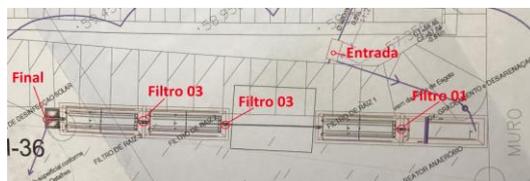
Segundo a Resolução Conama nº430/2011, que especifica:

[...] condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores.

Ela também ressalta que todos e qualquer efluente lançado no mesmo, deverá ser devidamente tratado, obedecendo as exigências mínimas de oxigênio dissolvido na água. Com base nessa resolução, foi elaborado um teste para análises de eficiência com cinco amostras de pontos estratégicos da estação de acordo com a (figura02 e Anexo 01). O primeiro ponto recolhido, foi na caixa coletora principal que antecede a entrada da estação, o segundo situa-se entre a saída da fossa séptica e entrada do filtro 01, a terceira entre a saída do filtro 01 e entrada do filtro 02, a quarta entre a saída do filtro 02 e entrada do filtro 03 e pôr fim, a quinta na saída do sistema. O primeiro ponto, nos traz a informação real do efluente de entrada para tratamento, no segundo ponto, avalia o tratamento específico da fossa séptica, no terceiro ponto de

coleta começa a avaliação do filtro 01, na quarta o do filtro 02 e na quinta o resultado de todo o processo tratado pela estação.

Este procedimento é aplicável a análises realizadas pelo laboratório de controle de qualidade em amostras de água, esgoto sanitário e meio ambiente. Ele é baseado no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22<sup>o</sup> edição, pelo método SMEWW 5220.D (Digestão em refluxo fechado e colorimetria), segundo este, a maioria da matéria orgânica disponível em águas de esgoto pode ser oxidada por uma mistura de ácidos quentes do tipo crônico e sulfúrico. Quando uma amostra é digerida, o dicromato oxida o material orgânico resultando numa mudança do cromo. A demanda química de oxigênio (DBO) é definida como a quantidade de um oxidante específico que reage coma amostra em condições controladas, já na demanda química de oxigênio (DQO), um ensaio muito sensível é feito, onde o grau de oxidação da amostra é influenciado pelo tempo de digestão. Em resumo o DBO é uma medida do oxigênio consumido por microorganismos em condições específicas e o DQO é uma medida de poluentes em águas residuais e águas naturais.



**Figura 1: Disposição da retirada de amostras**

De acordo com a norma (CONAMA 430/2011), o período de ensaio das amostras (anexo 02), é de 15 a 20 dias, que a leitura dos reagentes possa ser feita. Abaixo temos na tabela 1, os resultados obtidos pela análise de cada amostra no comparativo.

PARÂMETROS FÍSICOS				
LOCAL: VIVER MELHOR III				
AMOSTRA	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	DQO/DBO	TURBIDEZ (NTU)
ENTRADA	421	462	1,1	111
FILTRO 01	320	494	1,5	93,4
FILTRO 02	319	496	1,6	123
FILTRO 03	293	504	1,7	101
FINAL	73	435	5,9	70,9

**Tabela 1: Resultado das análises de laboratório da estação**

Em análise dos resultados obtidos conforme tabela da figura 03, os resultados de DBO quem entra com 421mg/L e sai com 73mg/L diretamente para o efluente, mostra que a melhoria mínima de 60%, estipulada de acordo com o CONAMA nº430/11, atende aos parâmetros de oxigenação. Nos resultados de DQO, que crescem de 462mg/l na entrada e se eleva a 504mg/l no terceiro filtro, mostra que os níveis de oxidação das entre as bactérias não obteve bons resultados. Para a Turbidez, vemos que a uma oscilação na passagem entre os filtros, o que mostra a presença de muita matéria dissolvida no que se reproduz a falha DQO. Como resumo dos resultados, os níveis de DBO, mostram um ótimo rendimento no tratamento da estação, quanto a falha do processo de DQO, implica nos resultados dos testes de turbidez.

### **3.2. Levantamento da vazão recebida da estação**

A estação de tratamento de esgoto do tipo Por Zona de Raízes, é melhor indicada para áreas rurais, em seu sistema por não utilizar processos químicos no tratamento do efluente, necessita de uma grande área de ocupação para o seu funcionamento adequado (WETLANDS construídos e saneamento). A seguir, começa-remos levantando as vazões projetadas com base na NBR 9649.

### **Levantamento de vazão pela taxa populacional:**

Os dados para levantamento da vazão foram estimados para 512 residências do condomínio, cada uma contando em média com 3 habitantes por apartamento em um consumo base de 160

L de esgoto por pessoa utilizando a formula de  $Qd_{m\acute{e}dia} = \text{Pop} \times q \times R$  dividido por 1000 se desejar o resultado em  $m^3$  ou por 86400 se desejar em L/s, onde Qd representa a vazão média de esgoto. Por este cálculo, é possível verificar o volume médio, máximo e mínimo de efluente produzido pela população estimada para assim dimensionar a rede, coletores e a própria estação de tratamento. Em primeiro lugar, levantei o efetivo populacional de moradores, em seguida aplico as formulas e descubro os resultados das vazões: média, máxima e mínima da rede.

