



**FACULDADE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS – FAPAC
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTONIO CARLOS PORTO LTDA
ENGENHARIA CIVIL**

ERICLES BRUNO MUNIZ NOVAIS

**ANÁLISE DO SISTEMA DE TRATAMENTO CONVENCIONAL DA ETE
FRANCISQUINHA EM RELAÇÃO AO SISTEMA DE TRATAMENTO NEREDA**

**PORTO NACIONAL-TO
2019**

ERICLES BRUNO MUNIZ NOVAIS

**ANÁLISE DO SISTEMA DE TRATAMENTO CONVENCIONAL DA ETE
FRANCISQUINHA EM RELAÇÃO AO SISTEMA DE TRATAMENTO NEREDA**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil da FAPAC/ITPAC PORTO NACIONAL como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Diogo Pedreira Lima.

ERICLES BRUNO MUNIZ NOVAIS

**ANÁLISE DO SISTEMA DE TRATAMENTO CONVENCIONAL DA ETE
FRANCISQUINHA EM RELAÇÃO AO SISTEMA DE TRATAMENTO NEREDA**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Apresentado e defendido em ____/____/____ () APROVADO () REPROVADO

Banca examinadora constituída pelos professores:

Professor Orientador: Me. Diogo Pedreira Lima

Professor Avaliador 1: Dr. Ângelo Ricardo Balduino

Professor Avaliador 2: Me. Alesi Teixeira Mendes

PORTO NACIONAL-TO

2019

RESUMO

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2018) mostram que a população brasileira sofre muito com epidemias e endemias relacionadas a falta de um sistema de saneamento básico ou mesmo, com a ineficiência destes em casos onde eles existem. Apenas 46% do esgoto coletado no Brasil é corretamente tratado segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento SNIS (2019) informa em sua última pesquisa realizada. Portanto, quanto maior a eficiência e cobertura de um sistema de tratamento de esgoto, melhor será a qualidade de vida da população, já que, segundo o Ministro da Saúde (BRASIL) (2017) relata, a cada um real gasto com saneamento, economiza-se nove em gastos com a saúde. Neste contexto, este trabalho se propõe a apresentar através de um projeto e descrição, o sistema Nereda de tratamento de esgoto sanitário, que promete grandes resultados em vários quesitos de eficiência, para então compará-lo com o sistema convencional da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Porto Nacional – TO. Espera-se que este trabalho seja capaz de verificar as principais vantagens e desvantagens do sistema de tratamento Nereda em relação ao sistema convencional utilizado na ETE de Porto Nacional.

Palavras – chave: Saneamento. Tratamento de esgoto. ETE Convencional. Nereda.

ABSTRACT

Data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) (2018) show that the Brazilian population suffers greatly from epidemics and endemics related to the lack of a basic sanitation system or even their inefficiency in cases where they exist. Only 46% of sewage collected in Brazil is correctly treated according to the SNIS National Sanitation Information System (2019) reports in its latest survey. Therefore, the higher the efficiency and coverage of a sewage treatment system, the better the quality of life of the population, since, according to the Minister of Health (BRAZIL) (2017) reports, each real spent on sanitation saves up nine on health spending. In this context, this work proposes to present, through a project and description, the Nereda sanitary sewage treatment system, which promises great results in various efficiency requirements, and then compares it with the conventional sewage treatment system. (STS) from Porto Nacional - TO. It is expected that this work will be able to verify the main advantages and disadvantages of the Nereda treatment system in relation to the conventional system used in the Porto Nacional STS.

Key words: Sanitation. Sewage treatment. Conventional STS. Nereda

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Demandas por finalidade (retirada, consumo e retorno) no Brasil em 2017.....	12
Figura 2 - Fluxograma do processo preliminar de tratamento do esgoto sanitário.	16
Figura 3 - Fluxograma típico do sistema utilizado na lagoa facultativa.....	18
Figura 4 - Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa.....	18
Figura 5 - Lagoa aerada facultativa.....	18
Figura 6 - Lagoa aerada de mistura completa + lagoa de decantação.....	19
Figura 7 - Resumo dos tratamentos de efluentes.....	20
Figura 8 - Esquema de fossa séptica.....	21
Figura 9 - Esquema de funcionamento do reator UASB.....	22
Figura 10 - Fluxograma esquemático do sistema de lodo ativado convencional.....	23
Figura 11 - Fluxograma esquemático do sistema de lodo ativado em aeração prolongada	23
Figura 12 - Localização da ETE de Porto Nacional.....	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Eficiência de alguns dos principais sistemas de tratamento de esgoto...15
Quadro 2 - Cronograma da pesquisa.....27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCON	Associação Brasileira das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto.
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
ANA	Agência Nacional de Águas.
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio.
DHV	Dwars, Heederik e Verhey.
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
MMA	Ministério do Meio Ambiente.
NBR	Norma Brasileira.
PMAE	Plano Municipal de Água e Esgoto.
RECESA	Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental.
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SAMAE	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto
SINDCON	Sindicato Nacional das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.
SUS	Sistema Único de Saúde.
TO	Tocantins.
UASB	Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente.
UHE	Usina Hidrelétrica.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 OBJETIVO GERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 USOS DA ÁGUA	11
3.2 EFLUENTES	13
3.3 IMPORTÂNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO	13
3.4 PROCESSOS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES	15
3.4.1 Tratamento Preliminar	16
3.4.2 Tratamento Primário	16
3.4.3 Tratamento Secundário	17
3.4.4 Tratamento Terciário	19
3.5 SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO	20
3.5.1 Fossas Sépticas	20
3.5.2 Reator UASB	21
3.5.3 Lodo Ativado Convencional	22
3.5.4 Lodo Ativado Com Aeração Prolongada	23
3.6 SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO NEREDA	24
4 METODOLOGIA	25
5 CRONOGRAMA	27
6 RESULTADOS ESPERADOS	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem grande urgência de um sistema de coleta e tratamento de esgoto que não só esteja disponível para toda a população, como também, que seja o mais eficiente e rápido possível. Com estes requisitos em mente, também é necessário que se leve em consideração que a sociedade está em constante expansão e que, portanto, faz-se necessário pensar em sistemas que além do já citado, sejam compactos, pois a destinação de grandes espaços para tais vem se tornando a cada dia, mais inviáveis.

Dados do IBGE (2018) mostram que, a população brasileira sofre muito com epidemias e endemias relacionadas a falta de um sistema de saneamento básico ou mesmo com a ineficiência deles em casos onde eles existam, já que apenas 46% do esgoto coletado é corretamente tratado, segundo o SNIS (2019) informa em sua última pesquisa realizada.

Em termos Locais, segundo informa a Prefeitura Municipal de Porto Nacional (2018) em seu Plano Municipal de Água e Esgoto (PMAE), a cidade possui um sistema de tratamento de esgoto convencional constituído de uma ETE que recebe o nome de Francisquinha, esta unidade de tratamento situa-se no perímetro urbano da cidade, nas proximidades do lago da Usina Hidrelétrica (UHE) Luiz Eduardo Magalhães e possui capacidade de tratamento de 68 l/s com projeto de ampliação para aumento desta capacidade até 113 l/s a ser implantado até 2021.

A grande preocupação das companhias de saneamento com os fatos supracitados, faz com que elas busquem melhores soluções das mais variadas formas possíveis para tentar lidar com esta situação, por vezes indo desde o investimento em acadêmicos e profissionais que proponham novas ideias, até o financiamento de estudos de novos sistemas já implantados em países no exterior com a finalidade de conhecimento e preparo para a implantação no Brasil.

