

FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO - FESPSP

MBA SANEAMENTO AMBIENTAL

Aluna: Simone Lara Fatuch de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Antonio Eduardo Giansante

Planejando uma Estação de Tratamento de Esgotos Sustentável: mapeamento de ações sustentáveis no Brasil para estudo de caso da ETE Cabreúva

SÃO PAULO

2020

SIMONE LARA FATUCH DE OLIVEIRA

Planejando uma Estação de Tratamento de Esgotos Sustentável: mapeamento de ações sustentáveis no Brasil para estudo de caso da ETE Cabreúva

Projeto de Pesquisa apresentado à Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de especialista em Saneamento Ambiental sob a orientação do Profº Dr. Antonio Eduardo Giansante.

SÃO PAULO

2020

Biblioteca FESPSP – Catalogação-na-Publicação (CIP)

363.72
O482p

Oliveira, Simone Lara Fatuch de.

Planejando uma Estação de Tratamento de Esgotos Sustentável : mapeamento de ações sustentáveis no Brasil para estudo de caso da ETE Cabreúva / Simone Lara Fatuch de Oliveira. – 2020.

30 p. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Eduardo Giansante.

Trabalho de Conclusão de Curso (MBA em Saneamento Ambiental) – Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo.

Bibliografia: p. 26-29.

1. Sustentabilidade. 2. Saneamento. 3. Estação de Tratamento de Esgoto. 4. Responsabilidade Socioambiental. I. Giansante, Antonio Eduardo. II. Título.

CDD 23. : Saneamento – aspectos sociais 363.72

Ficha catalográfica elaborada por Éderson Ferreira Crispim CRB-8/9724

Simone Lara Fatuch de Oliveira

**Planejando uma Estação de Tratamento de Esgotos Sustentável:
mapeamento de ações sustentáveis no Brasil para estudo de caso
da ETE Cabreúva**

Projeto de pesquisa aplicada apresentado à Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, como exigência parcial para obtenção de título de especialista em Saneamento Ambiental sob a orientação do Profº Dr. Antonio Eduardo Giansante.

Data de aprovação: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Nome do (a) professor (a), titulação,
Instituição e assinatura

Nome do (a) professor (a), titulação,
Instituição e assinatura

Aos meus pais, Vanda e José, meus maiores apoiadores, por sempre me incentivarem e não me deixarem desistir, mesmo nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e ao Senhor Jesus Cristo, por serem o sentido da minha vida e terem me proporcionado todas as condições necessárias para conduzir esse trabalho até o fim.

Agradeço ao Marco Antônio Vieira Sampaio – meu chefe e coordenador de empreendimentos da Sabesp – que, desde que eu ingressei na empresa, há 8 anos, confiou-me muitos desafios e oportunidades para o meu crescimento profissional, incluindo a indicação para realização deste MBA.

Muito obrigada à Professora Mestre Tathiana Senne Chicarino e ao Professor Doutor Antonio Eduardo Giansante pelas valiosas orientações durante o desenvolvimento deste trabalho.

Finalmente, agradeço a todos (as) os (as) Professores (as) da FESPSP pelas aulas de excelente qualidade e todos os eventos promovidos, que contribuíram imensamente para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

RESUMO

O tema sustentabilidade tem sido recorrente nas discussões que norteiam as ações globais e empresariais, inclusive no âmbito do saneamento básico. No bojo de um sistema de esgotamento sanitário, uma das unidades mais relevantes é a Estação de Tratamento de Esgotos – ETE. Entretanto, apesar das oportunidades de aprimoramento de seus processos, ainda há poucas iniciativas de medidas sustentáveis nessas unidades no Brasil. Nesse contexto, o presente trabalho consiste em um projeto de pesquisa aplicada que visa elencar práticas sustentáveis com foco no tripé aproveitamento do lodo gerado, reuso do efluente tratado e utilização de fonte energética de menor impacto ambiental, aplicáveis à Estação de Tratamento de Esgotos a ser construída na cidade de Cabreúva (SP), a fim de propor um modelo de ETE Sustentável. Para tanto, seriam realizadas uma revisão bibliográfica referente às pesquisas já desenvolvidas e uma seleção de unidades a serem estudadas de maneira mais profunda, segundo critérios pré-estabelecidos. Uma vez selecionadas as unidades, o estudo seria fundamentado em visitas às suas instalações, entrevistas com seus colaboradores e observação sistemática de seus processos. Para prospecção da demanda pelos subprodutos gerados na ETE Cabreúva, se ali fossem adotadas as práticas sustentáveis em referência, seriam realizadas entrevistas com representantes comerciais e industriais daquele município. Com base no conjunto de informações assim obtidas, seriam catalogadas as práticas mais apropriadas à ETE objeto deste estudo e os possíveis benefícios sociais, ambientais e econômicos que poderiam ser gerados.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Saneamento, Estação de Tratamento de Esgoto, Responsabilidade Socioambiental.

ABSTRACT

The sustainability subject has been recurrent in the discussions that guide global and business actions, including in the scope of basic sanitation. At the ambit of a sanitary sewage system, one of the most relevant units is the Sewage Treatment Plant (STP). However, despite the considerable opportunity to improve their processes, there are still few initiatives for sustainable measures in these units in Brazil. In this context, the present work consists of a applied research project that aim at to list sustainable practices focusing on the tripod use of generated sludge, reuse of treated effluent and use of energy source with less environmental impact, applicable to the sewage treatment station to be built in the city of Cabreúva (SP), with the aim of propose a model of Sustainable STP. For this, a bibliographic review of the research already carried out and a selection of units to be studied with more details would be carried out, according to pre-established criteria. After selecting the units, the study would be based on visits to its facilities, interviews with its employees and systematic observation of these processes. To prospect for the demand for by-products generate at Cabreuva STP, if some of these sustainable practices were adopted there, interviews would be conducted with commercial and industrial representatives from that municipality. From these data surveys, the most appropriate practices for the STP object of this study and the possible social, environmental and economic benefits that would be generate would be cataloged.

