



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Arthur Martins De Negri

SISTEMA NATURAL DE TRATAMENTO DE EFLUENTES – SISNATE® – ESTUDO DE CASO

Palmas – TO

2017

Arthur Martins De Negri

SISTEMA NATURAL DE TRATAMENTO DE EFLUENTES – SISNATE® – ESTUDO
DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. MSc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira

Palmas – TO

2017

Arthur Martins De Negri

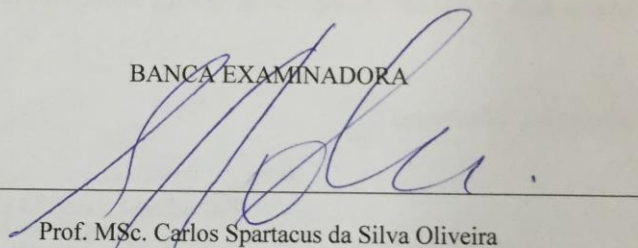
SISTEMA NATURAL DE TRATAMENTO DE EFLUENTES – SISNATE® – ESTUDO
DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e
apresentado como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro
Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA)

Orientador: Prof. MSc. Carlos Spartacus da Silva
Oliveira

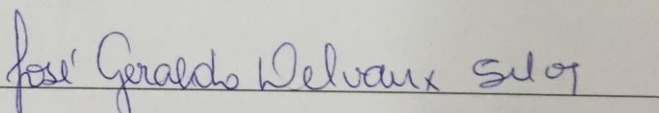
Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA



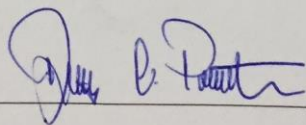
Prof. MSc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Dr. José Geraldo Delvaux Silva

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Esp. Dênis Cardoso Parente

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por ter proporcionado à mim o dom da vida, por ter família e amigos espetaculares, por ter nos concedido saúde e proteção.

Aos meus pais, Miguel Ângelo De Negri e Eva Martins Elias, que de forma indescritível sempre me ajudaram, apoiaram e incentivaram a nunca desistir por quaisquer motivos que sejam, por mais difíceis que possam parecer. Juntamente com minha madrinha Sheila Regina Martins, meu tio Humberto Moreira Rezende e minha tia Aparecida de Lourdes Martins, que está acompanhando meu crescimento de um lugar muito especial.

Aos meus amigos Rubens Mion, Roselane Mion e demais membros que proporcionaram a mim, uma grande experiência profissional no campo da engenharia civil durante quase três anos, fazendo com que eu pudesse crescer absurdamente de forma prática e profissional, me projetando ao cenário real da vida, e claro, a minha primeira remuneração como estagiário. Sem deixar de mencionar também, os meus amigos de trabalho, Antônio Rodrigues, Nerildo Cerqueira, Alberto, Rodrigo, Antônio Dias, Gil Barrada, entre outros tantos que sempre me passaram suas experiências e conhecimentos vividos em obras.

A esta universidade, CEULP/ULBRA Palmas-TO, por ter dado a oportunidade, apoio e suporte para que mais essa etapa na vida pudesse ser realizada.

Aos meus amigos de dentro e fora da faculdade, que de forma indireta ou direta, sempre estiveram ali quando precisei.

Ao meu professor, orientador e amigo Carlos Spartacus da Silva Oliveira por ter me dado toda ajuda e suporte, em nossas demoradas orientações, para a realização desse trabalho. Não menos importante, aos demais professores, Fábio Spínola, Dênis Parente, Edivaldo Santos e José Geraldo, que cada um com sua parcela de contribuição, pôde me passar um pouco de seu conhecimento para engrandecer esse projeto.

Aos meus amigos Roberto, Benvindo, Marceley e colaboradores do laboratório de análises, no qual fiquei bastante tempo ultimamente, que me ajudaram de forma incrível e direta para a realização desse trabalho.

A todos, o meu muito obrigado.

RESUMO

No estudo e planejamento de uma Empresa com forte tendência de provocar um risco eminente de desequilíbrio ambiental, tal como o de transporte de pessoas, onde os meios de trabalho (ônibus) contribuem com o excesso de resíduo na manutenção de seus equipamentos, acha-se conveniente o emprego de normas e regulamentos para melhor acondicionar ou dar vazão regulamentar aos seus despejos. Com a preocupação de se seguir as normas exigidas, o planejamento foi direcionado para que a coleta do efluente pré-tratamento, não fosse lançado direto no meio ambiente, fato proibitivo na relação com o meio ambiente. Em obediência a proibição desse lançamento no meio ambiente, o que fazer com os rejeitos do efluente? A Empresa optou então por *reaproveitar* a água servida para o *reuso* na lavagem dos equipamentos. Para tanto, recorreu à uma nova tecnologia apresentada na engenharia de saneamento: o SISNATE, Sistema Natural de Tratamento de Efluente. O desenvolvimento desse Sistema resume-se na distribuição planejada e projetada de tanques em concreto armado, primeiramente para armazenamento da água servida, proveniente da lavagem dos ônibus, em seguida um tanque equalizador, para separação de óleos e graxas. Na sequência vem o tanque principal, ou seja, o reator biológico, com a presença de bactérias aeróbias e anaeróbias, que farão o trabalho de quebra da matéria orgânica presente no efluente. Assim a água se torna reutilizável ou lançada no manancial, não sendo potável para dessedentação humana. Com essa determinação a Empresa, contribuiu prodigiosamente para o equilíbrio ambiental, seguindo os mandamentos da resposta ao apelo da sociedade, assim como numa redução vantajosa nos custos financeiros de manutenção, direcionando os ativos para outras despesas, como na aplicação social, talvez.

Palavras-chave: Reuso. Matéria Orgânica. Meio Ambiente.

ABSTRACT

In the study and planning of a Company with a strong tendency to cause an imminent risk of environmental imbalance, such as the transportation of people, where the means of work (buses) contribute with the excess waste in the maintenance of their equipment, the use of standards and regulations to better prepare or give regulatory discharge to their disposal. With the concern of following the required standards, the planning was directed so that the collection of the pre-treatment effluent was not released directly into the environment, a fact prohibitive in relation to the environment. In obedience to the prohibition of this release in the environment, what to do with the tailings of the effluent? The Company then opted to reuse water for reuse in the washing of equipment. To do so, it resorted to a new technology presented in sanitation engineering: the SISNATE, Natural Effluent Treatment System. The development of this system is summarized in the planned and projected distribution of tanks in reinforced concrete, first for the storage of the wastewater, from the washing of the buses, then an equalizing tank, for the separation of oils and greases. Next comes the main tank, that is, the biological reactor, with the presence of aerobic and anaerobic bacteria, which will do the work of breaking the organic matter present in the effluent. Thus the water becomes reusable or thrown into the well, not being potable for human consumption. With this determination the Company contributed prodigiously to the environmental balance, following the commandments of the response to the company's appeal, as well as an advantageous reduction in the financial costs of maintenance, directing the assets to other expenses, as in social application, perhaps.

Keywords: Reuse. Organic matter. Environment.

QUADRO DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Arquedotto Appia.....	14
Figura 2 – Arquedotto Acqua Marcia.....	15
Figura 3 – Desenho da disposição coletora do esgoto doméstico.....	16
Figura 4 – Fossa séptica, filtro anaeróbio e sumidouro.....	17
Figura 5 – Sistema de esgoto sanitário.....	19
Figura 6 – Variação diária típica de vazão de esgotos sanitários.....	20
Figura 7 – Processo geral de tratamento de esgoto.....	20
Figura 8 – Etapas do processo de tratamento aeróbio de efluentes.....	22
Figura 9 – Etapas do processo de tratamento anaeróbio de efluentes.....	22
Figura 10 – Representação geral do sistema SISNATE®.....	24
Figura 11 – Local de realização da pesquisa.....	26
Figura 12 – Local da lavagem dos carros.....	28
Figura 13 – Desarenador (Zoom).....	29
Figura 14 – Desarenador.....	29
Figura 15 – Amostras retiradas do sistema e separadas em “Entrada” e “Saída”.....	30
Figura 16 – Amostra sendo inserida no frasco de vidro para que pudesse ser armazenada no compartimento, para aguardo dos 5 (cinco) dias corridos.....	31
Figura 17 – Amostras separadas.....	32
Figura 18 – Compartimento dos reagentes.....	32
Figura 19 – Amostras sendo inseridas nos frascos com reagentes e em seguida sendo separadas.....	32
Figura 20 – Amostras sendo inseridas nos frascos com reagentes e em seguida sendo separadas.....	32
Figura 21 – Bloco Digestor, localizado em uma capela de exaustão.....	33
Figura 22 – Processo de leitura das amostras no espectrofotômetro	34
Figura 23 – Blocos ao fundo e canaletas, ambos em concreto, para confecção dos tanques.....	38

Figura 24 – Projeto Executivo do sistema SISNATE.....	38
Figura 25 – Construção do Desarenador.....	39
Figura 26 – Construção da Elevatória 1.....	40
Figura 27 – Construção do Equalizador.....	41
Figura 28 – Construção dos Reatores Biológicos.....	42
Figura 29 – Construção do Filtro Anaeróbio e poros em PVC do mesmo.....	42
Figura 30 – Casa de bomba com dosador de cloro.....	43

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Plano de investimento ETE SISTEG/SISNATE.....	44
TABELA 2 – Plano de investimento EEE Ligação Tronco Odebrecht.....	47

SUMÁRIO

SUMÁRIO	
1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMAS DE PESQUISA.....	11
1.2 HIPÓTESES	11
1.3 OBJETIVOS.....	11
1.3.1 Objetivo Geral	11
1.3.2 Objetivos Específicos.....	11
1.4 JUSTIFICATIVA	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1. CONTEXTO HISTÓRICO	13
2.2. ESGOTAMENTO	15
2.2.1 ESGOTO DOMÉSTICO	15
2.2.2 ESGOTO INDUSTRIAL	17
2.2.3 ESGOTO PLUVIAL	17
2.3. TRATAMENTO DO ESGOTO	17
2.3.1 TRATAMENTO BIOLÓGICO DE EFLUENTES.....	20
2.4. SISTEMA NATURAL DE TRATAMENTO DE EFLUENTES - SISNATE®	22
3 METODOLOGIA.....	24
3.1. DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	24
3.2. LOCAL DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA	24
3.3. DETALHAMENTO DOS PROCEDIMENTOS.....	25
3.3.1 Volume inicial produzido.....	25
3.3.2 Potabilidade do efluente pré-tratamento.....	25
3.3.3 Estudo interno do sistema.....	26
3.3.4 Detalhamento de dimensões e processo construtivo do sistema	26