Estes investimentos são de fundamental importância, pois a eficiência em termos qualitativos e quantitativos são os grandes alvos e preocupações, tanto para os governantes de um país quanto para as companhias de saneamento que buscam estes parâmetros atrás de economia em seus gastos, tanto operacionais quanto de implantação de novos investimentos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar a eficiência da tecnologia Holandesa Nereda de tratamento de esgoto sanitário com a convencional existente na ETE de Porto Nacional – TO, com a finalidade de propor um projeto de implantação do sistema Nereda, caso este seja uma melhor opção à ampliação do sistema existente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o processo de tratamento utilizado pela ETE Fracisquinha em Porto Nacional;
- Descrever o processo de tratamento utilizado pela tecnologia Nereda;
- Elaborar um projeto utilizando a tecnologia Nereda para o município de Porto Nacional.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 USOS DA ÁGUA

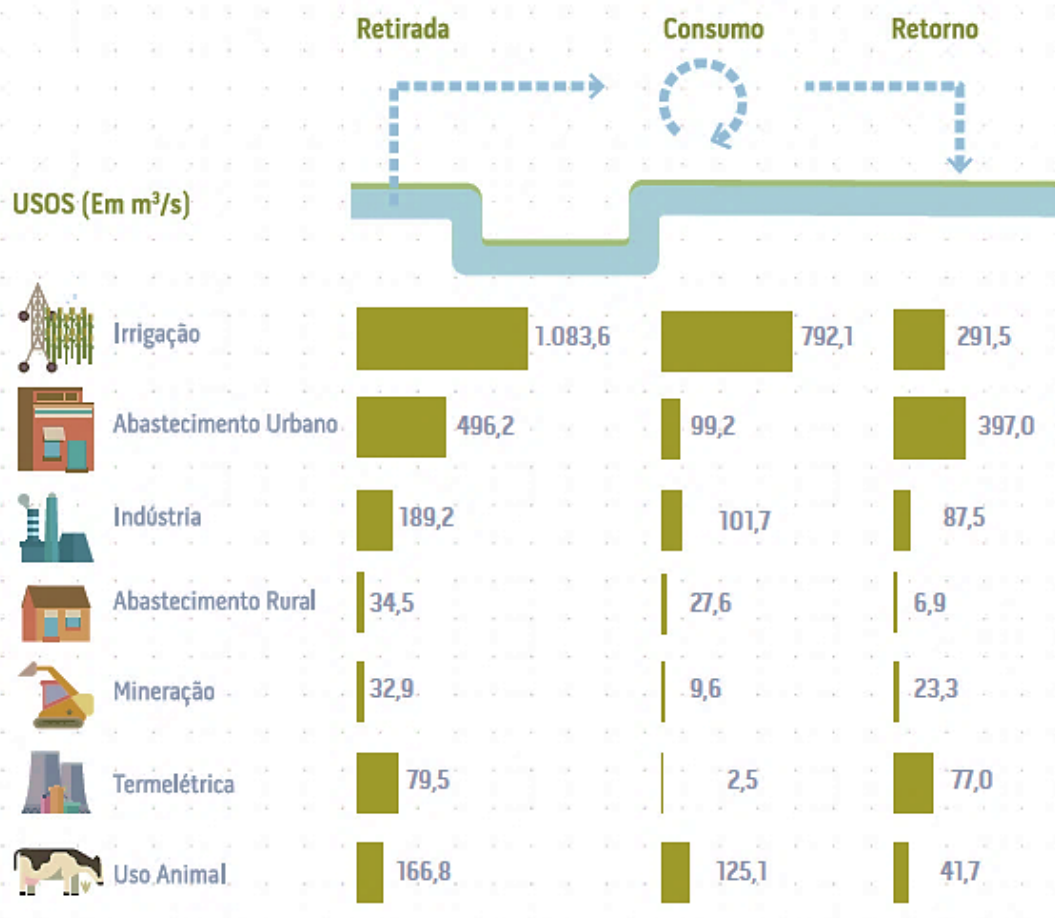
Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA) (2018) os principais meios de utilização da água no Brasil estão relacionados aos seguintes casos: irrigação de plantações, dessedentação humana e animal, industrial, geração de energia, trabalhos mineralógicos, criação de peixes e crustáceos, navegação, lazer e o turismo. Os conhecimentos destes meios de utilização da água são constantemente ampliados através das mais diversas formas de estudo.

O mesmo autor classifica a parcela utilizada da água de três diferentes formas: retiradas, de consumo e de retorno. A parcela de água descrita como retirada se refere a porção total de água captada do meio para ser utilizada com determinado fim, como por exemplo, o abastecimento urbano. A parcela de retorno é aquela captada para um propósito e que logo após seu aproveitamento volta para o meio ambiente, como é o exemplo dos esgotos gerados após a utilização da água no abastecimento público. Já a de consumo, se refere aquela água retirada, mas que não consegue voltar de forma direta aos lagos rios ou mares. Simplificando, este é o ponto de divergência encontrado entre a água retirada e a água de retorno. Esta pode ser exemplificada como a parte que sobra quando se subtrai a parte da água que volta como esgoto daquela porção total retirada para o consumo.

Já Ecycle (2015) distingue dois grandes grupos para os usos da água: usos consuntivos e usos não-consuntivos. Sendo os usos consuntivos aqueles em que existe uma perda entre o volume retirado de água de um corpo hídrico e aquele que retorna a ele, como é o caso do abastecimento residencial, industrial, irrigação e limpezas públicas. Os meios de uso não-consuntivos são distinguidos pelo autor como aqueles que não necessitam da retirada da água de seu local de origem, exemplificando-os como sendo os meios de: geração de energia, transporte e navegação, lazer e piscicultura.

A figura 1 ilustra a relação de demandas por finalidade de água em 2017 onde se pode notar que o abastecimento urbano é o segundo maior ramo a extrair água da natureza e o maior contribuinte na quantidade de efluentes retornados, tendo por base os critérios mencionados acima, porém do ponto de vista de ANA (2018) .

Figura 1 - Demandas por finalidade (retirada, consumo e retorno) no Brasil em 2017



Fonte: Adaptado de MMA (2018).

A grande preocupação que Ecycle (2015) faz questão de ressaltar é a de que, além de 1/6 da população mundial não possuir acesso à água tratada ou potável, o saneamento básico não chega nem a 2/6 dela. O grande problema encontrado é que se não há tratamento de esgoto, a poluição dos cursos de água pode trazer para a população uma maior quantidade de doenças de veiculação hídrica e estas somam cerca de 80% das principais doenças diagnosticadas em seres humanos. Exemplos delas que se pode citar são: amebíase, giardíase, hepatite infecciosa, cólera e verminoses, como a esquistossomose, ascaridíase e a teníase. Em decorrência desta mesma falta de tratamento de esgoto, contaminações por patógenos orgânicos e metais pesados tóxicos que causam doenças provenientes de veiculação hídrica em cerca de um bilhão de pessoas anualmente.

Segundo o SNIS (2019), em seu último Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto de 2017, lançado em fevereiro de 2019, no Brasil 93% da população urbana é atendida por rede de abastecimento de água, no entanto, apenas 60,2% desta

população possui atendimento com coleta de esgoto. Em relação ao tratamento dos esgotos, o percentual médio do país é de apenas 46% do total coletado, o que implica em mais de 50% do esgoto coletado sendo descartado na natureza à sua forma bruta.