Keywords: Sustainability, Sanitation, Sewage Treatment Plant, Social and Environmental Responsibility.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	OBJETIVOS.....	10
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
3.1	Contextualização da sustentabilidade.....	10
3.2	Diagnóstico brasileiro e demandas atuais.....	12
3.3	Tratamento de esgotos sustentável.....	13
3.4	Tratamento de esgotos convencional.....	16
3.5	Nova estação de tratamento de esgotos de Cabreúva.....	17
3.6	Pesquisas relacionadas e práticas atuais.....	18
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	20
4.1	Etapas da pesquisa.....	21
4.1.1	Revisão da literatura.....	21
4.1.2	Coleta de dados.....	22
4.1.3	Análise de dados.....	24
5	RESULTADOS ESPERADOS.....	24
6	CRONOGRAMA.....	25
	REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

O tema sustentabilidade tem sido cada vez mais constante nas discussões que norteiam as ações globais. Empresas têm procurado adaptar seus empreendimentos, visando minimizar os impactos sociais e ambientais de suas atividades, em conformidade com diretrizes governamentais e exigências de seus *stakeholders*. No âmbito do saneamento ambiental não poderia ser de outra forma.

De acordo com o último marco legal aprovado para a área até a data deste estudo – Lei 11.445/07, o saneamento básico no Brasil compreende um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais para atendimento às seguintes atividades: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, além da drenagem e manejo das águas pluviais.

Dentre os componentes de um sistema de esgotamento sanitário, uma das unidades mais relevantes é a Estação de Tratamento de Esgotos -ETE, que tem a finalidade de transformar o esgoto bruto num efluente final que atenda o padrão estabelecido nas Resoluções CONAMA 357/2005 e CONAMA 430/2011, que regem o lançamento de efluentes no corpo d'água. Por outro lado, esta mesma estação pode provocar impactos negativos relevantes a ponto de comprometer os benefícios gerados. O gerenciamento inadequado dos resíduos e o alto consumo energético são alguns dos fatores que podem contribuir para essa condição (ANDREOLI, SPERLING e FERNANDES, 2014).

Todavia, parece persistir um déficit nos novos projetos de estações de tratamento de esgotos no Brasil em relação à avaliação e estudos de viabilidade para adoção de medidas sustentáveis, ficando definições importantes a cargo das áreas operacionais dessas unidades. O resultado é que, apesar da oportunidade de aprimoramento dos processos e de seus possíveis retornos financeiros, ambientais e sociais, ainda há poucas iniciativas nesse sentido no país. (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em ETEs Sustentáveis, 2018)

As empresas de saneamento poderiam, então, adaptar seus processos de modo a mitigar os impactos trazidos pelas suas atividades e ampliar os benefícios prestados à população.

Sendo assim, quais das ações sustentáveis já adotadas em estações de tratamento de efluentes no Brasil poderiam ser ajustadas e implementadas em outras unidades, especialmente na ETE Cabreúva?

2 OBJETIVOS

Como objeto deste projeto de pesquisa, adotou-se a Estação de Tratamento de Esgotos de Cabreúva, sendo a justificativa para esta escolha embasada nos seguintes fatores:

- Trata-se de unidade a ser construída e, portanto, há mais facilidade de implantação de ações que alterem a rotina operacional dos responsáveis.
- O município de Cabreúva possui um vasto parque industrial que poderá impactar na demanda pelos subprodutos gerados a partir da implantação das ações sustentáveis em sua ETE.
- Já é previsto no projeto desta unidade a implantação de um tratamento terciário para o efluente, que já pode ser considerada uma ação sustentável, na medida em que amplia as oportunidades de aproveitamento deste subproduto.
- De acordo com a Lei Estadual 12.289/06, o município de Cabreúva é classificado como uma Área de Preservação Ambiental (APA), portanto, é passível de maior controle governamental no que se refere à preservação ambiental, incluindo um maior rigor na fiscalização de indústrias na produção de resíduos poluentes.

O objetivo deste trabalho é apresentar um projeto de pesquisa aplicada para identificação de ações sustentáveis implantadas em Estações de Tratamento de Esgotos no Brasil e verificação de quais dessas medidas seriam aplicáveis à Estação de Tratamento de Esgotos a ser construída no município de Cabreúva-SP.

A partir da identificação das ações aplicáveis e do estudo de suas viabilidades, considerando-se seus impactos sociais, ambientais e econômicos (discutidos com maior profundidade na próxima seção), pretende-se propor um modelo de Estação de Tratamento de Esgotos Sustentável que poderia ser adotado para a unidade em Cabreúva e até servir como mais uma referência para outras plantas no país.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

No relatório denominado “Nosso Futuro Comum”, publicado em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMED, órgão vinculado à Organização das Nações Unidas (ONU), o termo desenvolvimento sustentável foi definido como aquele que atende às necessidades da geração atual sem comprometer a habilidade de as gerações futuras serem atendidas em suas próprias necessidades (SILVA, 2003). Na ocasião, destacou-se o atendimento às necessidades básicas dos indivíduos como condicionante para que possam galgar oportunidades de melhoria da qualidade de vida.