3.3.5 Potabilidade do efluente pós-tratamento.....	26
3.3.6 Estudo de viabilidade Econômica e Financeira	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
4.1. VOLUME INICIAL PRODUZIDO	27
4.2 POTABILIDADE DO EFLUENTE PRÉ-TRATAMENTO.....	28
4.3 ESTUDO INTERNO DO SISTEMA	33
4.4 PROCESSO CONSTRUTIVO E DIMENSÕES DO SISTEMA	36
4.5 POTABILIDADE DO EFLUENTE PÓS-TRATAMENTO.....	43
4.6 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA	44
5 CONCLUSÃO.....	48
6 REFERÊNCIAS	49
7 ANEXOS	52

1 INTRODUÇÃO

Não há como negar que os tempos de descaso para com o meio ambiente, que sempre forneceu suas riquezas para a sobrevivência do ser humano, ainda são presentes nos tempos de hoje. E não é necessário muito esforço para encontrar provas desse descaso sendo realizado, onde o esgoto, de qualquer tipo, é lançado em mananciais, poluindo a água, a natureza em torno e assim destruindo qualquer forma de vida ali presente.

Na tentativa de proteger o ambiente dessas ações, existem órgãos e grupos de pesquisadores que pensam, estudam e testam formas de rebater todo esse mal que a ação do homem causa no meio ambiente. Assim sendo, após muitos anos de estudos, pesquisas, análises e testes, um sistema de tratamento inovador no mundo veio à tona, apresentando métodos eficazes desse tratamento do efluente gerado, utilizando meios de filtragem totalmente naturais, não gerando gases e nem outras substâncias nocivas à natureza e ao homem.

A partir dessa descoberta, esse estudo irá tratar da apresentação do Sistema Natural de Tratamento de Efluentes - SISNATE®, seus objetivos, métodos de funcionamento e resultados positivos não só para a sociedade, mas também para o meio ambiente e todos os que ali vivem. O sistema, desenvolvido pelo professor e ambientalista Galdino Santana de Limas, em Laguna/ Santa Catarina, contém uma estrutura de funcionamento com tratamento preliminar, elevatórias, equalizador, reatores biotecnológicos e filtro anaeróbio.

O apresentado sistema já contempla algumas cidades brasileiras, e diversos estados da república, e em breve, será comercializado internacionalmente. Na capital Palmas/TO, o sistema está em funcionamento em duas localizações, sendo a que será tratada nessa pesquisa, é na garagem da empresa Expresso Miracema Ltda, principal empresa de transporte público da capital. Sua função dentro da empresa é tratar o efluente gerado pela lavagem dos ônibus, para que possa ser novamente utilizado para o mesmo fim, assim tendo uma considerável economia de água e energia para a empresa, até porque o sistema não necessita de energia para seu funcionamento, não gerando gases nocivos à natureza e principalmente mantendo a consciência sustentável, de não desperdício da água e poluição do meio ambiente.

1.1 PROBLEMAS DE PESQUISA

Como comprovar a eficácia do sistema em estudo, através da análise dos resultados de testes de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), avaliando a qualidade do efluente tratado que provém do processo?

1.2 HIPÓTESES

Por meio de testes bioquímicos de qualidade, é possível confirmar a qualidade do efluente tratado no expurgo do sistema e sendo assim, o efluente resultante poderá ser lançado em manancial sem riscos para o ambiente ou reservado para reuso.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar as características físicas, químicas e biológicas do efluente tratado, produto do funcionamento do sistema, verificando a eficiência do mesmo em remover a matéria orgânica e a turbidez presente no efluente gerado.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar análises de DBO e DQO para conferência da qualidade do efluente tratado, produto do sistema, frente às normas da ABNT, CONAMA e demais órgãos responsáveis.
- Avaliar se o efluente tratado, proveniente do sistema tem a capacidade de, não só ser novamente utilizada para os fins da empresa como também apresentar outras formas de reutilização, se adequando as normas exigidas.
- Realizar um estudo de viabilidade econômica e financeira para avaliar o plano de investimento a ser realizado e a viabilidade do projeto para a empresa.
- Analisar os processos biológicos que ocorrem no interior dos reatores, a fim de conhecimento do comportamento das cepas-microbianas presentes no produto SISNATE®.
- Avaliar os dados resultantes de todas as propostas de análises acima citadas.

1.4 JUSTIFICATIVA

Tendo em pauta todo o descaso que a humanidade apresentou e apresenta perante o meio ambiente, gerando exemplos como: o não tratamento do esgoto produzido pelo próprio e dentre inúmeras outras formas de agressão à natureza, esse estudo tem como finalidade apresentar um sistema de tratamento de esgoto, de forma inovadora, que possa tratar e transformar o efluente residual que ali adentra, em efluente com qualidade aceitável para os padrões da norma, tendo formas de reutilizações que serão apresentadas e avaliadas nessa pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CONTEXTO HISTÓRICO

Atualmente, é de conhecimento da população que um sistema de saneamento básico, tanto para levar a água tratada, quanto para conduzir o esgoto gerado ao seu tratamento, é de suma importância para o convívio harmônico da sociedade, para a higiene do ambiente e para a saúde de ambos. E por experiência própria, desde os primórdios das civilizações, o homem sabe que o não desenvolvimento desses sistemas pode gerar grandes problemas para a sociedade, sendo o principal problema, as doenças.

Antes de tudo isso, de acordo com Fernandes (1997, cap. 1), os primeiros sistemas de esgotamento que foram executados pelo homem tinham como objetivo protegê-lo das vazões pluviais e fluviais, por inexistir redes regulares de distribuição de água potável e sistemas de descargas hídricas. Naquele tempo, por volta de 4000 a.C., as civilizações costumavam se desenvolver em torno dos leitos fluviais e por conta disso, com o tempo, os rios se tornavam poluídos para o desenvolvimento e para o consumo da população.

Com o passar dos tempos, foram surgindo novas tecnologias, necessárias para o crescimento ordenado das civilizações, e formas de se trabalhar com os resíduos em várias regiões como a Índia (por volta de 3000 a. C.), Egito (2100-1700 a. C.), até que por volta de 300 a. C., o grande Império Romano (IR), especialista em desenvolvimento de novas tecnologias para a época, se consolidou como a primeira grande civilização a tratar especificamente do saneamento. (Fernandes, 1997, cap. 1)

A construção de archedutos, tornou o IR a referência quando o assunto era levar água à população. O primeiro a ser construído foi o “Aqua Appia” (Figura 1) em 312 a. C. e o maior é o “Aqua Marcia”, com 91 km de extensão (Figura 2).

Figura 1: Archedotto Appia



Fonte: Google Street View, Roma, Itália.

Já no Brasil, o primeiro sistema de saneamento apareceu por volta de 1855 quando o então imperador D. Pedro II (1825-1891) contratou o serviço de ingleses para elaborarem sistemas de esgotamento para São Paulo e Rio de Janeiro. Fernandes (1997, cap. 1)

A princípio foi complicado, para os ingleses, a análise do novo sistema, por ser uma região de clima e urbanização diferente da Europa. Mas depois de muito estudo, foi adotado um inédito sistema, para a época, no qual apenas as vazões pluviais provenientes de áreas pavimentadas, juntamente com as águas residuais domésticas, eram coletadas e conduzidas às galerias. (Fernandes, 1997, cap. 1)

Figura 2: Arquedotto Acqua Marcia



Fonte: Google Street View: Roma, Itália.

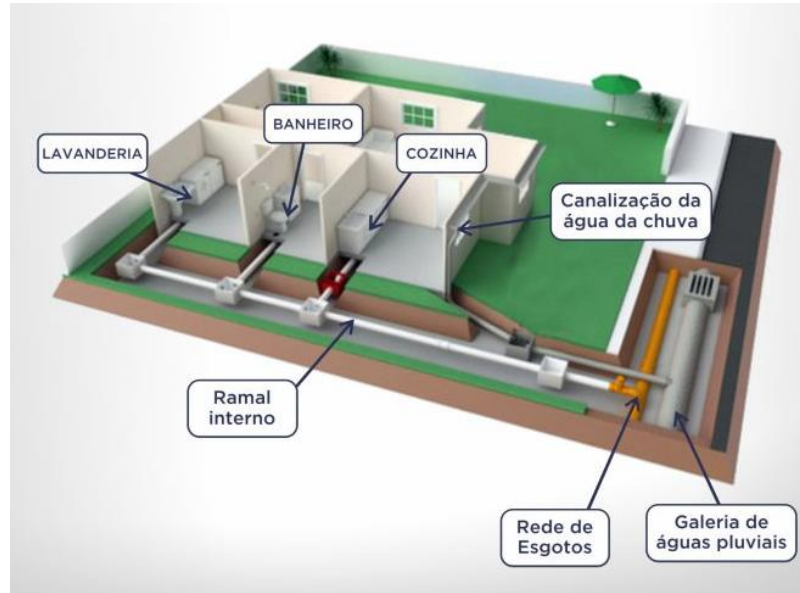
2.2. ESGOTAMENTO

As vazões de esgotamento, ou simplesmente esgoto, é o conjunto de águas residuais não reaproveitadas, que provém do uso humano, juntamente com as águas do escoamento superficial e possíveis drenagens subterrâneas. Ou seja, é toda aquela água que é utilizada nas atividades domésticas, como tomar banho, lavagem de roupas e piso, somada à água que provém das chuvas. E dependendo da forma que forem caracterizados, o esgoto pode ser classificado tecnicamente em esgoto doméstico ou sanitário, esgoto industrial e esgoto pluvial. (Fernandes, 1997, cap. 1)

2.2.1 ESGOTO DOMÉSTICO

Esgoto doméstico (Figura 3), como já foi citado, é aquele que provém de atividades domésticas, oriundo de ações humanas, assim como também o esgotamento de peças sanitárias como, por exemplo, lavatórios e bacias sanitárias. No caso do esgoto doméstico, existem algumas formas de despejo e tratamento do efluente produzido, como a fossa séptica, filtro anaeróbio e o sumidouro. (Figura 4)

Figura 3 – Desenho da disposição coletora do Esgoto Doméstico



Fonte: www.odebrechtambiental.com

Fossa Séptica ou Tanque Séptico (Figura 4), de acordo com a norma ABNT (NBR 7229/1993), é uma unidade de tratamento cilíndrica, que trata o efluente por meio de processos de sedimentação, flotação e digestão, ou seja, é um sistema de tratamento de esgoto doméstico fundamental no combate a doenças, que evita o lançamento de dejetos no subsolo.