**DADOS:**

3 habitantes

8 apartamentos

4 andares

16 blocos

8 ap. x 4 and. X 16 bl. x 3 hab./ap.

População = 1.536,00 hab.

$q = 160L/hab$

$R = 0,80$

$K1 = 1,2$

$K2 = 1,5$

$K3 = 0,5$

**Vazão de esgoto doméstico médio:**

$$Qd_{med} = \frac{\text{Pop.} \times q \times R}{1000} = M^3/dia$$

1000

$$Qd_{med} = \frac{\text{Pop.} \times q \times R}{86400} = L/s$$

86400

$$Qd_{med} = \frac{1536hab. \times 160 \times 0.80}{86400} = L/s$$

86400

$$Qd_{med} = 2,28L/s$$

**Vazão máxima:**

$$Q_{max} = Qd_{med.} \times K1 \times K2 =$$

$$Q_{max} = 2,28 \times 1,2 \times 1,5 = 4,10L/s$$

**Vazão mínima:**

$$Q_{\min} = Q_{d\_med} \times K3 =$$

$$Q_{\min} = 2,28 \times 0,5 = 1,14L/s$$

Tem-se assim as variações de vazão dimensionadas para o dia em que a máxima chegou a 4,10L/s, a mínima a 1,14L/s e em média de 2,28L/s.

**3.3. Levantamentos da estação existente**

Percebeu-se por meio observações, que o nível do efluente variava muito em dias de chuva e que a quantidade excessiva em dias normais de resíduos sólidos (lixo residencial e areia), presentes no PV de entrada, não eram compatíveis com as de uma rede coletora de esgoto, e que excediam as expectativas de sua capacidade.

A estação de tratamento fonte de nosso estudo, é composta por um Reator Anaeróbico de 13,50m de comprimento, 4,00 de largura e 2,50m de altura totalizando uma área de 54,00m<sup>2</sup> e volume de 135,00m<sup>3</sup>, seguido de três filtros jardins (também chamados) de 12,20m de comprimento, 4,50m de largura e 1,60m de altura, com área unitária de 54,90m<sup>2</sup> e volume unitário de 87,84m<sup>3</sup>, no total de área de 164,70m<sup>2</sup> e volume total de 263,52m<sup>3</sup>. Composta por cerca de vinte árvores por tanque no total de 60 árvores (anexo 03), de aproximadamente 3m de altura em média, do tipo Monguba Pachira Aquática, também conhecida por: Munguba, Castanheira da Água, Falso Cacau e outros, espécie nativa de nossa região muito comum pelos leitos de rios e igarapés de nosso Amazonas. Abaixo levantamento discriminado.

**Reator anaeróbico:**

ÁREA:

$$13,50m \times 4,00m = 54,00m^2$$

VOLUME:

$$13,50m \times 4,00m \times 2,50m = 135,00m^3$$

**Filtro de raiz:**

ÁREA: (x3)

$$12,20\text{m} \times 4,50\text{m} = 54,90\text{m}^2 \times 3\text{und} = 164,70\text{m}^2$$

VOLUME: (x3)

$$12,20\text{m} \times 4,50\text{m} \times 1,60\text{m} = 87,84\text{m}^3 \times 3\text{und} = 263,52\text{m}^3$$

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes a análise das variáveis químicas do efluente estão apresentadas na tabela 1. Os resultados indicam que os níveis de oxigenação do tratamento estão de acordo com os parâmetros estipulados pelo CONAMA n°430/11, mas os testes de oxidação da matéria através dos micro-organismos, não surtiram muito efeito devido à grande quantidade de matéria orgânica dissolvida, implicando assim nos resultados de turbidez do efluente com dispersão do elevado nível de sólidos dissolvidos no mesmo.

Em relação ao nível de efluente em dias torrenciais e a grande quantidade de lixo presente na rede, podemos levar em consideração, a existência de uma rede de águas pluviais interligada na coletora de esgoto do sistema, ação essa muito comum nas redes de nossa cidade.

Para o levantamento da vazão projetada, foram obtidas as vazões: média (Vazão média do dia), de 2,28L/s, máxima (Vazão máxima do dia), de 4,10L/s e mínima (Vazão mínima do dia), de 1,14L/s.

Para o dimensionamento do filtro de raízes, segundo dados do Wetlandes (página de referência mundial no dimensionamento e construção deste tipo de estação), para cada 1hab, é necessário de 1 à 2m<sup>2</sup> de área de filtro, e ressaltando que deverá ser acrescentado cerca de mais 40% nas áreas de circulação da própria estação, então digamos que para uma população levantada do empreendimento com cerca de 1.536,00hab, precisaria de no mínimo de 1.536,00m<sup>2</sup> de área de

filtros, mas a estação real possui apenas área de 164,70m<sup>2</sup> com volume de 263,52m<sup>3</sup>.