A partir de então, outras definições surgiram para o termo sustentabilidade, abrangendo três dimensões principais: social, econômica e ambiental. A dimensão ambiental reporta-se à preservação do meio ambiente. A dimensão social se refere à redução das desigualdades e acesso às condições mínimas para uma existência digna, como educação, moradia e alimentação. Por fim, a dimensão econômica está relacionada à geração de uma melhor qualidade de vida para as pessoas com o menor impacto ambiental possível (AMARAL, 2019; GARCIA, 2016).

No documento “Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, da ONU, essas dimensões se tornam mais abrangentes. Nele são listados 17 objetivos do desenvolvimento sustentável, envolvendo temas como pobreza, saúde e bem-estar, educação inclusiva, igualdade de gênero e promoção da paz.

No âmbito do saneamento ambiental e suas possibilidades de atuação, objetos deste estudo, destacam-se os objetivos 6, 7, 9, 13 e 15, descritos a seguir:

Objetivo 6. Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos;

Objetivo 7. Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos;

Objetivo 9. Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação;

Objetivo 13. Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos;

Objetivo 15. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda da biodiversidade.

De acordo com a análise de Abramovay (2010), o Brasil chegou a presenciar iniciativas governamentais importantes voltadas para a sustentabilidade, tais como medidas para redução da pobreza e diminuição da desigualdade, e ações para preservação ambiental, através da redução das queimadas da Amazônia e diversidade da matriz energética brasileira.

Naquela ocasião, as fontes renováveis correspondiam a 46% da oferta na matriz energética. Atualmente esse percentual é de 75% e a estimativa é de que, até 2023, as fontes renováveis correspondam a 83% da matriz energética brasileira.

Ainda neste sentido, durante a conferência de Copenhagem em 2009, o país assumiu compromissos desafiadores de redução na emissão de gases do efeito estufa, repactuados a partir do Acordo de Paris, que foi aprovado pelo Congresso Brasileiro em 2016 (OLIVEIRA *et al*, 2018).

No entanto, Abramovay também alertava sobre a necessidade de medidas mais incisivas e abrangentes, envolvendo políticas públicas, empresas privadas e organizações da sociedade civil, para caracterizar, de fato, um desenvolvimento sustentável. Segundo aquele autor, apesar da redução da desigualdade, permaneceram restritos o acesso à educação, à moradia, ao saneamento e à segurança, entre outras carências da população brasileira. Apesar da redução no desmatamento da Amazônia, o processo de produção e consumo dos recursos naturais no Brasil ainda se apoiava em um modelo de degradação ambiental, persistindo um déficit de tecnologias que possibilitem o crescimento econômico e a minimização dos impactos ambientais.

3.2 DIAGNÓSTICO BRASILEIRO E DEMANDAS ATUAIS

Às necessidades básicas dos indivíduos definidas no relatório da CMED-ONU, a saber alimentação, emprego, habitação e vestimentas, pode-se adicionar o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, destacado na Constituição Federal Brasileira de 1988 como um bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida.

Neste contexto do saneamento ambiental, o Brasil ainda parece estar distante de atingir o 6º objetivo do desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 da ONU: “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”.

De acordo com o 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, divulgado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS em dezembro de 2019, o Brasil ainda apresenta índices muito baixos de coleta (53,2%) e tratamento de esgotos gerados (46,3%).

Com relação ao manejo de resíduos sólidos, de acordo com o 17º Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, divulgado pelo SNIS também em dezembro de 2019, o índice de coleta de resíduos domiciliares entre a população urbana, em 2018, era de 98,8%. Entretanto, 24,4% dos resíduos totais coletados ainda apresentavam disposição final ambientalmente inadequada (aterro controlado e lixões), totalizando 15,05 milhões de toneladas de resíduos dispostos inadequadamente no ano de 2018.

Em que pese ainda haver um déficit significativo de atendimento no abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto e destinação adequada de resíduos sólidos, nada impede que regiões mais desenvolvidas possam avançar em tecnologias e estudos de alternativas para aprimorar seus processos, tornando-os mais sustentáveis.

Para Caldas, Checco e Jayo (2019), não é por falta de legislação, dados estatísticos ou destinação de orçamento público que o Brasil ainda padece no setor. No que se refere a dados e informações, há relatórios anuais e o Sistema Nacional de Informações do Saneamento (SNIS), dentre outras fontes que apresentam um diagnóstico razoável da situação. Em termos de legislação, embora esteja sendo rediscutida, a lei 11.445/07 também representou um importante instrumento para o setor, com determinação de metas e esclarecimento de conceitos.

Por fim, no Orçamento Federal, entre 2012 e 2017, foram previstos R\$ 17,5 bilhões para expansão de sistemas de saneamento, sendo que nem todo o recurso previsto foi utilizado. Aqueles autores afirmam, ainda, que novas estratégias devem direcionar as ações públicas na área, sendo que a aplicação e exploração de tecnologias apropriadas compõe a lista de itens necessários para superação do histórico déficit de saneamento no Brasil.

3.3 TRATAMENTO DE ESGOTOS SUSTENTÁVEL

Levando em conta os conceitos abordados e os desafios atuais para a sustentabilidade, muitas empresas instaladas no Brasil têm-se mobilizado para aplicar, em seus respectivos setores, iniciativas para amenizar os impactos de suas atividades, mantendo o compromisso com o bem estar social e com o meio ambiente, seja por uma questão de conscientização ou pela pressão do próprio mercado. Na área de saneamento há exemplos de empresas que têm desenvolvido junto aos seus consumidores projetos sociais, culturais e ambientais, além de inovações em seus processos operacionais para atendimento a essas demandas (AZEVEDO, 2006; DANEBERG *et al*, 2014).