Geralmente, o tanque séptico é acompanhado de um Filtro Anaeróbio (Figura 4), que de acordo com a norma ABNT (NBR 13969/1997), é um reator biológico, onde os microorganismos causam as reações bioquímicas necessárias para a quebra dos poluentes presentes no esgoto e assim, tratando o efluente.

E por fim, o sistema ainda conta com o Sumidouro (Figura 4), que de acordo com a mesma norma acima citada (ABNT NBR 13969/1997), é um poço escavado no solo, com o intuito de depositar o esgoto proveniente do filtro anaeróbio, para a remoção de seus poluentes, por processo aeróbio.

Figura 4 - Fossa Séptica, Filtro Anaeróbio e Sumidouro.



Fonte: Revista Habitare, 2015.

2.2.2 ESGOTO INDUSTRIAL

Já o esgoto industrial, como o próprio nome já diz, provém de atividades industriais e por conta disso, possui características inerentes ao tipo de atividade, ou seja, varia do tipo de indústria que ali funciona. Nos casos de esgotos industriais, antes de serem despejados no sistema que conduz o efluente ao sistema de tratamento, é necessária uma análise das características biológicas que contém o esgoto, a fim de evitar qualquer tipo de contaminação dos variados tipos. (Fernandes, 1997, cap. 1)

2.2.3 ESGOTO PLUVIAL

E por fim, como também o próprio nome já diz, o esgoto pluvial é aquele que tem sua vazão gerada a partir da coleta de água que escoam superficialmente, oriunda das chuvas e demais precipitações atmosféricas ou qualquer outra situação de lavagem nas ruas. (Fernandes, 1997, cap.1)

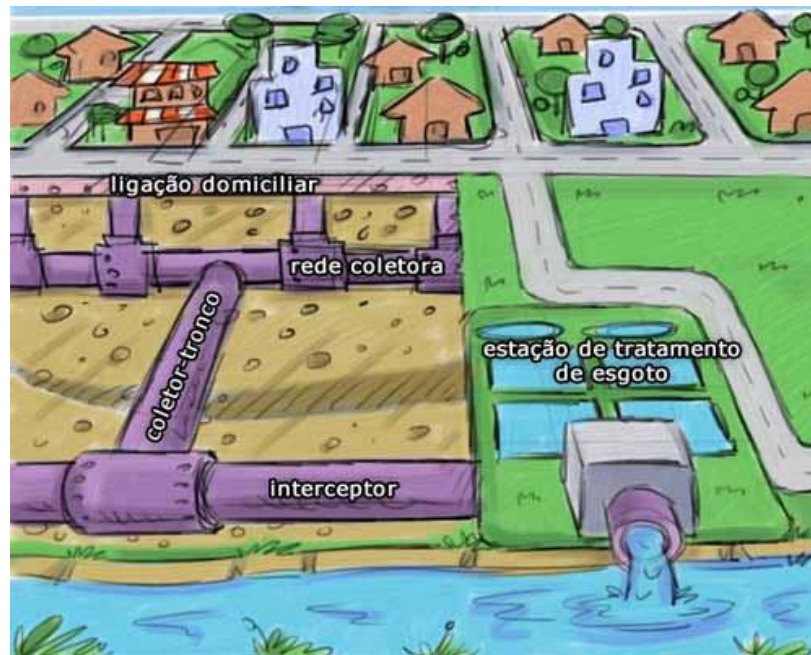
2.3. TRATAMENTO DO ESGOTO

É característico de qualquer meio social humano, o consumo de água como uma fonte de vida e necessidade básica para o melhor desempenho de várias ações diárias exercidas pela população. Mas juntamente a isso, há a geração de águas residuais sem quaisquer condições de reutilização. (Fernandes, 1997, cap.1)

De acordo com o mesmo autor, para que essas águas residuais indesejadas sejam esgotadas de forma segura, rápida e eficiente, faz-se necessário a construção de um conjunto de estruturas que compreende em canalizações coletoras, de preferência trabalhando por gravidade e que somadas a uma estação de tratamento desses resíduos coletados, formam o chamado Sistema de Esgoto Sanitário (SES), (Figura 5). E uma das principais funções de todo esse sistema é evitar a disseminação de doenças oriundas de detritos na forma de esgoto ou lixo, como explica Cavinatto (1992).

Depois de passar por toda a Rede Coletora de Esgoto (Figura 5), que é a canalização que conduz e converge todo o esgoto para um determinado local, o esgoto chega a esse tal local, denominado Estação de Tratamento de Esgoto, ou simplesmente ETE. Lá, o esgoto é tratado, de diferentes formas e para diferentes características, para que possa ser retornado à natureza, ou reaproveitado de outras formas.

Figura 5 - Sistema de Esgoto Sanitário



Fonte: Ilustração SABESP

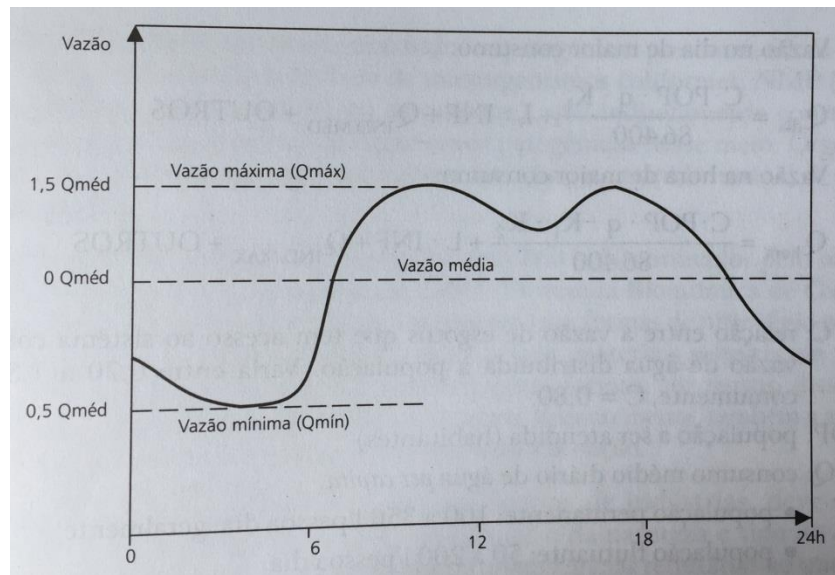
De acordo com a professora Jurandy Povinelli (1999, p. 26), as modernas estações de tratamento são sistemas altamente complexos que empregam uma variedade de estágios em seu processo, nos quais, cada estágio tem sua função que depende de outro. E a qualidade do produto resultante do sistema, depende da eficiência cumulativa dos demais estágios.

Geralmente os estágios do tratamento incluem o tratamento preliminar contendo gradeamento e caixa de areia, que é onde os resíduos sólidos e grandes são retidos. Após essa fase, vem o primeiro estágio, contendo um sistema anaeróbio. Já ao segundo estágio, contempla-se um sistema facultativo. E por fim, no terceiro estágio, tem-se um sistema de maturação para extermínio de bactérias.

Campos (1999, p. 1 e 2) explica que as estações de tratamento, geralmente, procuram reduzir o tempo em que o esgoto fica dentro do sistema e aumentar a eficiência das reações bioquímicas, a fim de atingir certo nível de redução de matéria orgânica.

E para reduzir o tempo e aumentar a eficiência do sistema, a vazão de esgoto está diretamente ligada a isso. De acordo com Campos (1999, p. 4) de forma geral, essa vazão de esgoto durante o dia, varia bastante, como por ser observado na Figura 6, sendo que o ideal é permanecer no intervalo apresentado, de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ a $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

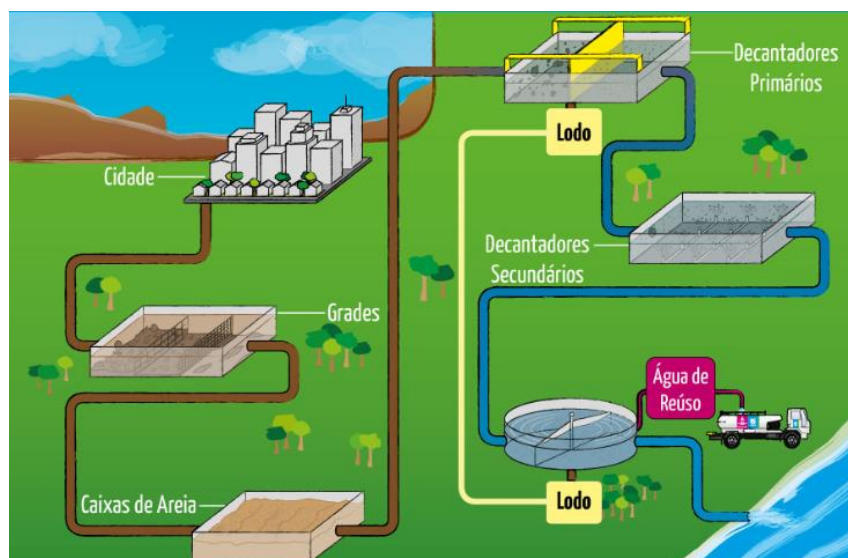
Figura 6 – Variação diária típica de vazão de esgotos sanitários



Fonte: Livro Tratamento de esgotos sanitários por processos anaeróbios e disposição controlada no solo - Coleção PROSAB

Sendo assim, após todo o processo (Figura 7), a água produto do sistema está pronta para retornar aos mananciais e/ou ser utilizada de outras formas. Só não é indicada para consumo humano, no sentido de beber, mas ela pode ser tratada e ser sim utilizada para esse fim.