3.2 EFLUENTES

Também conhecido como efluentes, os resíduos advindos das indústrias, do esgoto ou mesmo das redes pluviais quando são dispostos na natureza, seja na forma líquida ou gasosa, qualquer substância que prejudique o meio através de infecção ou proliferação de fungos, doenças ou qualquer outra espécie de agente que modifique as condições naturais do meio ambiente tanto é nociva para o ser humano quanto a própria natureza. Ferreira (2014) diz que o termo efluente tem por significado: aquele que possui fluidez, ou seja, qualquer espécie de líquido ou gás proveniente das mais diversas atividades humanas. Cada tipo de efluente dispõe de características singulares inerentes à sua procedência, isto é, pode conter as mais diversas substâncias tanto químicas quanto orgânicas que na maioria das vezes pode se tornar tóxico ao meio ambiente.

O Portal tratamento de água (2015) categoriza o Efluente doméstico como aquele que possui um menor potencial poluente, mas que, no entanto, pode causar graves danos ao meio ambiente devido seu elevado nível de matéria orgânica que também necessita de uma destinação adequada, além de também haver a eventual possibilidade de possuir em sua composição produtos químicos que poderiam aumentar o impacto ambiental da disposição inadequada deste efluente. Pode-se citar como exemplos de efluentes domésticos: esgoto de prédios, edifícios comerciais; caixas de gordura de casas, restaurantes e lanchonetes bem como fossas sépticas que por sua vez são muito comuns principalmente em áreas rurais e urbanas que não possuem rede de coleta de esgoto.

3.3 IMPORTÂNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO

A LEI Nº 11.445 (Brasil) (2007) dita os critérios nacionais a serem atendidos pelos planos de saneamento básico em todo o país, alguns deles são:

- Atendimento universal da população;
- Qualidade e eficiência com base nas necessidades locais da população em cada distrito do país;

- Abastecimento de água, coleta e tratamento de efluentes;
- Utilização apenas de tecnologias apropriadas a realidade local, levando-se em conta a condição de pagamento da população;
- Transparência em todas as ações perante a população;

Dentre as grandes urgências que o Brasil possui, uma que já persiste há muito tempo é a de um investimento maior no saneamento básico, pois os investimentos atuais ficam muito aquém da demanda brasileira que a muito anda carecendo de maiores cuidados com saúde, seu bem-estar e o meio ambiente em que estão inseridos. O que é investido no Brasil em saneamento não chega nem próximo daquele que seria suficiente (ABCON; SINDCON, 2019).

Em uma das mais recentes pesquisas do IBGE (2018), foram constatados que 1.933 municípios brasileiros registraram ocorrência de graves doenças ocorridas devido a inexistência de um sistema de saneamento básico. Duas destas doenças registradas nesta pesquisa e que estão intimamente ligadas ao problema da falta de saneamento foram a diarreia e verminoses.

A Associação Brasileira das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos (ABCON) e o Sindicato Nacional das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto (SINDCON) (2019) dizem que as doenças de veiculação hídrica possuem impacto direto na economia brasileira e justificam esta afirmação citando que em 2013 o Brasil registrou 14,9 milhões de problemas que necessitaram de afastamentos de pessoas de seus trabalhos devido a focos de diarreia ou vômito que geravam licenças de em média 3 dias, o que causava prejuízo relacionado a produtividade da mão-de-obra trabalhista. Só em 2013, 391 mil hospitalizações ocorreram considerando apenas as internações ocorridas devido a doenças gastrointestinais de caráter infeccioso e o SUS se viu obrigado a arcar com R\$125,5 milhões. É relatado ainda que caso os investimentos previstos para o saneamento básico entre os anos 2016 e 2036 de fato ocorram, a economia brasileira deve lucrar cerca de R\$ 5,9 bilhões somente com a redução dos afastamentos da mão-de-obra trabalhista relacionadas as doenças já mencionadas.

Tomé (2019) diz que, a falta de saneamento básico além de provocar impactos na qualidade de vida principalmente de pessoas menos favorecidas da nossa sociedade, pode provocar impactos diretos as atividades econômicas do mercado de trabalho. É levado em conta que a partir do momento em que um sistema

eficiente de saneamento básico é implantado, não só a saúde da população melhora quanto o próprio valor dos terrenos e residências por ele atendido tem um certo reajuste positivo em seus valores de mercado.

3.4 PROCESSOS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

Para se escolher um sistema de tratamento de esgoto para determinado local, é essencial que se tenha em mente alguns detalhes como: nível de eficiência necessária para este empreendimento (é necessário se fazer um estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor em que se pretende lançar este efluente após seu processo de tratamento) – a figura 2 mostra a eficiência em remoção de DBO de alguns dos principais sistemas de tratamento de esgoto: o tamanho do terreno disponível para a instalação, a relação custo x complexidade operacional do sistema, implicações ambientais relativas a locação do empreendimento, quantidade de lodo produzido no processo e sua devida disposição e por fim, na dependência de matéria-prima externa (MMA, 2009).

Quadro 1 - Eficiência de alguns dos principais sistemas de tratamento de esgoto

Sistema de Tratamento de esgoto Sanitário	Eficiência na remoção de DBO(%)
Fossas Sépticas	35 – 60
Reatores Anaeróbios de fluxo Ascendente (UASB)	55 – 75
Lodo ativado Convencional	75 - 95
Lodo ativado com Aeração Prolongada	93 - 98
Nereda	80 - 90

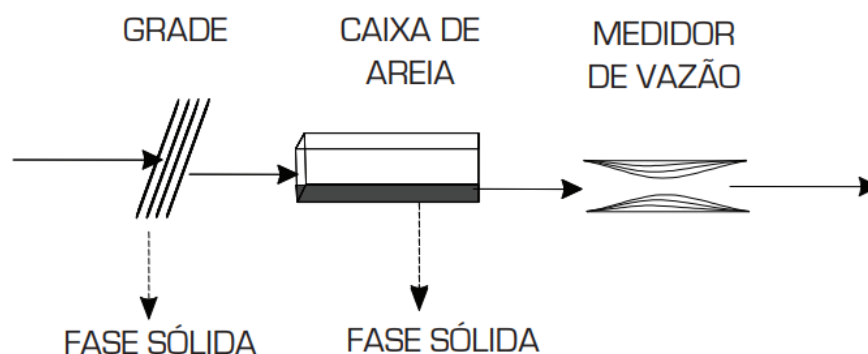
Fonte: Adaptado de MMA (2018).

A Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (RECESA) (2008) diz que, existem quatro níveis de tratamento de esgoto convencional e são eles: preliminar, primário, secundário e terciário. Em toda e qualquer estação de tratamento de esgoto, é necessário que se tenha um tratamento preliminar, enquanto o tratamento primário pode ou não estar presente. Em nosso país, é dito que em geral o esgoto é tratado até o nível secundário, já o nível terciário, raríssimas vezes será encontrado em uma estação de tratamento de esgoto brasileira.

3.4.1 Tratamento Preliminar

No tratamento preliminar é onde ocorre primordialmente à remoção dos sólidos grosseiros e onde ocorre a desarenação do efluente. A mencionada remoção de sólidos grosseiros é realizada através de um sistema de gradeamento que pode variar entre grossa, média e fina a depender do espaçamento entre as barras da grade, essas mesmas grades possuem atualmente duas formas de limpeza, a manual e a mecanizada. Já a remoção da areia ou processo de desarenação é realizada por um desarenador ou ainda caixa de areia, esta também pode ser manual ou mecanizada. Através deste processo, a areia é removida através de sedimentação. Ainda nesta mesma fase, é comum que se inclua um equipamento chamado de calha Parshall logo após a caixa de areia para que seja feita a medição da vazão de entrada do efluente já livre dos sólidos grosseiros e da areia (RECESA, 2008). A figura 2 mostra o fluxograma do processo preliminar do tratamento do esgoto sanitário.