Considerando uma estação de tratamento de esgotos como uma indústria que transforma o esgoto bruto em um produto final, conforme definição de Sperling e Chernicharo (1996), a busca pela otimização de seu processo e qualidade do seu produto final se torna ainda mais necessária (POAGUE, SILVA e NUNES; 2018).

De acordo com Poague, Silva e Nunes (2018), os novos padrões industriais, caracterizados pelas tecnologias limpas são baseados em algumas premissas, dentre as quais destacam-se:

1. Melhoria na eficiência do processo, redução de custos com água, energia e matéria prima;
2. Redução do consumo de matérias primas, a partir da adoção, sempre que possível, de materiais renováveis, utilização de materiais reciclados, menor consumo de materiais e energia;
3. Redução de resíduos gerados;
4. Redução do potencial de poluição do processo ou produto gerado;
5. Melhoria das condições de trabalho quanto aos aspectos de segurança, saúde, prevenção de riscos, entre outros.

Com base nessas premissas, e nos objetivos da Agenda 2030 apresentados no início deste trabalho, é possível listar algumas oportunidades de adequações de processos que poderiam caracterizar uma Estação de Tratamento de Esgotos Sustentável.

Uma dessas oportunidades se baseia na primeira e segunda premissas dos novos padrões industriais, caracterizadas pela melhoria na eficiência do processo, redução de custos com água, energia e matéria prima, adoção de materiais

renováveis, reciclados e redução no consumo de materiais e energia. Essa característica está interligada com os objetivos 7 e 9 do desenvolvimento sustentável da Agenda 2030, relacionados ao acesso sustentável à energia e à promoção da industrialização inclusiva, sustentável e inovadora, respectivamente.

Para atendimento ao disposto nessas premissas e objetivos, bem como ao objetivo para o desenvolvimento sustentável nº 13 da Agenda 2030 da ONU – combate à mudança climática – uma das características que podem configurar uma estação de tratamento de esgotos sustentável é a utilização de uma fonte energética de menor impacto ambiental, desde que apresente viabilidades técnica e econômica.

A terceira e quarta premissas elencadas por Poague, Silva e Nunes (2018) se referem à redução de resíduos gerados e do potencial de poluição gerado no processo, sendo compatíveis com o Objetivo 15 da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, relacionado à conservação dos ecossistemas terrestres. Tanto este objetivo quanto aquelas premissas estão coerentes com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei 12.305/10, que prevê a seguinte ordem de prioridade na gestão dos resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e destinação final ambientalmente adequada.

Em uma Estação de Tratamento de Esgotos, um dos subprodutos gerados é o próprio efluente tratado, que pode ser aproveitado para atividades secundárias dentro da própria ETE (torneiras de jardim ou lavagem de equipamentos, por exemplo) e, dependendo do nível do tratamento, pode ser aplicado em outros serviços, tais como: reuso urbano (irrigação de áreas), reuso agrícola, reuso recreacional (represas e lagos), reuso ambiental, reuso industrial e reuso em recarga de aquífero (TOSETTO, 2005).

Outro dos principais subprodutos gerados no processo de uma ETE é o “lodo”, termo utilizado para designar todos os subprodutos sólidos desta unidade, que em geral são: material gradeado, areia, espuma, lodo primário, lodo secundário e lodo químico (ANDREOLI, SPERLING e FERNANDES, 2014).

Apesar do lodo gerado representar apenas 1% a 2% do volume do esgoto tratado, seu gerenciamento é complexo, apresenta um custo significativo em relação ao custo total da operação da ETE (entre 20% a 60%) e por vezes é negligenciado pelos gestores dos serviços de saneamento. Andreoli, Sperling e Fernandes (2014)

alertam ainda que um mal gerenciamento do lodo das estações de tratamento de esgoto pode comprometer os benefícios ambientais deste sistema.

Para uma estação de tratamento de esgotos ser considerada sustentável, é, portanto, indispensável que apresente uma solução ambientalmente adequada para o lodo produzido, considerando a hierarquia da gestão de resíduos proposta pela Lei 12.305/10, além da possibilidade de reuso do efluente tratado.

Por fim, a quinta e última premissa apontada para os novos padrões industriais está relacionada às condições de trabalho, segurança, saúde e prevenção de riscos. Considerando uma estação de tratamento de esgotos, essas condições podem ser avaliadas durante a implantação das instalações e durante a sua operação.

O quadro 1 apresenta um resumo da relação entre as premissas para os novos padrões industriais baseados em tecnologias limpas, os objetivos da Agenda 2030 e as oportunidades de adequação de processos que caracterizariam uma Estação de Tratamento de Esgoto Sustentável:

Quadro 1 – Comparativo Novos Padrões Industriais x Agenda 2030

Premissas para os Novos Padrões Industriais (Poague, Silva e Nunes, 2018)	Objetivos da Agenda 2030 (ONU, 2015)	Oportunidades para uma ETE Sustentável
• Redução de custos com água, energia e matéria prima • Redução do consumo de matérias primas, materiais e energia	• Objetivo 7 – Acesso sustentável à energia • Objetivo 9 – Promover industrialização inclusiva, sustentável e inovadora; • Objetivo 13 – Combate às mudanças climáticas e seus impactos	Utilização de fonte de energia alternativa no processo de tratamento.
• Redução de resíduos gerados • Redução do potencial de poluição do processo	• Objetivo 15 – Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres	Gestão adequada do lodo produzido e reuso do efluente tratado.
• Melhoria das condições de trabalho	-	Ações voltadas para saúde, segurança e prevenção de riscos durante as obras e operação da ETE.