Figura 7 – Processo geral de tratamento de esgotos



Fonte: Site SABESP

2.3.1 TRATAMENTO BIOLÓGICO DE EFLUENTES

De acordo com Von Sperling (1996, p. 11), o tratamento biológico é aquele que opera inteiramente por processos e mecanismos biológicos. Nele, a matéria orgânica é convertida em partículas menores, tudo por processo natural, que introduzido à tecnologia, faz com que esse processo, denominado de autodepuração, possa se desenvolver por meio de condições controladas e taxas mais elevadas, ou seja, trabalhar em processo controlado de sua eficiência e gerando uma solução mais compacta.

O mesmo autor, acima citado, ainda explica que a compreensão da microbiologia para o tratamento de esgoto é de suma importância para a realização do projeto e operação do sistema. Situação que antigamente não era considerada, onde a base dos engenheiros projetistas era essencialmente empírica. Com o reconhecimento da engenharia sanitária, os biólogos têm trazido seus conhecimentos e sendo de fundamental importância na compreensão do sistema, fazendo com que os resultados sejam mais eficientes e reduzindo os custos.

E os principais motivos para que esses processos possam ter a eficiência desejada, são as bactérias, fungos, protozoários, algas e vermes. E desses citados, as bactérias são as mais importantes para a estabilização da matéria orgânica. (Von Sperling, 1996, p. 11-12) Elas (as bactérias) presentes no próprio efluente agem de forma a transformar as substâncias orgânicas insolúveis em substâncias inorgânicas solúveis. (Pestana e Ganghis, 2014).

Dentro do sistema de tratamento, dois processos biológicos se destacam, como formas de digestão das bactérias. Processo Aeróbio e o processo Anaeróbio. De acordo com a Tera Ambiental (2013), o tratamento biológico aeróbio (Figura 8) consiste em utilizar bactérias aeróbias, ou seja, que utilizam do oxigênio para sua respiração e assim degradar as substâncias orgânicas que são assimiladas como alimento e fonte de energia. Nesse processo o efluente é submetido à determinada temperatura, pH e oxigênio controlado, além de obedecer a relação de massa e demanda biológica de oxigênio (DBO), a fim de promover a remoção de matéria orgânica com mais eficiência.

Enquanto isso, o tratamento biológico anaeróbio (Figura 9) consiste em utilizar de bactérias anaeróbias (sem oxigênio), caracterizado por ter uma maior capacidade de carga orgânica em seu sistema, fazendo com que suas bactérias tenham uma melhor eficiência. (Tera Ambiental, 2013)

De acordo com Campos, (1999, p. 31) a digestão anaeróbia é um processo em que diferentes organismos que não necessitam de oxigênio, promovem a quebra e transformação de compostos orgânicos mais complexos, gerando assim, substâncias mais simples como o metano e gás carbônico. Em isso, a formação do metano é bem vinda, pois essa substância é capaz de remover o material orgânico do efluente com certa eficiência.

Pestana e Ganghis (2013) explicam que a decomposição aeróbia é diferente da anaeróbia pelo seu tempo de processamento, e pelos produtos resultantes do sistema. Geralmente, o sistema anaeróbio necessita de pelo menos três vezes mais tempo que o aeróbio, que como já foi mencionado, o sistema anaeróbio gera gás metano e carbônico. Por sua vez, o sistema aeróbio gera também gás carbônico, mas também nitratos, sulfatos e outras substâncias úteis à vida vegetal.

Figura 8 – Etapas do processo de tratamento aeróbio de efluente



Fonte: site empresa ECO, Curitiba – PR

Figura 9 – Etapas do processo de tratamento anaeróbio de efluente



Fonte: site NaturalTec – Tratamento de Água e Meio Ambiente

2.4. SISTEMA NATURAL DE TRATAMENTO DE EFLUENTES - SISNATE®

A água, durante muito tempo, sempre foi considerada pela humanidade, um recurso inesgotável, que estaria sempre ali em abundância, mesmo a água doce sendo menos de 3% da água encontrada no planeta. E talvez por conta desse pensamento, de ser um recurso inesgotável, a água foi mal administrada.

Hoje se pode comprovar em algumas regiões do Brasil e mundo, que a escassez de água doce é uma realidade, que de tempos em tempos, grandes metrópoles entram em estado de alerta, sendo submetidos a racionamentos. E é pensando nisso, que ao mesmo tempo cresce a consciência para perceber a importância do controle do desperdício e do reuso da água.

Foi seguindo nessa linha de pensamento, de formas a reaproveitar a água de quaisquer que seja a origem, que o professor e pesquisador Galdino Santana de Limas desenvolveu um sistema de tratamento natural de água em Laguna/ SC, que se utiliza das bactérias presentes no bambu, adicionado a novos microorganismos. Mas sozinho, o bambu não faz o trabalho, pois ele não faz a filtragem em quantidade e volume. O bambu é apenas um meio de suporte para que as demais bactérias possam agir. Mas então por que o bambu?

De acordo com Galdino, por causa da sua durabilidade. E um dia ele reparou que a qualidade da água presente em torno do bambu, era melhor do que as de outros locais. Ou seja, o bambu é um filtrante natural. Sendo assim, ele pesquisou, estudou e testou por mais de 20 anos, criando e multiplicando colônias de bactérias encontradas na natureza, a fim de encontrar formas para uma filtragem eficiente, degradando a matéria orgânica e tudo através do bambu que ele havia observado.

Depois da descoberta, Galdino patenteou o sistema, nomeado como Sistema natural de tratamento de efluentes - SISNATE® e que hoje é um produto que faz parte da SISTEG – Consultoria em Tratamento de Efluentes. De acordo com o memorial descritivo técnico da SISTEG, o SISNATE é um sistema de tratamento de efluentes compacto e completo, ou seja, da parte preliminar até o polimento final.

A estação de tratamento é composta de um conjunto de 4 (quatro) ou 8 (oito) reatores, em série, que trabalham utilizando a biomassa vegetal como meio suporte, injetando na mistura (matéria orgânica), as bactérias que foram cuidadosamente selecionadas para exercerem seu devido papel de filtragem.

Ainda de acordo com o memorial descritivo, a biomassa vegetal, que tem um teor de nutrientes considerável, proporciona o ambiente perfeito nas suas devidas condições, para que as cepas possam sobreviver. Além disso, não existe a geração de lodo, pois o meio suporte tem a característica de suprir os nutrientes também dos sistemas convencionais. Completa o sistema (Figura 10), um filtro anaeróbio composto, normalmente projetado com corpo duplo e que tem como objetivo promover o polimento final do efluente.

Figura 10 – Representação geral do sistema SISNATE®



Fonte: site SISTEG

3 METODOLOGIA

3.1. DELINEAMENTO DA PESQUISA

Para o seguinte trabalho, foi adotada a pesquisa aplicada como finalidade metodológica, ou seja, uma pesquisa em que se utilizam os dados a fim de gerar conhecimentos para aplicação prática, sempre voltada à soluções de problemas específicos.

Quanto à abordagem de pesquisa, caracteriza-se por ser uma busca quanti-qualitativa, ou seja, é uma pesquisa objetiva, que de acordo com Richardson (1999), se caracteriza por instrumentos de apresentação estatísticos para eventual comparação e sendo analisada como estudo de caso, englobando teorias e conceitos sobre o assunto.

A pesquisa descritiva é a forma de estudo que mais se adequa a esse trabalho, analisando o objetivo metodológico, pois de acordo com Andrade (2002), a exploração descritiva preocupa-se em observar os fatos, registrá-los, analisá-los, classificá-los e interpretá-los.

Quanto ao procedimento metodológico, o trabalho, como já foi dito, se encaixa em um estudo de caso, que de acordo com Gil (1999, p. 73), é caracterizado pelo estudo aprofundado e exaustivo de um objeto, de maneira a permitir conhecimentos amplos e detalhados do mesmo. Quanto à citação do local da realização metodológica do estudo, deve ser caracterizada por uma pesquisa de campo, até porque o sistema a ser estudado já está implantado e em funcionamento.

3.2. LOCAL DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada na garagem da empresa Expresso Miracema Ltda (Figura 10), principal empresa de transporte coletivo urbano de passageiros na cidade de Palmas, Tocantins. O sistema de tratamento de efluente a ser estudado foi implantado e está em funcionamento na empresa desde o mês de Maio do ano de 2016.

Figura 11 – Local de realização da pesquisa



Fonte: Google Maps, Garagem Expresso Miracema, Palmas, Tocantins.

3.3. DETALHAMENTO DOS PROCEDIMENTOS

3.3.1 Volume inicial produzido

A primeira etapa a ser realizada para o desenvolvimento da pesquisa é o estudo de um elemento fundamental no processo: o volume inicial (Vol_i). O volume inicial é um dado que foi coletado por meio de análises quantitativas de utilização dos produtos e de água, necessários para uma lavagem completa nos carros, que mostrou o quanto de efluente, proveniente dessa lavagem, adentra no sistema, a fim de dimensionamento dos tanques e do sistema como um todo.

3.3.2 Potabilidade do efluente pré-tratamento

Além do volume inicial, que adentra no sistema, outra informação relevante para a pesquisa, é a qualidade do efluente que estará contribuindo para o sistema. E para isso, foram realizadas análises iniciais de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que corresponde à quantidade de oxigênio necessária para ocorrer à oxidação da matéria orgânica e Demanda Química de Oxigênio (DQO), que avalia a quantidade de oxigênio dissolvido em meio ácido para ocorrer à degradação da matéria, para que a comparação, com a qualidade do efluente inicial, fosse efetuada ao final do processo.

3.3.3 Estudo interno do sistema

Após as análises da qualidade do efluente gerado, um fato que aguça a curiosidade sobre o sistema é: o que acontece dentro do sistema que faz com que o mesmo seja (ou não) eficiente? Para isso, foram realizados estudos de comportamento do efluente no sistema, acompanhando os processos que ali acontecem.

3.3.4 Detalhamento de dimensões e processo construtivo do sistema

Através do volume produzido, foi realizado um detalhamento das dimensões dos tanques do sistema para analisar se seu dimensionamento atende todas as necessidades volumétricas de cada tanque, juntamente com o detalhamento construtivo, apresentando o sistema de forma mais prática e de melhor entendimento do projeto.