Figura 2 - Fluxograma do processo preliminar de tratamento do esgoto sanitário



Fonte: Von Sperling (1996).

3.4.2 Tratamento Primário

O processo realizado para o tratamento primário depende primordialmente de decantadores primários que utilizam exclusivamente processos de ações físicas que possuem a finalidade de sedimentar as partículas em suspensão que ainda restam do tratamento preliminar, ou ainda este processo pode ser realizado através de lagoas anaeróbias ou reatores anaeróbios que possuem a função de realizar o processo de decomposição ou destruição da matéria orgânica através de bactérias anaeróbias, ou seja, que não necessitam de oxigênio. Ressalta-se aqui, que as lagoas anaeróbias e reatores anaeróbios podem também ser classificadas como tratamento secundário por alguns autores (MMA, 2009).

3.4.3 Tratamento Secundário

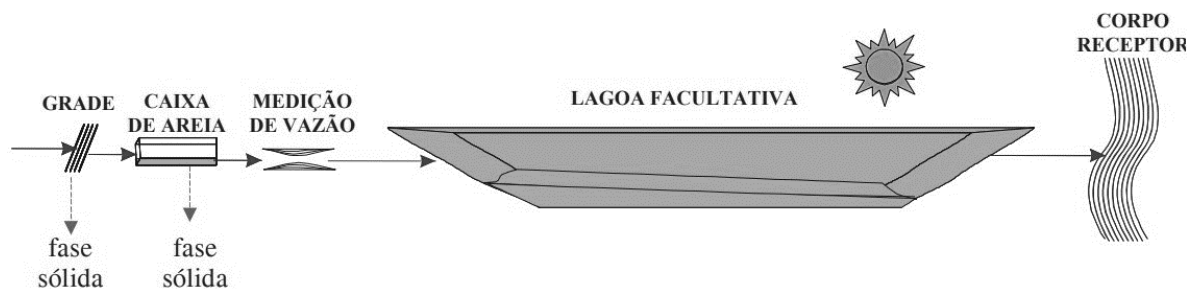
O Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2009) descreve o tratamento secundário como aquele que se destina a realizar a degradação biológica dos compostos carbonáceos dentro de reatores do tipo biológicos que são normalmente, enormes tanques que possuem uma grande quantidade de microrganismos que realizam essa tarefa de forma aeróbia. É dito também que geralmente a maioria dos sistemas de tratamento de esgoto só chega até esta etapa, pois na maioria das vezes, após passar pelo tratamento secundário, o efluente já estará tratado o suficiente para ser lançado diretamente no corpo receptor destinado a o receber. No entanto, mesmo já podendo na maioria das vezes já ser lançado no corpo receptor, o efluente devidamente decantado e tratado até a fase secundária, ainda pode possuir elevados níveis de nutrientes (Nitrogênio e Fosforo), esses nutrientes quando emitidos em dose superior àquela que o corpo receptor consegue suportar (ou se auto depurar), pode levar a um processo de eutrofização, ou seja, pode gerar o crescimento e propagação excessiva de algas e cianobactérias.

Para complementar, RECESA (2008) cita três tipos de lagoas de estabilização que podem ser utilizadas nesta parte do processo de tratamento do efluente e são elas: a facultativa, a anaeróbia e a lagoas de maturação. As duas primeiras são utilizadas para redução de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), enquanto a terceira é utilizada para a redução de bactérias. É dito que também podem ser encontradas combinações entre elas, assim como algumas variações delas, realizadas dependendo do objetivo que se espera alcançar ou mesmo da necessidade devido a obrigatoriedade de se tratar a níveis aceitáveis os efluentes antes do seu lançamento na natureza.

A lagoa facultativa é um sistema de tratamento biológico no qual a matéria orgânica do efluente que passa por ela é estabilizada de forma aeróbia (Parte superior da lagoa) e anaeróbia (Parte inferior da lagoa) simultaneamente (SAAE DE ARACRUZ, 2006).

A figura 3 representa o fluxograma típico encontrado na utilização de uma lagoa facultativa.

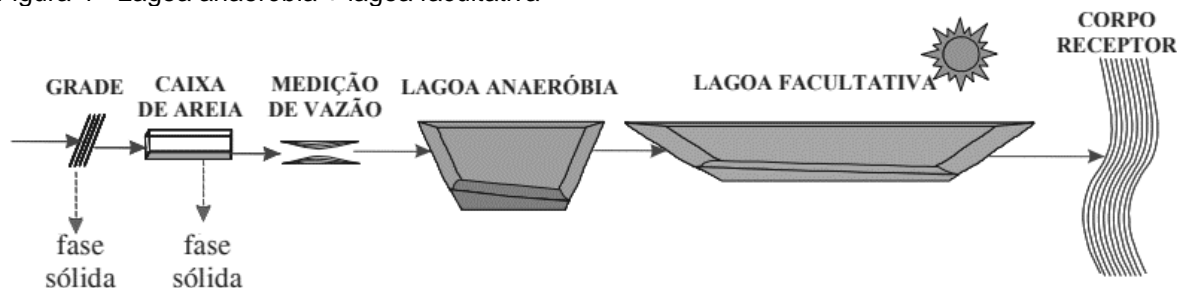
Figura 3 - Fluxograma típico do sistema utilizado na lagoa facultativa



Fonte: Adaptado de Sperling (2016).

A figura 4 representa o fluxograma típico encontrado na utilização de uma lagoa anaeróbia seguida de uma lagoa facultativa.

Figura 4 - Lagoa anaeróbia + lagoa facultativa

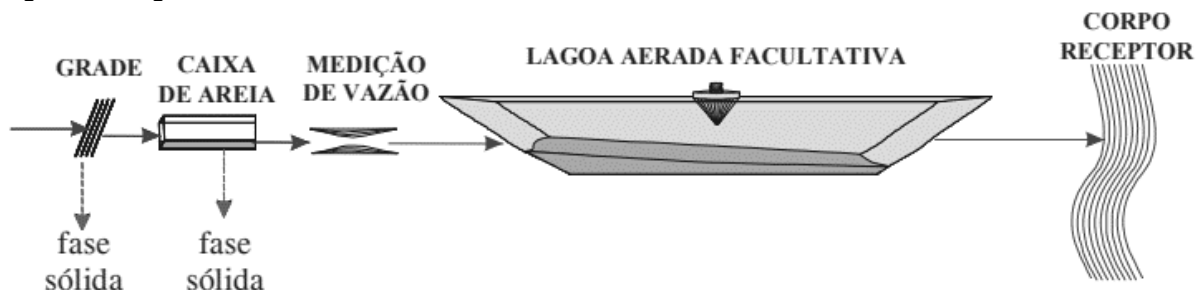


Fonte: Adaptado de Sperling (2016).

Uma Lagoa aerada é aquela em que se injeta ar de forma mecânica ou por ar difuso com a intenção de suprir a demanda exigida de oxigênio na lagoa para que as bactérias consigam realizar seu trabalho (SAAE DE ARACRUZ, 2006).

A figura 5 representa o fluxograma típico encontrado na utilização de uma lagoa aerada facultativa.