Fonte: Elaborado pela autora

3.4 TRATAMENTO DE ESGOTOS CONVENCIONAL

Uma estação de tratamento de esgotos convencional opera de acordo com as seguintes etapas, levando em conta aspectos como a classificação do corpo receptor, eficiências desejadas, componentes a serem removidos e nível de tratamento:

- Tratamento preliminar: Remoção dos sólidos grosseiros;
- Tratamento primário: Remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e matéria orgânica em suspensão;
- Tratamento secundário: Remoção da matéria orgânica em suspensão, matéria orgânica solúvel e de alguns nutrientes (nitrogênio e fósforo);
- Tratamento terciário: Remoção de nutrientes, organismos patogênicos, compostos não biodegradáveis, metais pesados, sólidos inorgânicos dissolvidos e sólidos em suspensão não removidos em sua totalidade nas etapas anteriores.

Em países de clima tropical, os principais sistemas utilizados para tratamento de esgoto, respeitando as etapas descritas no parágrafo anterior, são:

- Lagoas de Estabilização, que consistem em sistemas de tratamento biológico, onde a estabilização da matéria orgânica é promovida através da oxidação bacteriológica;
- Sistemas Alagados Construídos, caracterizados por banhados artificiais para remoção de poluentes através da filtração e depuração da matéria orgânica por meio dos microrganismos que aderem ao substrato no sistema;
- Sistemas Anaeróbios, caracterizados por transformar parte da matéria orgânica em gás carbônico e metano, exigindo um queimador de gases;
- Lodos Ativados, constituídos por reator e decantadores primário (remoção da matéria orgânica em suspensão sedimentável) e secundário (CORNELLI *et al*, 2014).

Para o tratamento dos subprodutos sólidos gerados no tratamento de esgotos (lodo), as principais etapas, variando de acordo com o tipo de tratamento adotado para a fase líquida dos esgotos, são:

- Adensamento: Remoção da umidade e, conseqüentemente, do volume do lodo;
- Estabilização: Remoção da matéria orgânica, reduzindo a massa de sólidos e odores do lodo;

- Condicionamento: Adição de produtos químicos, facilitando o processo de desidratação;
- Desaguamento ou desidratação: Remoção de umidade e do volume, facilitando o transporte e manuseio do lodo para destinação final;
- Higienização: Etapa necessária quando há o aproveitamento do lodo para a agricultura, pois visa a remoção de organismos patogênicos;
- Disposição final: Destinação final do subproduto tratado, podendo ser disposto no aterro sanitário, utilizado para recuperação de áreas degradadas, reciclagem agrícola ou outros usos (SPERLING, 2018).

3.5 NOVA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE CABREÚVA

Além das informações já expostas na sessão 2 (OBJETIVOS), é importante apresentar algumas características técnicas da nova estação de tratamento de esgotos a ser construída no município de Cabreúva, objeto deste trabalho.

O processo de tratamento daquela Estação, que possui uma vazão nominal de 150l/s para a primeira etapa e onde é previsto o sistema de lodos ativados de fluxo contínuo com nitrificação e desnitrificação simultânea, é composto pelas seguintes etapas:

- Tratamento Preliminar compreendendo gradeamento/peneiramento e desarenadores;
 - Tanques de aeração;
 - Decantadores Secundários;
 - Estações elevatórias de recirculação e descarte dos lodos ativados;
 - Unidade de coagulação para aplicação de cloreto férrico ao efluente do processo, para remoção de fósforo;
 - Tanques de floculação;
 - Decantadores lamelares;
 - Filtros terciários para remoção adicional de DBO e fósforo, sendo adotados filtros rápidos por gravidade de camada dupla, areia e antracito;
 - Desinfecção com hipoclorito de sódio;
 - Pós-aeração do efluente final, devido à baixa vazão do corpo receptor.
- O sistema de pós-aeração será embutido no tanque de contato;

Para o tratamento do lodo excedente gerado no sistema, tem-se as seguintes etapas previstas:

- Tanque de recebimento do lodo ativado em excesso, garantindo a regularização do fluxo de lodo para o adensamento;
- Máquinas adensadoras de lodo (centrífugas de adensamento);
- Sistema de dosagem de polímero composto por tanques de preparo e bombas dosadoras;
- Tanque de lodo adensado com capacidade de 10m³;
- Desidratação final do lodo por meio de máquina desaguadora.

3.6 PESQUISAS RELACIONADAS E PRÁTICAS ATUAIS

No Brasil, a maior parte dos estudos relacionados ao reuso de efluente tratado está voltada para o seu aproveitamento agrícola, visto que a agricultura é o setor que mais consome água no planeta (70%), exigindo a busca por meios alternativos para atendimento a esta demanda. (TORRES *et al*, 2019)

No entanto, em áreas urbanas, outras aplicações vêm sendo consideradas para a água de reuso como irrigação de parques e jardins, limpeza urbana, desobstrução de tubulações de esgoto e drenagem pluvial, lavagem de veículos, combate a incêndio, entre outros. (TOSETTO, 2005).

Para o tratamento do lodo produzido nas ETEs, a modalidade mais adotada no país é a disposição final em aterro sanitário, apesar dos altos custos para transportes e taxas de ocupação dos aterros, além de não ser a mais recomendada ambientalmente, haja vista as premissas mencionadas nas seções anteriores.