3.3.5 Potabilidade do efluente pós-tratamento

Seguindo a mesma linha de pensamento, o efluente proveniente do sistema foi novamente analisado por DBO e DQO para a comparação de qualidade do efluente pós-tratamento e assim, justificando a eficiência do sistema. Também foi analisado e comparado com as normas, o resultado do pH presente no efluente.

3.3.6 Estudo de viabilidade Econômica e Financeira

Afinal, qual seria o motivo da implantação desse sistema, se não a busca pela relação custo/benefício e pela consciência ambiental. Sendo assim, foi realizado um estudo de viabilidade do projeto, através de dados fornecidos pela então representante do sistema, TEMPEL BioSolutions, utilizando situações reais de orçamento, a fim de confirmar (ou não) a questão econômica que o sistema proporciona para a empresa e o estado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. VOLUME INICIAL PRODUZIDO

Dando prosseguimento ao que foi proposto na Metodologia (Item 3), o seguinte tópico apresenta os resultados das atividades acima mencionadas. Como primeiro passo, foi indicado que seria realizada uma determinação quantitativa de volume que adentra no sistema, proveniente da lavagem dos ônibus. Dessa forma, tal volume de efluente foi determinado por meio de média aproximada através da observação da quantidade de água e demais produtos utilizados, para que pudesse ser realizada uma lavagem completa nos ônibus.

Assim sendo, foi analisado que diariamente a lavagem dos carros gasta em média 400 l (quatrocentos litros) de água e produtos, para que possa ser realizada a lavagem de 1 (um) carro. Juntamente com essa informação, foi contabilizado e determinado que são lavados, em média, 200 (duzentos) carros diários, sendo que o maior fluxo de utilização dos elementos de lavagem é durante o período noturno, onde maior parte da frota de veículos está estacionada na garagem, para serviços de manutenção, lavagem (Figura 12), verificação e abastecimento.

Realizando assim um simples cálculo matemático, foi possível determinar que a lavagem dos carros, diariamente, produz cerca de 80.000 l (oitenta mil litros) ou 80 m³ (oitenta metros cúbicos) de efluente, considerando o que estiver na mistura como matéria orgânica, água, óleos, graxas, e toda e qualquer tipo de substância que estiver ali presente.

Figura 12 – Local de lavagem dos carros



Fonte: Fotografia efetuada no dia 04/10/2017 pelo autor.

Deve-se levar em consideração também que, por ser durante o período noturno o maior fluxo de movimentação no setor de lavagem e funcionamento do sistema, a qualidade do efluente coletado para análises químicas e bioquímicas (propostas no Item 3.3.2.) tende a ser bem menor do que uma amostra coletada no período matutino ou vespertino.

4.2 POTABILIDADE DO EFLUENTE PRÉ-TRATAMENTO

Em seguimento aos tópicos da metodologia, o segundo item **3.3.2 - Potabilidade do efluente pré-tratamento**, é um dos mais importantes da pesquisa, por tratar diretamente do ideal do estudo, ou seja, comprovar a eficiência do sistema. E para isso, o item propõe uma análise de qualidade do efluente que é inserido no sistema, para que futuramente possa ser realizada uma comparação com o efluente pós-tratamento.

Assim sendo, para que essas análises pudessem ser realizadas, por Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), foi necessária uma coleta de amostras no principal acesso do efluente ao sistema, o desarenador, que consiste no elemento inicial que compõe o tratamento preliminar do sistema (Figura 13 e 14). Posteriormente, as amostras foram levadas a um laboratório para que o processo de análise pudesse ser iniciado.

Figura 13 – Desarenador (Zoom)



Figura 14 – Desarenador



Fonte: Fotografia efetuada no dia 15/09/2017 pelo autor.

Em estando no laboratório, foram utilizados alguns instrumentos básicos e mais sofisticados de trabalho, como pipeta volumétrica com “pêra”, Erlenmeyers, bloco digestor, um medidor de oxigênio dissolvido, e um espectrofotômetro.

Com as amostras (Figura 15) e os instrumentos em mãos, as análises estavam prontas para começarem e para isso, foi separado da seguinte forma: a primeira análise a ser realizada seria uma Demanda Bioquímica de Oxigênio, pelo fato de que seria coletado um primeiro dado dessa análise e posteriormente, exatos 5 dias depois, seria coletado a segunda análise da mesma amostra, se caracterizando assim na análise DBO_{5, 20}.

Figura 15 – Amostras retiradas do sistema e separadas em “Entrada” e “Saída”.



Fonte: Foto retirada no dia 15/09/2017 pelo autor, no laboratório de análises.

Assim sendo, as amostras foram inicialmente aferidas com o medidor de oxigênio dissolvido, sendo aferido uma leitura de **29,4 mg/l** e assim colocadas em frascos de vidro, para que pudessem ser armazenadas em um compartimento com temperatura constante em 20°Celsius, durante 5 (cinco) dias corridos (Figura 16), finalizando assim, a primeira etapa do processo de análise por DBO.

Figura 16 – Amostra sendo inserida no frasco de vidro para que pudesse ser armazenada no compartimento, para aguardo dos 5 dias corridos.



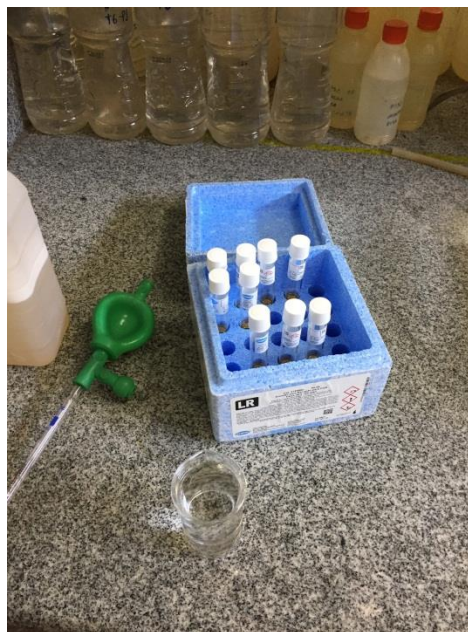
Fonte: Foto retirada no dia 15/09/2017 pelo autor, no laboratório de análises.

Da forma como foram organizados os processos, o segundo ato realizado foi uma análise de Demanda Química de Oxigênio (DQO). Para isso então, as amostras que foram coletadas do sistema, foram separadas e colocadas em recipientes menores, onde continham os reagentes químicos, do tipo COD TNT 16mm 3- 15mg/L 25UN, que são responsáveis pelo processo de DQO (Figura 17 e 18).

Figura 17 – Amostras separadas



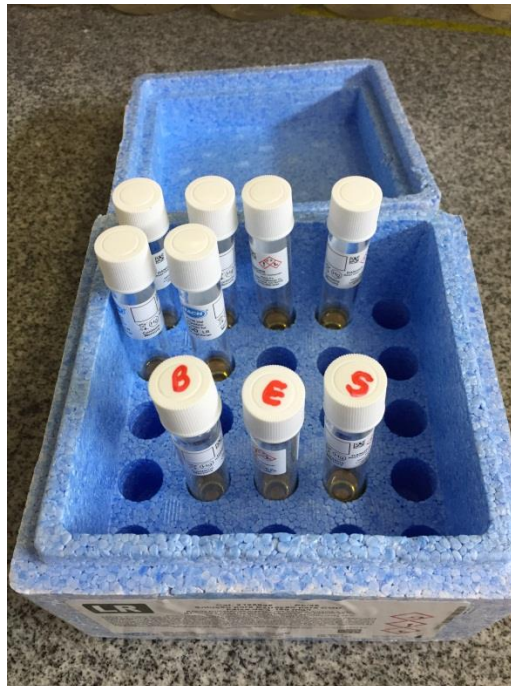
Figura 18 – Compartimento de reagentes



Fonte: Foto retirada no dia 15/09/2017 pelo autor, no laboratório de análises.

Em seguida, as amostras foram colocadas nos frascos menores, utilizando a pipeta volumétrica com “pêra” (Figura 19 e 20), numa quantidade de 2 ml, juntamente com os reagentes, posteriormente, agitados de forma leve e constante, durante mais ou menos 10 (dez) a 15 (quinze) segundos, e posicionados de volta ao compartimento de origem.

Figura 19 e 20 – Amostras sendo inseridas nos frascos com reagentes e em seguida sendo separadas.



Fonte: Foto retirada no dia 15/09/2017 pelo autor, no laboratório de análises.

Em seguida, os frascos que foram separados em “B” para “Branco” que contém água destilada, “E” que contém a amostra da entrada do sistema e “S” que contém a amostra de saída do sistema, são levados ao bloco digestor, que é um equipamento utilizado para acelerar as reações químicas em altas temperaturas (Figura 21).

Figura 21 – Bloco Digestor, localizado em uma capela de exaustão.



Fonte: Foto retirada no dia 15/09/2017 pelo autor, no laboratório de análises.

Mesmo se tratando de um processo rápido, esse “rápido” gira em torno de 2 (duas) horas, aproximadamente, período de tempo suficiente para que ocorram as reações químicas necessárias para leitura. Uma vez o prazo terminado, retira-se os frascos do bloco digestor, colocando-os em seu compartimento de origem e aguarda-se um tempo (de 15 a 30 minutos), necessários para seu resfriamento. Em seguida, leva-se os frascos para um Espectrofotômetro (Figura 22), instrumento utilizado para realizar as leituras de concentração de soluções e substâncias, por meio de energia radiante projetada no frasco, ou seja, transpassar um feixe de luz através da amostra e assim, conseguir aferir a intensidade de luz que atinge o detector.

Figura 22 – Processo de leitura das amostras no espectrofotômetro.



Fonte: Foto retirada no dia 15/09/2017 pelo autor, no laboratório de análises.

Após todos esses processos, a leitura da concentração para DQO inicial, fornecida pelo espectrofotômetro, foi de **60,1 mg/l**, finalizando assim o processo de DQO inicial, para posteriormente aguardar o resultado da amostra de saída do sistema, para futura comparação.