Figura 5 - Lagoa aerada facultativa



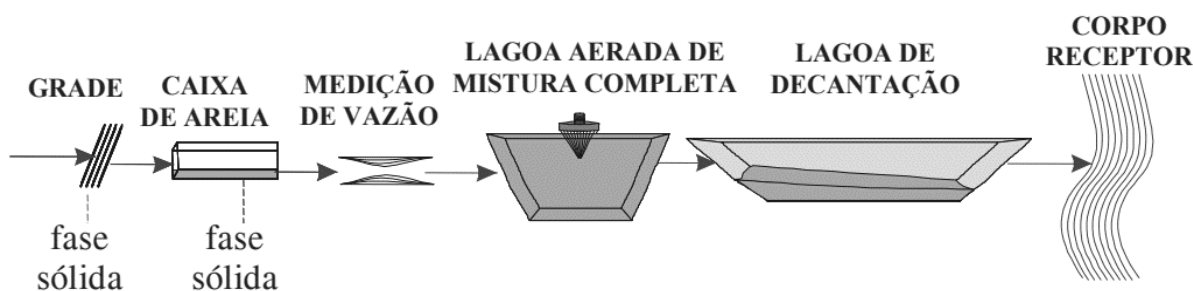
Fonte: Adaptado de Sperling (2016).

Araujo *et al.* (2011) dizem que, uma Lagoa aerada de mistura completa é aquela que dispõe de aeradores capazes de gerar uma alta turbulência na lagoa fazendo com que toda a biomassa seja mantida em suspensão enquanto o oxigênio

dissolvido é distribuído de forma completa em toda a lagoa. Brito *et al.* (2015) completa dizendo que, ao utilizar uma lagoa de mistura completa, se fará necessário o provisionamento de uma segunda lagoa após esta com a função de sedimentação para receber toda essa biomassa que se encontra em suspensão, ressaltando ainda que a limpeza desta lagoa de decantação deverá ser refeita periodicamente.

A figura 6 representa o fluxograma típico encontrado na utilização de uma lagoa aerada de mistura completa seguida de uma lagoa de decantação.

Figura 6 - Lagoa aerada de mistura completa + lagoa de decantação



Fonte: Adaptado de Sperling (2016).

3.4.4 Tratamento Terciário

Após passar pelo tratamento secundário, o esgoto estará apto para usos como: limpeza de ruas e calçadas, regar plantas e outros usos externos. Ele também poderá passar ainda por algum outro tratamento para possibilitar seu uso interno desde que não potável – o que pode inclusive aliviar os casos de carência de água em algumas regiões. Só se fará necessário este cuidado em relação a não utilização para fins potáveis devido a possibilidade de este efluente ainda possuir muito nitrogênio, fosforo ou mesmo organismos patogênicos dentre outras substâncias nocivas à saúde humana. Aqui então é onde entram em cena os processos de tratamento terciários que possuem a capacidade de remoção destas substâncias. O tratamento terciário utiliza técnicas avançadas de cloração, filtração (inclusive com carvão ativado), troca iônica, osmose reversa, eletrodialise e mais recentemente, vem sido implementada a utilização de radiação ultravioleta dentre outros processos igualmente rigorosos (FARRUGIA, 2013).

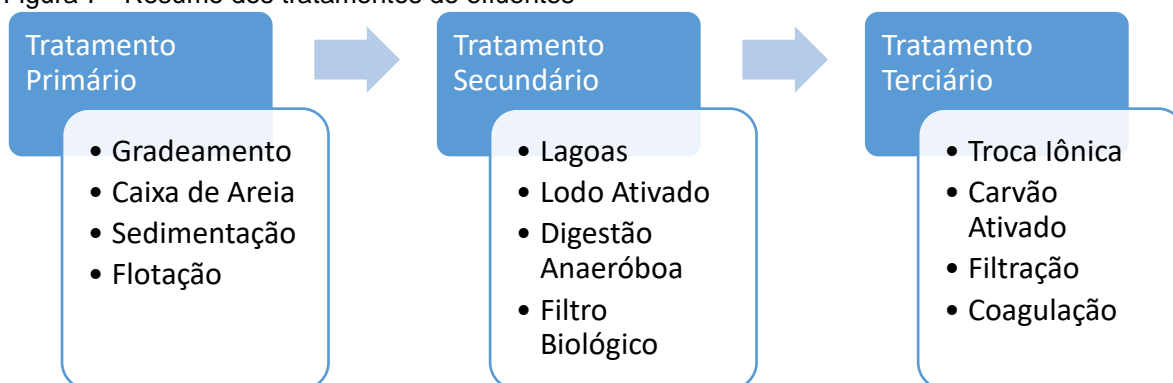
A autora supracitada incentiva que o biogás produzido durante todos estes processos seja não somente captado, mas utilizado na própria estação de tratamento de esgoto na geração de energia elétrica ou ainda seja utilizado como gás doméstico

ou industrial, ressaltando ainda, a possibilidade de utilização como combustível para automóveis.

A ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT NBR 13969) traz alternativas aos procedimentos técnicos para os projetos, construção e a operação das diferentes formas até então catalogadas de tratamentos complementares e da disposição final dos efluentes após o tratamento terciário, além de citar complementos a esta última fase adotada em alguns dos sistemas convencionais para efetiva proteção do manancial que se pretende lançar o efluente tratado.

A seguir, a figura 7 faz um pequeno resumo dos processos mencionados até então.

Figura 7 - Resumo dos tratamentos de efluentes



Fonte: Adaptado de Portal Tratamento De Água (2019).

3.5 SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO

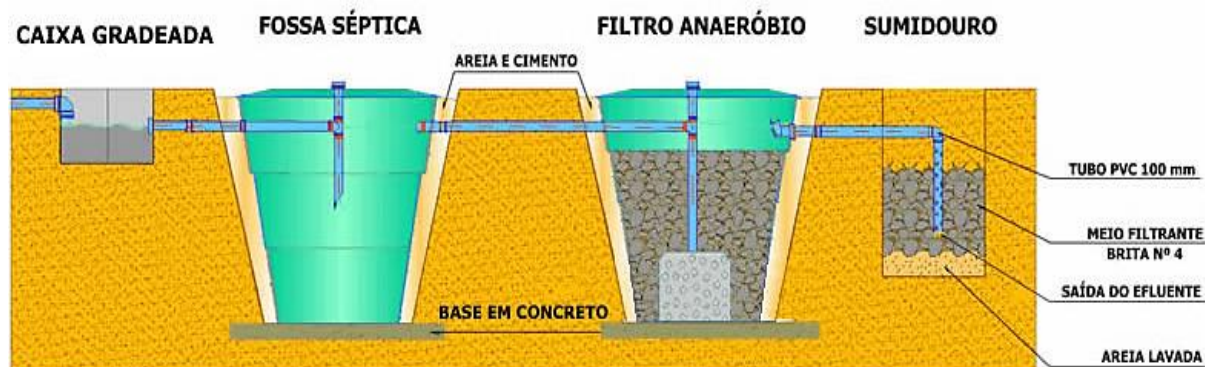
3.5.1 Fossas Sépticas

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 7229) (1993) o sistema de tanques ou fossas sépticas, se aplica unicamente (salvo condições em que a previa comunicação submetida as autoridades sanitárias e ambientais competentes, assim aprovem) ao tratamento de efluentes domésticos que forem justificados por ausência de um sistema de esgotamento sanitário.