De acordo com Amaral (2019), a prática mais sustentável para Estações de Tratamento de Esgotos anaeróbias é o gerenciamento conjunto do lodo e biogás, utilizando o biogás como fonte energética para a secagem térmica do lodo produzido.

Essa solução foi estudada para a Estação de Tratamento de Esgotos do Onça, em Belo Horizonte, onde a proposta é a utilização do biogás como fonte energética para as operações da ETE, incluindo a secagem do lodo através de secador término que aumenta o teor de sólidos desse subproduto, além de higienizá-lo, possibilitando que seja utilizado para fins agrícolas (POAGUE, SILVA e NUNES, 2018).

Considerando a relevância e crescimento do agronegócio no Brasil, o aproveitamento do lodo na agricultura tem sido uma opção promissora, em

decorrência inclusive do clima tropical do país, que favorece o processo de decomposição da matéria orgânica dos solos. Além da redução dos custos relacionados à disposição final adequada desse resíduo e da redução dos impactos ambientais em relação à disposição final em aterros sanitários, o bio sólido – produto obtido a partir da reciclagem agrícola do lodo – proporciona uma redução de R\$ 443,28 por hectare no custo com a compra de fertilizantes e corretivos de acidez do solo (ZAVELINSKI, 2019).

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP também tomou iniciativas para o aproveitamento agrícola do lodo, sendo a Estação de Tratamento de Esgotos Lageado, em Botucatu-SP, um exemplo. Neste caso, além do benefício ambiental, houve uma considerável redução nos custos operacionais, visto que o aterro sanitário mais próximo dessa unidade está localizado no município de Paulínea e os custos com transporte seriam excessivos. O adubo oriundo do aproveitamento do lodo foi denominado pela companhia de Sabesfértil e tem sido apreciado pelos agricultores pela qualidade e redução dos custos com fertilizantes sintéticos (SABESP, 2018).

Outra modalidade de uso para o lodo de estações de tratamento de esgoto é o seu aproveitamento na indústria da construção civil, para a fabricação de telhas, tubos, tijolos e lajotas, incorporando-o na preparação da massa cerâmica. Oliveira e Silva (2018) apresentam ensaios realizados com tijolos e cerâmicas argilosas incorporando o lodo de esgoto de indústrias têxtil e de papel e celulose em sua composição e, em ambos casos, foram obtidos resultados satisfatórios em termos de resistência, economia de água, leveza do material e consequente economia no transporte.

Há ainda a possibilidade de utilização do lodo de esgoto na fabricação de cimentos e concretos, adotando-o como um dos agregados leves, em substituição à areia ou pequenas pedras, reduzindo o custo de produção (IWAKI, 2018). Apesar de ainda não ser maciçamente empregada no Brasil, em estudo realizado para as estações de tratamento de esgoto de Recife essa técnica se apresentou como uma opção benéfica do ponto de vista ecológico e econômico (DINIZ e MELO, 2019).

Com relação às fontes alternativas de energia elétrica, além do biogás, já mencionado anteriormente, a energia fotovoltaica se apresenta como uma fonte limpa, renovável e inesgotável de geração de energia. Apesar do custo alto de implantação no Brasil, os sistemas fotovoltaicos, em geral, compensam o valor investido ao longo

do tempo, além dos benefícios ambientais. Somado a isso, reduz-se a dependência da fonte hídrica, que tem sofrido os impactos das variações climáticas e estiagens atípicas (COSTA *et al*, 2019).

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Conforme mencionado, o objetivo deste projeto de pesquisa está relacionado à avaliação e aplicação de ações sustentáveis para a Estação de Tratamento de Esgotos de Cabreúva (SP), que comporá o Sistema de Esgotamento Sanitário daquele município, cujos serviços são prestados pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

Sendo assim, pode-se classificar esse trabalho como um projeto de pesquisa aplicada, visto que, além da aplicação na unidade em questão, os resultados obtidos poderão ser replicados para outras unidades operadas pela SABESP, bem como poderão ser aproveitados por outras empresas prestadoras de serviços de saneamento básico.

Quanto à modalidade, esta pesquisa pode ser considerada um estudo de caso único, visto que as plantas de tratamento de efluentes possuem especificidades que inviabilizam a adoção de padrões, característica do estudo de casos múltiplos. Por outro lado, considerando as poucas iniciativas de ações sustentáveis em estações de tratamento de esgotos no país, o estudo de um único caso já possui suficiente relevância para decisões no setor (GODOI, BANDEIRA-DE-MELLO e SILVA, 2010).

4.1 ETAPAS DA PESQUISA

4.1.1 REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com o referencial teórico apresentado, e com base nos conceitos e princípios de sustentabilidade e iniciativas já desenvolvidas em unidades do Brasil, nota-se que algumas ações podem caracterizar uma Estação de Tratamento de Esgotos Sustentável. No contexto deste estudo, seriam selecionadas as seguintes possibilidades de ações sustentáveis: aproveitamento do lodo produzido no processo de tratamento, reuso do efluente tratado, utilização de fonte de energia alternativa

para operação da unidade e ações sociais para conscientização da população quanto a posturas individuais que possam minimizar o aumento do aquecimento global (e seus impactos), tais como: consumo sustentável, redução, reutilização e reciclagem de resíduos, dentre outras atitudes compatíveis com os objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e com a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A partir dessas linhas de atuação, seria realizado um aprofundamento da revisão teórica dos estudos já produzidos em relação a outras estações de tratamento de esgoto, obedecendo-se à seguinte ordem de prioridade: unidades operadas pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, unidades operadas por outras empresas prestadoras de serviço no estado de São Paulo, unidades em outros estados do país. A priorização do estudo de unidades já operadas pela SABESP e mais próximas do município de Cabreúva se deve à facilidade de disseminação da cultura na operação de determinados processos e nas singularidades econômicas dos estados do país, que impactam na demanda pelos produtos gerados através das ações a serem estudadas.