4.3 ESTUDO INTERNO DO SISTEMA

A fim de responder ao que foi proposto pelo item **3.3.3 Estudo interno do sistema**, o presente tópico apresentará as principais cepas bacterianas presentes nos reatores, bem como os processos biológicos que ali acontecem. Para isso, é necessário relembrar sobre o que contém o sistema SISNATE®.

De acordo com o Descritivo Técnico das Estações de Tratamento, fornecido pela TEMPEL BioSolutions, o produto SISNATE® é formado por bactérias e enzimas que são adicionadas nas células das estações de tratamento de efluentes.

Dentro dessas células, que formam as estações de tratamento de efluentes, está o meio suporte constituído de fibras vegetais do gênero *Bambusa*, no caso o Bambu, onde as bactérias formam um biofilme. Bactérias nas quais tem como principal tarefa a degradação da matéria orgânica presente no efluente, fazendo com que o mesmo esteja livre de poluentes.

O produto SISNATE® é composto pelas seguintes cepas bacterianas e suas respectivas composições quantitativas em UFC/mL (Unidade de formação de colônias por mililitro):

- Pseudomonas alcaligenes* com 07 UFC/ml
- Pseudomonas nitroreducens* com 07 UFC/ml
- Nitrobacter vulgaris* com 03 UFC/ml
- Bacillus thuringiensis* com 02 UFC/ml
- Aquaspirillum sinuosum* com 04 UFC/ml
- Azospirillum brasiliense* com 01 UFC/ml
- Azospirillum lipoferum* com 01 UFC/ml

Ainda de acordo com o Descritivo Técnico das Estações de Tratamento SISNATE®, as bactérias do tipo *Pseudomonas alcaligenes* e *Pseudomonas nitroreducens*, são anaeróbias com alta capacidade de degradação de carga orgânica poluidora, compostos orgânicos e alguns compostos inorgânicos. Esses microrganismos são encontrados em larga escala em plantas ricas em amido e fibras naturais.

As bactérias da espécie *Nitrobacter vulgaris* são bactérias responsáveis pelo processo de nitrificação, promovendo a oxidação do nitrogênio amoniacal em nitrito e nitrato, através de reações químicas pelo ciclo do nitrogênio. Estas cepas microbianas utilizam o processo de biosorção para retenção de metais pesados.

Os *Bacillus thuringiensis* é uma bactéria aeróbia, podendo crescer facultativamente em anaerobiose. Elas produzem lipases que são utilizados no tratamento de efluentes, resíduos domésticos, em limpeza de tubulações de esgotos, fossas sépticas, sumidouros e também para acelerar a biodegradação de polímeros, pois têm a capacidade de degradar graxas e gorduras transformando em substâncias solúveis em água.

As bactérias do tipo *Aquaspirillum sinuosum*, utilizadas no SISNATE®, são vorazes em seu apetite por lodo orgânico, um dos maiores benefícios após o consumo de gorduras é o consumo de lodo orgânico possibilitando a elevação do volume útil das células de tratamento e conseqüentemente, o aumento do tempo de retenção dos efluentes nas células da ETE.

As *Azospirillum brasiliense* atuam são fundamentais na fixação do nitrogênio e no ciclo de outros nutrientes, como fósforo e o potássio. Tanto *Azospirillum brasiliense* como o *Azospirillum lipoferum* utilizam malato como fonte de carbono, mas somente o primeiro consegue utilizar glicose. (Descritivo Técnico das Estações de Tratamento – TEMPEL BioSolutions, 2017).

Ainda de acordo com a TEMPEL, a composição exclusiva de bactérias naturais e enzimas utilizadas no produto SISNATE® decompõem com maior eficiência os poluentes existentes nos efluentes devido as suas características metabólicas. As gorduras, os óleos e as graxas são pertencentes a um grupo de compostos denominados lipídios.

As bactérias e enzimas fornecidas pelo SISNATE® são capazes de completar, sozinhas, o ciclo de digestão da matéria orgânica, transformando os lipídios em gás carbônico, água e energia. Elas ainda podem degradar os ácidos graxos e o glicerol.

Os resíduos orgânicos são constituídos de proteínas, hidratos de carbono, materiais gordurosos e fibras, que solidificam e dificultam a sua liquefação e redução. Os sólidos insolúveis e elementos em suspensão são particularmente difíceis de decompor. Como resultado a acumulação de sólidos e o bolo têm que ser liquidificados fora das células bacterianas e através da ação de enzimas, segregados por bactérias contidas no SISNATE®.

Ao liquefazer a matéria orgânica solidificada, o produto SISNATE® também permite que as bactérias naturais continuem o processo de decomposição dos materiais orgânicos a um ritmo muito mais acelerado, tornando também o efluente muito mais manejável em termos de despejo nos corpos receptores.

Por este motivo, a ação das bactérias e das enzimas do produto SISNATE® não permitem a formação de lodos e gás metano no seu sistema de tratamento de efluentes.

Os possíveis coliformes provenientes dos efluentes ficam aderidos ao biofilme compondo um complexo ecossistema formado por bactérias do sistema SISNATE® a as provenientes do efluente a ser tratado. Os biofilmes são formados sobre a superfície do meio suporte, uma vez que há maiores quantidades de nutrientes nestes locais, em comparação com líquidos.

Nas ETE's o conteúdo não dispõe de oxigênio suficiente e têm uma necessidade biológica excepcional de oxigênio. Com o produto SISNATE® é possível reduzir a DBO decompondo os resíduos e eliminando os maus cheiros. Assim sendo, o sistema garante de forma eficaz, o tratamento completo do efluente, sem gerar lodo orgânico, gás metano e odor.

4.4 PROCESSO CONSTRUTIVO E DIMENSÕES DO SISTEMA

Relembrando: o sistema SISNATE® é composto por etapa preliminar com caixa de gordura, grades, peneiras, caixa de areia, equalizador e um conjunto de 4 ou 8 reatores com meio suporte fixado ao fundo das células de tratamento, filtro aerado submerso e um sistema de desinfecção através de dosagem de hipoclorito de sódio com bombas dosadora eletromagnética com precisão de 0,1% a 100% de pulsos.

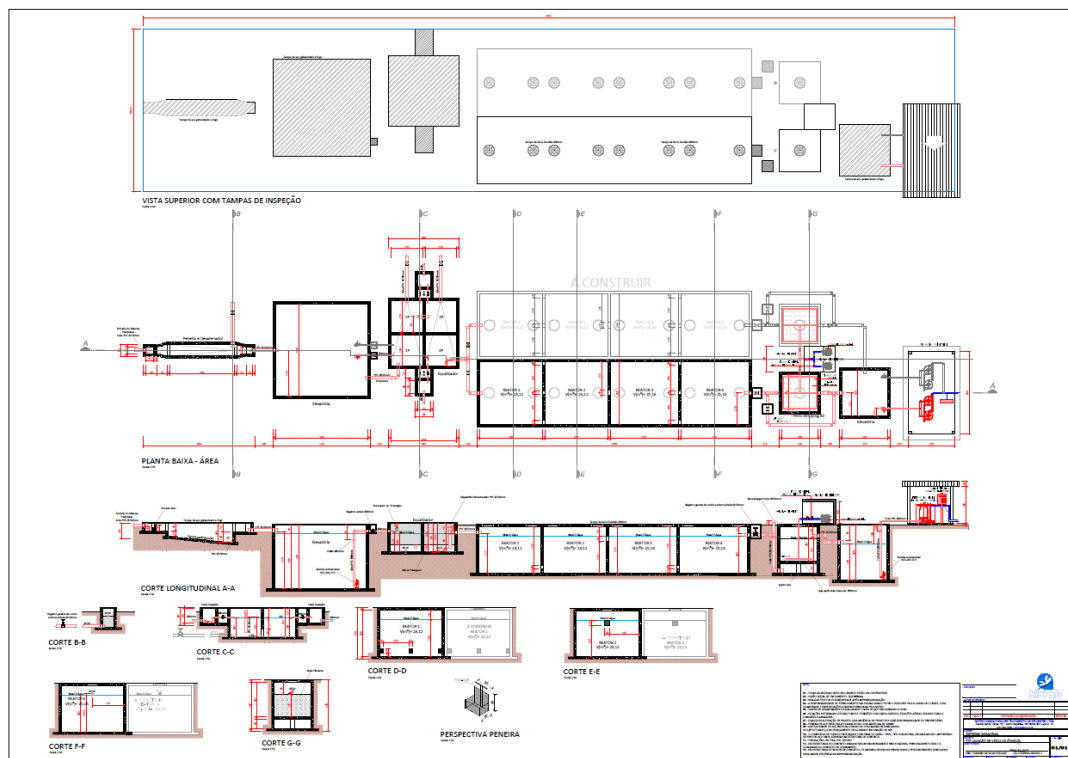
As estações de tratamento SISNATE® podem ser feitas em polímero reforçado em fibra de vidro, termoplástico ou construídas em concreto, conforme a demanda e a necessidade do local e/ou empresa. E por serem modulares e compactas são facilmente aplicadas em condomínios, loteamentos horizontais e verticais, shoppings, supermercados, aeroportos e etc. No caso da estação utilizada pela Empresa Expresso Miracema LTDA, o corpo do SISNATE foi construído em blocos de concreto (Figura 23), mediante ao projeto para execução (Figura 24). O ciclo completo do sistema dura aproximadamente 6 horas, levando em consideração a vazão no interior do sistema em geral, que é de 12,5 m³/s (doze inteiros e cinco décimos de metros cúbicos por segundo).

Figura 23 – Blocos ao fundo e Canaletas, ambos em concreto, para confecção dos tanques.



Fonte: Fotografia retirada pelo autor.

Figura 24 – Projeto executivo do sistema SISNATE



Fonte: TEMPEL BioSolutions (Antiga SISTEG)

O projeto do SISNATE, focado para os fins da Empresa Expresso Miracema, conta primeiramente com o tratamento preliminar, sendo realizado pelo Desarenador (Figura 25), estrutura em concreto responsável pela separação dos materiais grossos e superficiais, como latas, plásticos e demais materiais que devem ficar retidos na peneira, para evitar qualquer problema no interior do sistema. Utilizando tubulação de PVC com diâmetro de 150 mm, o Desarenador ainda trabalha com caixa de areia, para depósito de sedimentos que passarem pela peneira. Aliás, o tratamento preliminar é o único local de acesso humano ao sistema, para eventuais limpezas, pois uma vez lacrado, os tanques não serão mais abertos á externos.