Neste sistema, o esgoto deve passar por três diferentes caixas ligadas entre si. Ao passar por essa sequência de caixas, o esgoto passará por um processo conhecido como Biodigestão, processo que possui a capacidade de reduzir a níveis mais aceitáveis as cargas de agentes biológicos considerados como perigosos para o ser humano. Este processo possui tempo de biodigestão variável a depender da

temperatura e da quantidade de usuários. O líquido que fica na terceira caixa, ou pode ser descartado ou utilizado como biofertilizante em diferentes cultivos (BERNARDO *et al.*, 2014). A figura 8 mostra um dos esquemas possíveis de utilização deste sistema.

Figura 8 - Esquema de fossa séptica



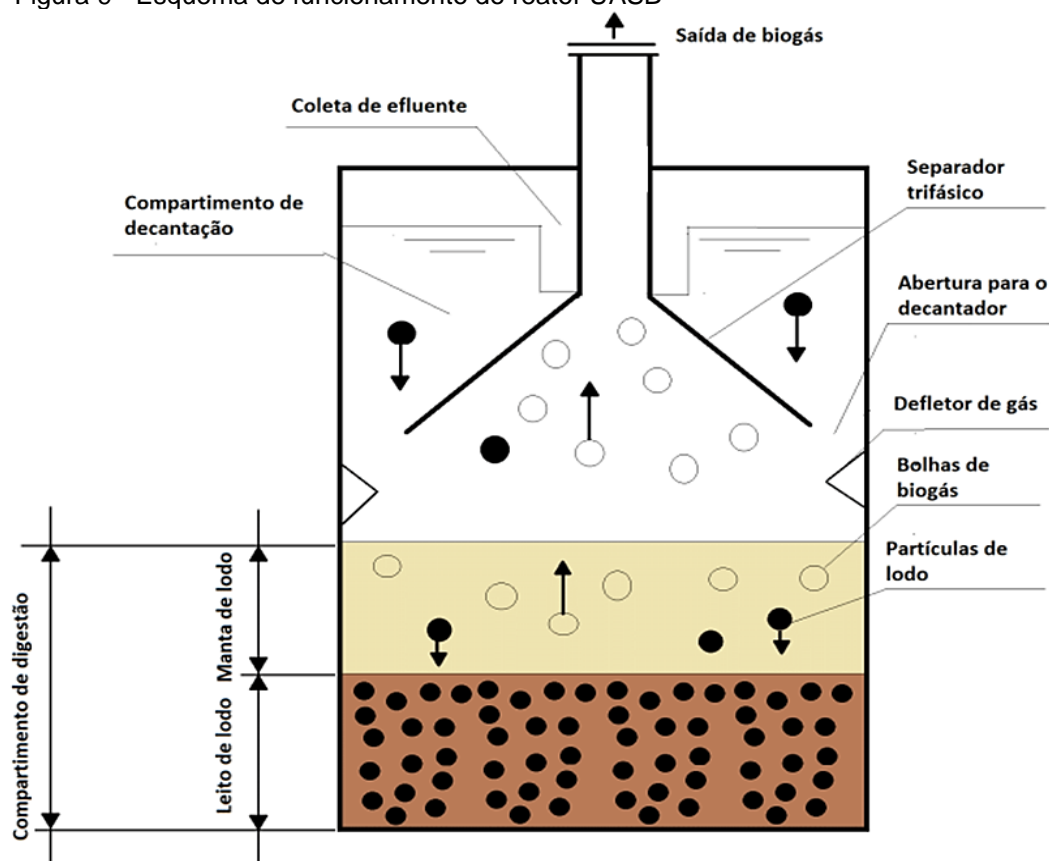
Fonte: (SAMAE, 2014).

3.5.2 Reator UASB

Neste tipo de tratamento, micro-organismos anaeróbios são utilizados com a finalidade de digerir a matéria orgânica presente no efluente que chega até o reator. Este sistema funciona de forma semelhante a fossa séptica, porém, este utiliza apenas um grande tanque no qual todo o processo de decantação e digestão anaeróbia da matéria orgânica acontece simultaneamente (COSTA; BARBOSA FILHO; GIORDANO, 2014).

Os mesmos autores complementam dizendo que um reator UASB deve sempre ser precedido de um sistema de tratamento preliminar, de forma que o efluente sanitário seja gradeado e desarenado. Após este processo ser realizado, o efluente é injetado no reator que funciona em um fluxo ascendente, ou seja, sua disposição do efluente deve ser direcionada para parte inferior (Fundo) do tanque. A figura 9 ilustra o esquema de funcionamento de um Reator UASB.

Figura 9 - Esquema de funcionamento do reator UASB



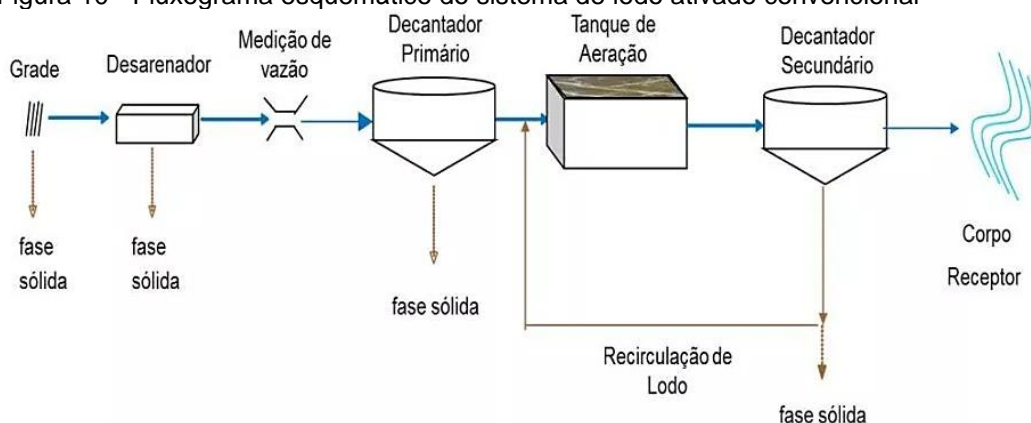
Fonte: Barros (2016).

3.5.3 Lodo Ativado Convencional

Este sistema se constitui por um reator e decantadores primário e secundário, o tanque primário tem a função de sedimentar a matéria orgânica em suspensão para que ela seja retirada antes de entrar no tanque de aeração, isto ocorre com a intenção de economizar energia elétrica na fase de aeração. Este processo possui um tempo de detenção hidráulico relativamente pequeno, variando de seis a oito horas e seu lodo deve ser retirado com idades variando entre quatro e dez dias. Por possuir idade bem jovem, este lodo deve ainda passar por um processo de estabilização para o controle da vasta quantia de matéria orgânica no interior de suas células (SPERLING, 2016).

A figura 10 mostra o fluxograma esquemático de funcionamento desta modalidade de tratamento de esgoto.

Figura 10 - Fluxograma esquemático do sistema de lodo ativado convencional



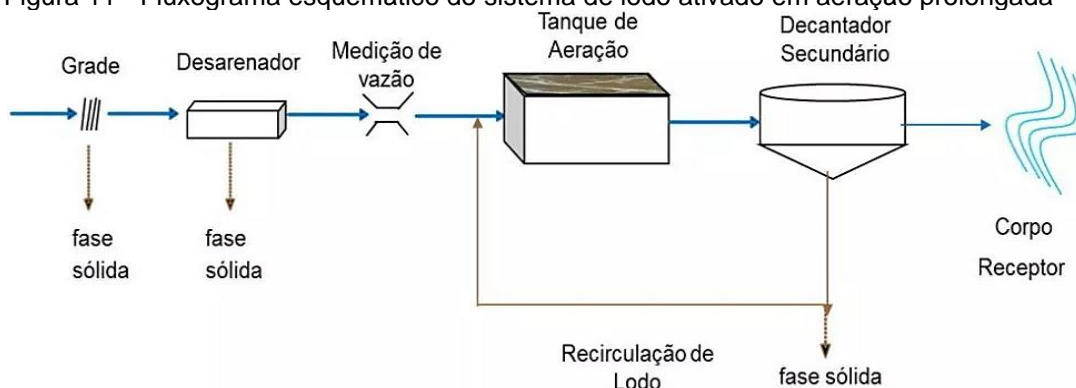
Fonte: Portal tratamento de água (2019).