Esse levantamento teria por objetivo verificar as possibilidades factíveis de aproveitamento de lodo, de reuso e aproveitamento do efluente tratado, de opção por fontes energéticas alternativas para operação da ETE e implementação de ações sociais cabíveis, relacionando essas possibilidades com o processo de tratamento de cada estação e as características regionais, que determinarão a demanda pelos produtos gerados.

4.1.2 COLETA DE DADOS

Com base na revisão da literatura sobre as iniciativas sustentáveis aplicadas às Estações de Tratamento de Esgotos, tenciona-se realizar o mapeamento das unidades em que as ações foram aplicadas e as respectivas empresas prestadoras de serviços de saneamento responsáveis pelas mesmas, sejam Companhias Estaduais de Saneamento, empresas privadas ou autarquias municipais.

Nessa etapa seria elaborada uma lista de práticas sustentáveis e suas características, que posteriormente seriam compatibilizadas ao processo e características da Estação de Tratamento de Esgotos de Cabreúva. Também comporia este mapeamento o levantamento da estrutura organizacional desses

prestadores de serviços para definição da melhor estratégia para coleta de dados, que envolveria visitas a algumas unidades onde forem identificadas práticas sustentáveis, ocasião em que seriam aplicadas as seguintes técnicas para coleta de dados:

- Entrevistas qualitativas: seriam conduzidas a partir de pautas pré-definidas, com o objetivo de coletar as informações relacionadas às práticas adotadas, melhorias de processo obtidas a partir da adoção da prática sustentável, dificuldades na implementação e operação desta ação e demandas pelos subprodutos gerados nos processos implementados. Dentro desses principais pontos de interesse, outros subtópicos seriam explorados ao longo do curso da entrevista de acordo com a explanação dos entrevistados. Os informantes dessas entrevistas seriam os encarregados operacionais e responsáveis pelas áreas de empreendimentos (projeto e implantação) e manutenção, de acordo com a estrutura organizacional de cada empresa.
- Observação: considerando que os entrevistados, em geral, poderão não ter razões pessoais fortes para fornecer as respostas desejadas e que poderiam tender a apresentar somente os fatos positivos das ações de suas empresas, essa técnica se torna fundamental para obtenção das respostas aos tópicos mencionados no item anterior. Para tanto seria adotada a observação sistemática, onde é elaborado um plano de observação para orientar a coleta, análise e interpretação dos dados. Esse plano contemplaria aspectos como a organização na operação da unidade visitada, sobretudo no sistema que compõe a prática sustentável adotada, a disseminação de sua importância entre os colaboradores da empresa, se estão sendo mantidas as manutenções adequadas e o devido controle dos resultados obtidos.

Em resumo, pretende-se obter, através dessa etapa, informações relacionadas às considerações de projeto que viabilizaram a implantação do conjunto das medidas sustentáveis, a saber: custos de implantação, retorno estimado, desafios encontrados, facilidades e dificuldades operacionais e de manutenção, similaridades e diferenças com o projeto da estação de tratamento de esgotos de Cabreúva, dentre outras informações relevantes para definição das soluções mais apropriadas para a unidade objeto deste estudo.

Na etapa de coleta de dados também seriam levantadas as informações referentes ao aproveitamento dos produtos gerados no tratamento de lodo e reuso de efluentes, bem como qual a demanda estimada para esses produtos em uma possível aplicação das iniciativas estudadas na unidade de Cabreúva. Para isso, pretende-se realizar visitas para prospecções e entrevistas com representantes comerciais e industriais do município na modalidade qualitativa e conduzidas a partir de pautas pré-definidas, direcionadas para o interesse regional nos subprodutos gerados caso as práticas sustentáveis fossem adotadas na Estação de Tratamento de Esgotos de Cabreúva.

Outro aspecto a ser abrangido seria o retorno financeiro que essas práticas poderiam proporcionar para a empresa prestadora dos serviços de saneamento básico no município, a SABESP, bem como para o comércio e indústria da região, em comparação com a situação atual – sem utilização de subprodutos gerados a partir de uma ETE Sustentável. Neste caso, considera-se que há um interesse dos entrevistados em proporcionar uma informação de qualidade e completa, não sendo necessária, num primeiro momento, a adoção de outras técnicas de coleta de dados para esse fim.

As informações coletadas nas primeiras visitas – Estações de Tratamento de Esgoto que adotam práticas sustentáveis – subsidiariam a elaboração da lista de ações sustentáveis e suas características, incluindo as vantagens e desafios identificados. Já as informações coletadas nas segundas visitas – entrevistas com representantes comerciais industriais de Cabreúva – ajudariam a definir as práticas mais adequadas para a situação específica da Estação de Tratamento de Esgotos de Cabreúva, lembrando que essa definição também teria relação com o seu processo de tratamento, conforme já relatado em parágrafos anteriores.