Figura 25 – Construção do Desarenador.



Fonte: Fotografia retirada pelo autor.

Em seguida, o efluente é encaminhado para uma Elevatória (Figura 26), com dimensões de 5 metros de comprimento, por 5 metros de largura, e profundidade de 3,44 metros, mas mantendo o nível de efluente a 3,00 metros, com capacidade volumétrica pouco maior a 80.000 l (oitenta mil litros) ou 80 m³ (oitenta metros cúbicos), suficientes para receber o volume inicial produzido. Ao fundo contém uma bomba submersível, capaz de projetar o efluente ao próximo tanque, o Equalizador (Figura 27).

Figura 26 – Construção da Elevatória 1 – capacidade de aproximadamente 80m³.



Fonte: Fotografia retirada pelo autor.

Em estando no Equalizador com dimensões de 3,54 metros por 3,40 metros e profundidade de 1,57 metros, o efluente passa por um fluxo ascendente e descendente para o processo de separação de óleos e graxas, oriundas da lavagem dos carros, por se tratar de substâncias não tão facilmente digeridas pelas cepas-microbianas.

Figura 27 – Construção do Equalizador



Fonte: Fotografia retirada pelo autor.

Em seguida, o efluente finalmente adentra ao primeiro (no total de quatro) Reator Biológico (Figura 28), local onde está armazenada tanto o meio filtrante e elemento fundamental na eficácia desse sistema, o Bambu, quanto as cepas microbianas, responsáveis por realizar a quebra das moléculas de matéria orgânica presente no efluente, realizando assim o ponto principal desse sistema. Em cada reator, existem certos tipos de colônias de bactérias, cada uma com sua função principal.

Os reatores em linha ocupam cerca de 15,00 metros de comprimento, com 3,40 metros de largura, e 2,50 metros de profundidade. Os dois primeiros reatores foram dimensionados com 3,40 metros de largura por 3,40 metros de comprimento, onde os dois últimos foram dimensionados com pouco mais, 3,70 metros de comprimento por 3,40 metros de largura.

Figura 28 – Construção dos Reatores Biológicos



Fonte: Fotografia retirada pelo autor

Após todos os processos biológicos realizados, o efluente passa por um Filtro Anaeróbio Stripping Air (Figura 29), contendo inúmeros poros, executados com PVC, com a função de dar o polimento final ao efluente. O Filtro foi executado com 2,00 metros de comprimento por 2,00 de largura e profundidade de aproximadamente 2,40 metros.

Figura 29 – Construção do Filtro Anaeróbio e poros em PVC do mesmo.



Fonte: Fotografia retirada pelo autor

Ao fim dos processos biológicos e tratamentos químicos, o efluente tratado adentra em uma nova Elevatória de dimensões 2,50 metros de comprimento, 2,50 metros de largura por 3,00 metros de profundidade, portanto em seu interior uma nova bomba submersível, para lançamento desse efluente para uma casa de bomba, onde contém um Filtro de Areia e um Dosador de Cloro (Figura 30).

Figura 30 – Casa de bomba com dosador de cloro.



Fonte: Fotografia retirada pelo autor

4.5 POTABILIDADE DO EFLUENTE PÓS-TRATAMENTO

Dando continuidade ao processo de análise, o item **3.3.5 - Potabilidade do efluente pós-tratamento** propôs uma análise de qualidade do efluente tratado, tanto de DBO quanto de DQO, sendo ambas em seu processo final. Desta forma, em aguardado os 5 dias corridos necessários para a análise de DBO, foram-se retiradas as amostras do compartimento de refrigeração, onde foi novamente aferido com o medidor de oxigênio dissolvido, resultando em uma quantidade de **14,4 mg/l**, ou seja, apresentando uma eficiência do sistema de **51,02%** na redução de carga orgânica.

Quanto á análise de DQO, por ser um processo relativamente rápido, no mesmo dia que foi determinado a quantidade em carga orgânica inicial, foi-se possível também a determinação quantitativa da mesma na amostra final. Sendo assim, o espectrofotômetro efetuou uma leitura de **29,2 mg/l**, ou seja, garantindo assim uma eficiência do sistema de **51,41%** na redução dessa carga orgânica.

Juntamente com essas análises, foi-se realizado também, uma análise de pH do efluente. O procedimento foi rápido, em aproximadamente 10 (dez) minutos. Foi utilizado um medidor digital, que aferiu um pH de **6,7**. Ou seja, o efluente tratado está mais próximo de sua neutralidade, sendo que o ideal é entre o intervalo de 5 e 9, de acordo com a Resolução da CONAMA Nº 430/2011.

4.6 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA

Um estudo de viabilidade econômica e financeira tem como principal objetivo apresentar ao investidor os possíveis gastos para implantação do sistema, o retorno esperado, sempre comparando com demais situações para que o projeto possa ser viabilizado ou não.

Assim sendo, mediante dados financeiros fornecidos pela Empresa TEMPEL BioSolutions (antiga SISTEG), executora do projeto de instalação do Sistema Natural de Tratamento de Efluente (SISNATE), foram apresentadas duas possíveis situações (situação 1 – Tabela 1 e situação 2 – Tabela 2) para viabilidade do projeto, nas quais serão abaixo apresentadas e avaliadas.

TABELA 1 – PLANO DE INVESTIMENTO ETE SISTEG/SISNATE – Horizonte, 20 anos.

ANO	PROJETO R\$	TAXA ESGOTO R\$	FLUXO VP 5%	SALDO
0	460.000,00 (-)			460.000,00
1		290.675,28	290.675,28	-169.324,72
2			305.209,04	135.884,32
3			320.469,49	456.353,82
4			336.492,96	792.846,78
5			353.317,61	1.146.164,39
6			370.983,49	1.517.147,88
7			389.532,66	1.906.680,54
8			409.009,29	2.315.689,84
9			429.459,75	2.745.149,59
10			450.932,74	3.196.082,33
11			473.479,38	3.669.561,71
12			497.153,35	4.166.715,05
13			522.011,02	4.688.726,07
14			548.111,57	5.236.837,64
15			575.517,15	5.812.354,79
16			604.293,01	6.416.647,80
17			634.507,66	7.051.155,46
18			666.233,04	7.717.388,50
19			699.544,69	8.416.933,19
20			734.521,93	9.151.455,12
			9.611.455,12	

Fonte: Plano de viabilidade econômica fornecida pela TEMPEL BioSolutions.

Na tabela 1, na coluna PROJETO, apresenta-se o valor do investimento da instalação do Sistema no patamar de R\$ 460.000,00 (quatrocentos e sessenta mil reais). Na coluna seguinte TAXA DE ESGOTO, temos o valor do custo da taxa cobrada pela Concessionária num subtotal de R\$ 24.222,94 a.m. (vinte e quatro mil duzentos e vinte e dois reais e noventa e quatro centavos ao mês) gerando uma despesa de R\$ 290.675,28 a.a. (duzentos e noventa mil seiscentos e setenta e cinco reais e vinte e oito centavos ao ano).

Como a taxa de esgoto, têm uma variação em média de 5% ao ano, cobrados pela Concessão, tem-se a necessidade de majorar os custos anuais, obedecendo a essa composição financeira acumulativa, conforme apresentado na coluna FLUXO VP. Como nesse caso não há a cobrança dos valores de taxa de esgoto, no primeiro ano, já há uma economia de R\$ 290.675,28, ou seja, esse valor está deixando de ser pago. Ao longo dos anos, os valores vão se somando e ao final de 20 anos, a mesma coluna FLUXO VP, resulta um valor de R\$ 9.611.455,47 (nove milhões seiscentos e onze mil quatrocentos e cinquenta e cinco reais e quarenta e sete centavos) que subtraindo do investimento inicial, resulta em **R\$ 9.151.455,47** (nove milhões cento e cinquenta e um mil quatrocentos e cinquenta e cinco reais e quarenta e sete centavos), valor no qual seria economizado dos cofres públicos.

Na leitura dessa tabela, subentende-se que a Empresa teria uma vantagem de economizar ao longo de 20 anos, o valor acima, optando pela escolha do Sistema, ou seja, se faz necessário apenas um ano seis meses e dezoito dias para cobrir o investimento na ETE SISTEG/SISNATE, hoje representada pela TEMPEL BioSolutions, onde tem-se dezoito anos cinco meses e dezoito dias de economia para os cofres públicos possibilitando melhorias e novos investimentos.

TABELA 2 - PLANO DE INVESTIMENTO EEE LIGAÇÃO TRONCO
ODEBRECHT – Horizonte, 20 anos

ANO	PROJETO R\$	TAXA ESGOTO R\$	FLUXO VP 5%	SALDO
0	824.000,00			824.000,00
1		290.675,28	290.675,28	1.114.675,28
2			305.209,04	1.419.884,32
3			320.469,49	1.740.353,82
4			336.492,96	2.076.846,78
5			353.317,61	2.430.164,39
6			370.983,49	2.801.147,88
7			389.532,66	3.190.680,54
8			409.009,29	3.599.689,84
9			429.459,75	4.029.149,59
10			450.932,74	4.480.082,33
11			473.479,38	4.953.561,71
12			497.153,35	5.450.715,05
13			522.011,02	5.972.726,07
14			548.111,57	6.520.837,64
15			575.517,15	7.096.354,79
16			604.293,01	7.700.647,80
17			634.507,66	8.335.155,46
18			666.233,04	9.001.388,50
19			699.544,69	9.700.933,19
20			734.521,93	10.435.455,12
			9.611.455,12	

Fonte: Plano de viabilidade econômica fornecida pela TEMPEL BioSolutions

Um segundo estudo que foi realizado, com uma Estação Elevatória de Esgoto e ligação ao Coletor Tronco da Concessionária. A Empresa arcaria com os custos da Estação somados com os custos de manutenção e utilização da rede ano a ano. Então, no primeiro ano foi realizado o investimento de R\$ 824.000,00 onde já foi gasto o valor da taxa de esgoto, ou seja, em comparação a situação anterior o valor foi gasto, e não economizado. No segundo ano, só há valores de débito, ou seja, nenhuma economia, e só gastos com taxas de esgoto. Ao final dos 20 anos, os gastos somam uma despesa de **R\$ 10.435.455,47** (dez milhões quatrocentos e trinta e cinco mil quatrocentos e cinquenta e cinco reais e quarenta e sete centavos) para os cofres públicos.