A existência de uma rede de drenagem interligada na rede de esgoto do empreendimento, implica diretamente na capacidade de vazão projetada, por sua vez, interfere no devido funcionamento da eficácia da estação, como podemos ver no quadro da tabela de análises do efluente, pelo excesso do volume projetado. Esse tipo de estação de tratamento, por ser uma estação que não se utiliza de produtos químicos em seu processo de tratamento, é projetada apenas para um sistema unitário de coleta, e não comporta um sistema de esgoto combinado pelo simples fato do efeito sanfona, em que quanto maior o volume de esgoto coletado maior será a área projetada para o filtro.

Quanto a vazão projetada de  $Q_{d\_med} = 2.28L/s$ , e ao compararmos com um dispositivo instalado chamado “calha *Parshall*” (ver anexo 05), que tem por finalidade medir a vazão do efluente dada em m<sup>3</sup>/h. Observamos que a vazão medida chega ao nível 160m<sup>3</sup>/h, transformando para nossa atual unidade de medida, tem-se a vazão de 45l/s, uma grande diferença entre a projeção e a medição real, dando novamente a margem de para a existência de uma rede de esgoto combinada. E por fim comparando os filtros já existentes, em relação aos parâmetros estipulados segundo o grupo WETLANDS, a área construída dos três filtros, corresponde apenas a 18%, sendo que foi utilizado um tanque mais profundo, chegando assim a ¼ do volume calculado.

## 5 CONCLUSÃO

A estação de tratamento de esgoto por zona de raízes (ETEZR), é um sistema antigo bem difundido em países como a Espanha e Alemanha, mas pouco conhecido aqui em nosso país, com suas peculiaridades, traz consigo as vantagens importantes de baixo custo de manutenção e instalação, ótima eficiência no

processo de tratamento sem a utilização de produtos químicos e um produto basicamente natural, mas como também como todo produto, possui suas desvantagens de capacidade de tratamento versus tamanho dimensionado, com isso, quando dimensionada corretamente e aplicada para a necessidade correspondente, como qualquer produto, nos traz ótimos resultados.

Sobre a estação implantada, tema de nosso estudo, verificamos que o volume dimensionado para o tratamento efetivo nos filtros, corresponde a apenas 1/4, do o projetado de acordo com a quantidade de habitantes, descobrimos também que a projeção de uma rede compartilhada interligada no sistema, não se adequa aos procedimentos de uso deste tipo de estação, isto implicou diretamente nos resultados do tratamento conforme comprovado nos resultados do laboratório. Com isso, resumimos que a estação de tratamento existente, opera com vazão superior ao projetado devido a rede interligada indevidamente, que seu volume de capacidade de tratamento projetado, não é suficiente para atender com eficiência a demanda do processo hoje existente e por fim podemos assim dizer que o modelo de estação escolhido para o tratamento, não tenha sido a melhor opção.

Para melhoria do sistema já existente, um novo projeto foi construído por parte da concessionária, constituída de um sistema de Pré-Tratamento (anexo 06), que parte da entrada da rede no PV até a fossa séptica. Esse sistema é subdividido em: tanque de gradeamento onde os sólidos são retidos, tanque do desarenador que separa a areia do efluente, caixa de gordura e pôr fim a Calha *Parshall* que é uma unidade de medida do fluxo e vazão do efluente. Com esse processo novo implantado, a melhoria projetada para a estação, seria de até 40%, mas infelizmente, não foi possível avaliar até o momento de fechamento deste trabalho, através de novos testes laboratoriais, os novos resultados, que por fim será temas uma possível pesquisa futura.

## **6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969/1997 – Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projetos, construção e operação.**
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229/1993 – Projeto, construção e operação de tanques sépticos.**
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648 – Estudos de concepção de sistemas de esgoto sanitário.**
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12209 – Projeto de estação de tratamento de esgoto sanitário.**
5. BRASIL. Ministério do meio ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 430, 13 de maio de 2011.
6. PROSAB. Francisco; SUTÔNIO. Bastos Mota e Marcos Von Sperling. **ESGOTO Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção.** Editora ABES, CE. 2009.
7. <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/estacao-de-tratamento-de-esgoto-etapas-dos-tratamentos>
8. <https://www.wetlands.com.br/single-post/2017/06/23/Wetlands-Constru%C3%ADdos-uma-solu%C3%A7%C3%A3o-para-o-tratamento-de-lodos-de-esgoto>
9. [https://www.tudosobreplantas.com.br/asp/plantas/ficha.asp?id\\_planta=29413](https://www.tudosobreplantas.com.br/asp/plantas/ficha.asp?id_planta=29413)

## **ANEXOS**

### **ANEXO 01: Retirada das amostras da estação para análises.**

**Amostra filtro 01**



**Amostra filtro 02**



**Amostra da saída final**



**Amostra do filtro 03**



**ANEXO 02: Amostras prontas para início dos testes.**



**ANEXO 03: Amostra das árvores no filtro 01.**



**ANEXO 04: Volume da vazão que chegou do efluente.**



**ANEXO 05: Quando de demanda**



**ANEXO 6: Sistema de Pré-Tratamento**