3.5.4 Lodo Ativado Com Aeração Prolongada

Segundo o Portal Tratamento de Água (2019) em casos onde existe a necessidade de permanência da biomassa por mais tempo no sistema, algo em torno de dezoito a trinta dias, onde o sistema continue a receber a mesma carga de demanda bioquímica de oxigênio de efluente que um sistema tradicional, as bactérias que realizam a eliminação da matéria orgânica passará a ter dificuldade em realizar seu trabalho devido à escassez de alimento.

O mesmo autor prossegue dizendo que com este fato, faz-se necessário que o projeto preveja a utilização de tanques maiores com aeradores já que as bactérias passarão a utilizar sua própria matéria orgânica que compõe suas células de forma metabólica. Este processo é lento e, portanto, exigirá que os microrganismos fiquem por bem mais tempo no tanque de aeração do que o que ocorre no processo de lodo ativado convencional. A figura 11 mostra o fluxograma para esta forma de tratamento. Note que neste sistema, o processo se dá no tanque de aeração que passa a ser bem maior.

Figura 11 - Fluxograma esquemático do sistema de lodo ativado em aeração prolongada



Fonte: Portal Tratamento de Água (2019).

3.6 SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO NEREDA

A tecnologia Nereda para tratamento de águas residuais utiliza unicamente como recurso a biomassa granular aeróbica. Esta tecnologia requer apenas um quarto da área das instalações convencionais de lodo ativado e o seu processo consome cerca de 50% menos de energia. Esta tecnologia foi inventada pela *Delft University of Technology* uma universidade na Holanda e então desenvolvida em uma parceria público-privada exclusiva entre a Universidade, a Fundação Holandesa para Pesquisa Aplicada em Água, as Autoridades Holandesas de Água e a *Royal HaskoningDHV* (NEREDA COMMUNITY, 2019, tradução nossa)

Os mesmos autores afirmam que, nesta tecnologia a biomassa se desenvolve como um lodo granular de rápida estabilização. Estes grânulos possuem uma enorme capacidade de sedimentação o que faz com que não haja a necessidade de uma fase lenta separada para a decantação como ocorre nos métodos convencionais. Neste processo, todas as fases do tratamento ocorrem simultaneamente com os grânulos exigindo apenas um único tanque para isso.

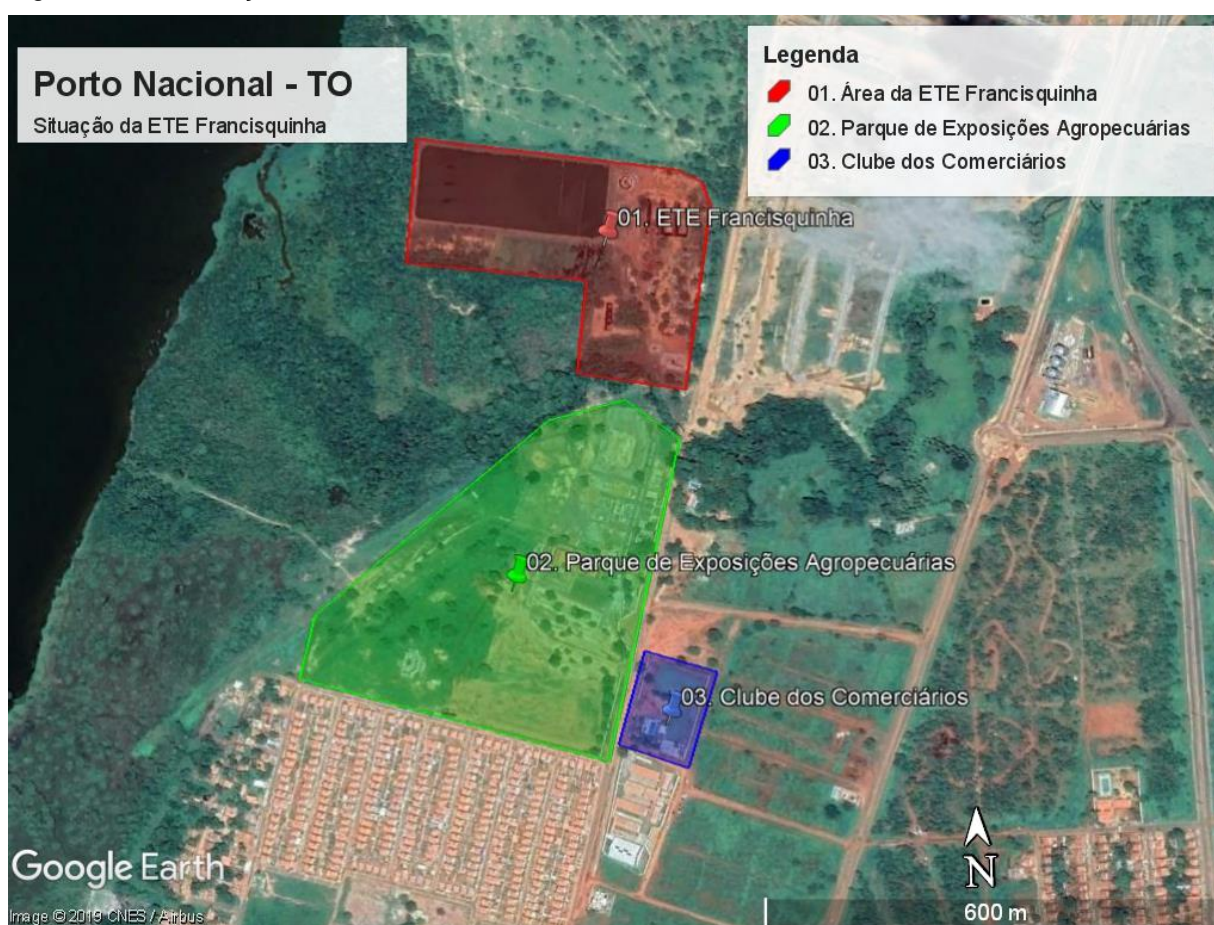
Segundo a Companhia de Saneamento de Porto Nacional (2019) esta tecnologia tida como revolucionária, utiliza ao invés de estruturas em flocos como ocorre no processo convencional, uma estrutura em grânulos, os quais possuem uma velocidade de sedimentação extremamente maior e não possui necessidade de adição de quaisquer produtos químicos.

Ainda segundo a Companhia de Saneamento de Porto Nacional (2019), a escolha por esse tipo de bactéria é genial, pois além de remover toda a matéria orgânica em tempo muito mais hábil, este processo consegue também remover os excessos tanto de fósforo quanto de nitrogênio das águas servidas, ou seja, todo o processo primário, secundário e terciário se resume a um único sistema que funciona em uma velocidade extremamente maior que todos estes juntos.