Assim sendo, pode-se concluir que a empresa que optar com adquirir o produto da SISTEG/SISNATE, hoje TEMPEL BioSolutions, acertará financeiramente na escolha, visando uma melhor relação custo/benefício, levando em consideração a viabilidade econômica e a sustentabilidade do projeto.

5 CONCLUSÃO

Ao fim de todas as análises, pesquisas e estudos, a realização desse trabalho possibilitou observar e concluir que o Sistema Natural de Tratamento de Efluentes - SISNATE®, tem sim sua eficácia garantida em tratar o efluente gerado pela lavagem dos carros, atendendo a demanda exigida pela Empresa na qual esse estudo de caso foi realizado, na garagem da Expresso Miracema Ltda, onde a mesma reutiliza a água do efluente tratado para a lavagem novamente dos carros.

Os resultados das análises de DBO e DQO foram ambos satisfatórios, assim como o resultado da análise de pH, todos se enquadrando nos parâmetros exigidos pela Resolução da CONAMA Nº 357/2005 e a Resolução complementar da CONAMA Nº 430/2011 onde ela cita no Art. 21 da Seção III – Das condições e padrões para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários, que “para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários, deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos: pH entre 5 e 9; Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: Máximo de 120 mg/l”. Ou seja, pegando por base o que foi proposto no trabalho em análises, o sistema está apto a manter seu funcionamento, atendendo as normas de qualidade da CONAMA.

Assim sendo, o lançamento desse efluente tratado, também poderia ser realizado em algum corpo hídrico da região em que estiver, sem problemas de poluição para o ambiente. No caso da Empresa Expresso Miracema, o sistema atende perfeitamente a sua demanda, para reutilização, diminuiu significativamente os índices de consumo de água e energia, já que o sistema não necessita de energia para seu funcionamento, aumentando ainda mais a relação custo/benefício. Em citando a questão “custo”, o sistema apresentou uma viabilidade econômica e financeira satisfatória para a empresa contratante, com alto índice de economia proporcionado pelo sistema SISNATE.

Quanto às outras formas de reuso, o sistema provou que tem a capacidade de se adequar a qualquer norma, mas que no caso de um possível consumo humano, seria necessário um novo tratamento para tal fim, mas que para o fim sustentável e a consciência ambiental, o sistema atende ao que a população e os órgãos responsáveis estão precisando. A inovação apresentada por esse sistema aguça a curiosidade e a esperança de um tratamento mais afetivo para com o meio ambiente.

6 REFERÊNCIAS

ANDRADE, Maria Margarida de. **Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12614**: Águas - Determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) – Método de incubação (20°C, cinco dias). Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13348**: Banho residual e efluente líquido – Determinação do teor de óleos e graxas totais, minerais e vegetais. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13402**: Caracterização de cargas poluidoras em efluentes líquidos industriais e domésticos. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9800**: Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9897**: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.

CAMPOS, José Roberto. **Coleção PROSAB - Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**, 1, Ed. RiMa Artes e Textos, São Carlos, 1999. 435p., il.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar**. São Paulo: Ed. Moderna, 1992.

CHERNICHARO, Carlos Augusto Lemos. **Coleção PROSAB – Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**, 2, Ed. Segrac, Belo Horizonte, 2001. 544p., il.

ESGOTOS SANITÁRIOS. Disponível em: <
http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/ES00_00.html?submit=%CDndica+de+Esgotos+Sanit%Elrios>. Acesso em: 19/04/2017

FERNANDES, Carlos. **Esgotos Sanitários**, Ed. Univ/UFPB, João Pessoa, 435p. 1997. Reimpressão Jan/2000.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 1999.

PENSAMENTO VERDE. Disponível em: < <http://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/etapas-processo-tratamento-esgoto/>>. Acesso em: 20/04/2017

PESTANA, Marcelo; GANGHIS, Diógenes. **Apostila de tratamento de efluentes**, CEFET, Bahia, 2012, 69p.

POVINELLI, Jurandyr e BIDONE, Francisco Ricardo Andrade. **Conceitos Básicos de Resíduos Sólidos**. Publicação EESC-USP. São Carlos/SP, 1999.

PROSAB- Reúso das águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologias de tratamento para esse fim. Disponível em: < http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Esgoto-Prosab_-_final.pdf>. Acesso em: 17/04/2017

Resolução CONAMA Nº 357/2005 – “Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.”. – Data da legislação: 17/03/2005 – Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63

Resolução CONAMA Nº 430/2011 – “Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de Março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.” - Data da legislação: 13/05/2011 – Publicação DOU nº 092, de 16/05/2011, pág. 89

SAAE. Disponível em: < <http://www.saaec.com.br/esgoto/o-que-e-esgoto/>>. Acesso em: 18/04/2017

SABESP. Disponível em: < <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=50> >. Acesso em: 18/04/2017

SABESP. Disponível em: < <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=49> >. Acesso em: 17/04/2017

SISTEG – Consultoria em tratamento de efluentes. Disponível em: < <http://www.sisteg.com.br/> >. Acesso em: 15/03/2017

TEMPEL BioSolutions. Disponível em: < <http://www.tempel.eco.br/> >. Acesso em: 01/11/2017

TERA AMBIENTAL. Disponível em: < <http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/bid/340697/tratamento-biologico-aerobio-e-anaerobio-de-efluentes> >. Acesso em: 19/04/2017

UFJF, Saneamento Básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. Disponível em: < <http://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC-SaneamentoeSa%C3%BAde.pdf>>. Acesso em: 17/04/2017

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Princípios básicos do tratamento de esgotos**, 2. Ed. Segrac, Belo Horizonte, 1996. 211 p., il.

7 ANEXOS

ANEXO A – Resultados obtidos para análises realizadas em efluentes.

ANEXO B – Parecer técnico, assegurando que os resultados obtidos nas análises, estão dentro dos padrões exigidos por norma.

ANEXO C – Projeto executivo do sistema SISNATE em A3

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CANTINS
LABORATÓRIO DE SANEAMENTO AMBIENTAL

Av. NS15, 109 Norte Bloco 2, Sala 07, Lab. Saneamento Ambiental | 77001/090



RESULTADOS

Tabela 02 – Resultados obtidos para análises realizadas em efluentes

Parâmetros Analisados	Unidade	Entrada	Saída	VMP ¹
Parâmetros físico-químico				
DBO	mg/L	29,4	14,4	*
DQO	mg/L	60,1	29,2	-
Nitrogênio amoniacal	mg/L	2,1	2,7	20
Fósforo Total	mg/L	90,3	72	**
Óleos e graxas	mg/L	25,4	13,8	***
Óleos e graxas mineral	mg/L	18,0	10,1	***
pH	mg/L	6,7	6,7	6-9
Sólidos sedimentáveis	mg/L	5,0	0,1	1,0
Sólidos suspensos	mg/L	658	83	-
Sulfetos	mg/L	11,2	23,1	0,3
Turbidez	mg/L	365	90,7	100

1 - Valores Máximos Permitidos das condições e padrões de lançamento de efluentes de sistemas de esgotos sanitários, baseados na Resolução 357 de 2005 e sua complementação a Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional de Meio Ambiente/CONAMA.

*Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C): remoção mínima de 60% de DBO sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estado de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

**Fósforo Total: a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e, b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

***Substâncias Solúveis em Hexano: a) óleos minerais: até 20 mg/L e b) Óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L.

COORDENADORA

Liliana Pena Naval



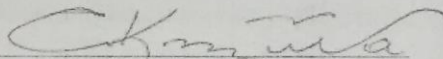
Consultoria em Tratamento de Efluentes Ltda.

Parecer Técnico

Analisando tecnicamente o laudo e os resultados obtidos ref. as amostras bruta e tratada da ETE EXPRESSO MIRACEMA, posso afirmar que os resultados atendem as especificações baseadas na Resolução CONAMA 357/2005 para reutilização do efluente tratado, haja vista que o parâmetro de maior complexidade são DBO e DQO por determinarem o grau de poluição de um afluente, onde os valores obtidos nestes ensaios foram excelentes.

Isto é o que me cumpre a emitir como Parecer Técnico na data abaixo.

Laguna-SC, janeiro de 2017.


Alex Kobashigawa
Eng^o Químico – Pós-Graduação Química
CRQ-SC 13300803 13^a Região

Salvar / exportar relatório

Referências ABNT

Visualizar

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2 - ARTHUR DE NEGRI Original (Salvo Automaticamente).docx (06/11/2017):

Documentos candidatos

- portalsaofrancisco.c... [0,84%]
- atlasdasaguas.ufv.br... [0,53%]
- site.sabesp.com.br/s... [0,17%]
- sisbi.urpel.edu.br/a... [0,15%]
- biogodopaulinho.com.b... [0,11%]
- site.sabesp.com.br/s... [0,07%]
- site.sabesp.com.br/s... [0,06%]
- en.wikipedia.org/wik... [0,04%]
- googleviewbr.blogspoto... [0,01%]

Arquivo de entrada: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO 2 - ARTHUR DE NEGRI Original (Salvo Automaticamente).docx (8214 termos)

Arquivo encontrado	Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)	
portalsaofrancisco.c...	Visualizar	10558	157	0,84
atlasdasaguas.ufv.br...	Visualizar	12832	111	0,53
site.sabesp.com.br/s...	Visualizar	1088	16	0,17
sisbi.urpel.edu.br/a...	Visualizar	150	13	0,15
biogodopaulinho.com.b...	Visualizar	6046	16	0,11
site.sabesp.com.br/s...	Visualizar	983	7	0,07
site.sabesp.com.br/s...	Visualizar	726	6	0,06
en.wikipedia.org/wik...	Visualizar	6150	6	0,04
googleviewbr.blogspoto...	Visualizar	87	1	0,01
rfkoseparators.com/o...	-	-	-	-

Download
falhou. HTTP
response
code: 0