4 METODOLOGIA

Para que os objetivos deste trabalho sejam alcançados, será realizado um levantamento das informações disponíveis sobre a ETE de Porto Nacional (Cidade brasileira que se situa no estado do Tocantins), através de visita *in loco* e elaboração de um *checklist* das etapas do processo de tratamento da ETE, bem como a eficiência das mesmas. A ETE se localiza no final da Avenida Tocantins, logo após o parque de exposições agropecuárias da cidade como demonstrado na figura 12.

Figura 12 - Localização da ETE de Porto Nacional



Fonte: Adaptado de Google Earth - Satélite CNES Airbus - Zona 23 DATUM WGS 84, (2019).

Com base nos dados e projetos disponíveis nos sites da *Royal HaskoningDHV*, *Nereda Community*, artigos e livros publicados bem como as informações e dados obtidos nas etapas anteriormente mencionadas, o que inclui a quantidade de unidades atendidas, a perspectiva de aumento populacional, vazão máxima de trabalho e área disponível para eventual ampliação do sistema atual e a viabilidade de implantação da ETE Nereda em termos técnicos e operacionais, será realizada a comparação entre os dois sistemas.

Munido das informações supracitadas e tendo em mente o almejo da reforma e ampliação da ETE Francisquinha, com o auxílio do software AutoCAD e Revit, pretende-se apresentar um projeto básico de implantação de uma ETE Nereda para esta cidade (caso este seja uma melhor opção à ampliação do sistema existente).

5 CRONOGRAMA

Quadro 2 - Cronograma da pesquisa

PASSOS	2020				
	FEV.	MAR.	ABR.	MAIO	JUN.
Coleta de Dados					
Elaboração do Referencial Teórico / Redação do Artigo					
Organização dos Dados					
Análise dos Resultados					
Elaboração do projeto de implantação Nereda.					
Defesa/Banca					
Submissão do Artigo					

Legenda:

-  Mês a ser executado a tarefa.
-  Mês livre em relação a execução da tarefa.

Fonte: (NOVAIS, 2019).

6 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que este trabalho consiga verificar as vantagens e desvantagens do sistema de tratamento de esgoto convencional utilizado em Porto Nacional em relação ao Nereda em termos técnicos, operacionais, sociais e econômicos em relação a implantação e operação, com a finalidade de poder sugerir o melhor sistema de tratamento para a cidade, já apresentando um projeto de implantação do sistema Nereda.

REFERÊNCIAS

- ABCON; SINDCON. **O Saneamento no Brasil não pode esperar**. Associação Brasileira das Concessionárias Privadas de Serviços; Sindicato Nacional das Concessionárias. [S.l.], p. 09-89. 2019.
- Agência Nacional das Águas (ANA). **Conjuntura Brasil - Recursos Hídricos**. Brasília, p. 27-32. 2018.
- ARAUJO, R. D. et al. **Esgoto Sanitário - Coleta e transporte, Tratamento e Reuso Agrícola**. 2. ed. São Paulo: Blucher, v. I, 2011. ISBN 9788521205685.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT NBR 13969). **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, p. 60. 1997
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT NBR 7229). **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro, p. 15. 1993.
- BARROS, R. M. **Energia de Biogás da Digestão Anaeróbia de Resíduos Sólidos Orgânicos e de Aterros Sanitários**. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá. 2016.
- BERNARDO, W. F. et al. **Como montar e usar a fossa séptica modelo Embrapa**. Embrapa. Brasília, p. 44. 2014. (ISBN 978-85-7035-397-9).
- BRASIL. LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 jan. 2007**.
- BRASIL. MINISTRO DA SAÚDE. "Cada real gasto em saneamento economiza nove em saúde", disse ministro da Saúde. **FUNASA**, 2017. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/todas-as-noticias/-/asset_publisher/lpnzx3bJYv7G/content/-cada-real-gasto-em-saneamento-economiza-nove-em-saude-disse-ministro-da-saude?inheritRedirect=false>. Acesso em: 07 Novembro 2019.

BRITO, L. F. et al. Tratamento De Esgoto Sanitário Por Meio Do Uso De Lagoas Aeradas. **Caderno de Graduação**, Maceió, Novembro 2015. 165-176.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE PORTO NACIONAL. 5 tecnologias que estão revolucionando o saneamento no Brasil. **Saneamento em Pauta**, 2019. Disponível em: <<https://blog.brkambiental.com.br/saneamento-no-brasil/>>. Acesso em: 31 Outubro 2019.

COSTA, E. D. S.; BARBOSA FILHO, O.; GIORDANO, G. Reatores anaeróbios de manta de lodo(UASB): uma abordagem concisa. **COLETÂNEA EM SANEAMENTO AMBIENTAL**, Rio de Janeiro, v. V, n. 1, 2014. 121p.

ECYCLE. Usos da água: Tipos e Fatores Que Influenciam a Demanda. **eCycle**, (2015). Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/3223-usos-da-agua-uso>>. Acesso em: 14 Outubro. [S.l.], 2019.

FARRUGIA, B. Conheça como funciona uma estação de tratamento de efluentes. **TAE, especializada em Tratamento de Água e Efluentes**, Santo André, v. II, n. 12, p. 36-40, abr/maio 2013. ISSN 2236-2614.

FERREIRA, A. B. D. H. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 5. ed. [S.l.]: Positivo, v. I, 2014. ISBN 9788538583110.

Google Earth. Porto Nacional. **Satélite CNES Airbus - Zona 23 DATUM WGS 84**. nov. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Perfil dos Municípios Brasileiros - Saneamento básico - Aspectos gerais da gestão da política**. Rio de Janeiro, p. 1 - 41. 2018.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Programa Nacional de capacitação de gestores ambientais: Módulo específico licenciamento ambiental de estações**. Brasília, p. 67. 2009. (ISBN 978-85-7738-128-9).

NEREDA COMMUNITY. ABOUT NEREDA® TECHNOLOGY. **Nereda®**, Amersfoort, 2019. Disponível em: <<https://www.royalhaskoningdhv.com/en-gb/nereda/about-nereda-technology>>. Acesso em: 31 Outubro 2019.

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. **Efluentes domésticos e industriais**: você conhece as diferenças?, 2015. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/efluentes-domesticos-e-industriais-voce-conhece-as-diferencas/>>. Acesso em: 14 Outubro 2019.

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. Sistema de lodos ativados. **Portal tratamento de água**, 2019. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/sistema-lodos-ativados/>>. Acesso em: 30 Outubro 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO NACIONAL. **PMAE - Plano Municipal de Água e Esgoto**. Prefeitura Municipal de Porto Nacional. Porto Nacional, p. 224. 2018.

Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (RECESA). **Esgotamento sanitário - Processos de tratamento de esgotos**. Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. Brasília, p. 72. 2008. (CDD – 628.1).

Royal HaskoningDHV (RHDHV). NEREDA. **Royal HaskoningDHV**, 2018. Disponível em: <<https://www.royalhaskoningdhv.com/search-results?q=NEREDA>>. Acesso em: 06 Novembro 2019.

SAAE DE ARACRUZ. **Sistemas de Tratamento de Esgoto**. Serviço Autônomo de Água e Esgoto. Aracruz, p. 14. 2006.

SAMAE. Tratamento de Esgoto. SAMAE, 2014. Disponível em: <<http://www.samaepomerode.com.br/index.php?pg=1053>>. Acesso em: 25 Novembro 2019.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Brasília. 2019.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1996. 240 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 1).

SPERLING, M. V. **Lodos Ativados**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, v. IV, 2016.

TOMÉ, L. M. Saneamento Básico: Situação Atual e Perspectivas. **Caderno Setorial - ETENE**, Junho 2019.