4.1.3 ANÁLISE DE DADOS

O processo de análise será concomitante à etapa de coleta dos dados e seguirá algumas fases, dentre as quais destacam-se:

- Organização e preparação dos dados coletados, digitando-se as anotações de campo e separando-as conforme a origem e tipo de informação obtida;
- Leitura dos dados organizados, comparando-os à revisão teórica realizada;

- Agrupamento dos dados em formato de tabela, estabelecendo os principais resultados positivos e desafios das ações selecionadas e as características operacionais de cada unidade, como processo de tratamento, nível de automação e demanda regional pelos produtos gerados. Nesta tabela deverá constar também as informações obtidas no que se refere ao retorno social, ambiental e financeiro das medidas sustentáveis adotadas, bem como os investimentos necessários, para as unidades que tiverem esse mapeamento;

- Definição das práticas mais adequadas à Estação de Tratamento de Cabreúva, estimativa de custo de implantação e das possibilidades de retorno social, ambiental e econômico dos investimentos.

5 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se como resultado desta pesquisa elaborar uma lista de ações sustentáveis aplicáveis à Estação de Tratamento de Esgotos de Cabreúva, tanto no que diz respeito ao seu processo operacional quanto referente às suas características regionais, elencando alguns benefícios sociais, ambientais e econômicos que seriam gerados e propondo um modelo de Estação de Tratamento de Esgotos Sustentável a partir daquela unidade.

REFERÊNCIAS

ABRAMOWAY, R. **Desenvolvimento Sustentável: Qual a Estratégia para o Brasil**. CEBRAP, nº 87, São Paulo, 2010.

AMARAL, K.G.C. **Avaliação da Sustentabilidade no Gerenciamento de Lodo e Biogás, em Estação de Tratamento de Esgotos, utilizando a técnica ACV**. Tese de Doutorado. UFPR, 2019.

ANDREOLI, C.V.; SPERLING, M.V.; FERNANDES, F. **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. 2. ed. Belo Horizonte, Editora UFMG, 2014.

AZEVEDO, A.L.V. **Indicadores de Sustentabilidade Empresarial no Brasil: uma Avaliação do Relatório do CEBDS**. Revista Ibero-americana de Economia Ecológica, v. 5, p. 75-93, 2016.

BRASIL. Constituição de República Federativa do Brasil de 1988, de 5 de outubro de 1988. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm

Acesso em 16.03.2020

BRASIL. Lei nº 11445, de 05 de janeiro de 2007. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm

Acesso em 16.03.2020

BRASIL. Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm

Acesso em 16.03.2020

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em:

<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>

Acesso em 25.05.2020

BRASIL. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Disponível em:

<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>

Acesso em 25.05.2020

CALDAS, E.L.; CHECCO, G.B.; JAYO, M. **Para Superar o Déficit de Saneamento Básico no Brasil: Papel Potencial das Tecnologias Apropriadas**. Revista Delos Desarrollo Local Sostenible, junho, 2019.

CENTRO DE INFORMAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O BRASIL – UNIC RIO. Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, 2015.

COMISSÃO DE POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DA AGENDA 21 NACIONAL. Agenda 21 Brasileira, 2ª Edição, 2003.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – CMMAD. Nosso Futuro Comum. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CORNELLI, R. et al. **Métodos De Tratamento de Esgotos Domésticos: uma Revisão Sistemática**. Revista de estudos ambientais – REA, v. 16, n.2, p.20-36, 2014

COSTA, A.C. et al. **Energia Solar Fotovoltaica: Uma Alternativa Viável**. V Seminário Científico UNIFACIG, 2019

DANEBERG, T.F. et al. **Evidenciação Econômica, Financeira e Socioambiental de Empresas Brasileiras de Água e Saneamento Básico**. Caderno Profissional de Administração – UNIMEP, v. 4, n.1, 2014.

DINIZ, M.A.O.M.; MELO, D.C.P. **Potencial de Aproveitamento de Lodo de ETE na Construção Civil em Recife/PE**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v.10, n.5, 2019.

GARCIA, D.S.S. **Dimensão Econômica da Sustentabilidade: uma Análise com Base na Economia Verde e a Teoria do Decrescimento**. Veredas do Direito, Belo Horizonte, v. 13, n.25, p. 133-153, 2016.

GODOI, C.K.; BANDEIRA-DE-MELLO, R.; SILVA, A.B. (Organizadores) **Pesquisa Qualitativa em Estudos Organizacionais: Paradigmas, Estratégias e Métodos**. 2.ed. São Paulo, Editora Saraiva, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM ETES SUSTENTÁVEIS. Quem somos – ETES Sustentáveis. 2018. Disponível em: https://etes-sustentaveis.org/?page_id=1167
Acesso em: 30 abr. 2020

IWAKI, G. **Destinação Final de Lodos de ETAs e ETEs**. 2018. Disponível em <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/destinacao-final-de-lodos-de-et-as-e-et-es/>

Acesso em: 09 fev. 2020

OLIVEIRA, A.P.M. et al. **Avaliação Técnica e Econômica de Fontes de Energia Renováveis**. The Journal of Engineering and Exact Sciences - JCEC, v. 4, n.1, 2018.

OLIVEIRA, N.P; SILVA, S.C. **Aplicação do Lodo de Esgoto em Materiais de Construção Civil**. Revista Científica Univiçosa, v.10, n.1, 2018.

POAGUE, K.I.H.M; SILVA, W.R.; NUNES, J.C.S. **Diagnóstico Operacional e Sustentável da Estação de Tratamento de Esgoto do Onça (ETE Onça) – Belo Horizonte, MG**. Periódico da Universidade Vale do Rio Verde, v. 2, n.2, 2018.

PORTAL SABESP. **Sabesp Transforma Lodo Gerado no Tratamento de Esgoto em adubo**. 2018. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalle.aspx?secaold=65&id=7905>

Acesso em: 09 fev. 2020

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 12289, de 2 de março de 2006. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/norma/61532>

Acesso em 17.07.2020

SILVA, V.G. **Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: Diretrizes e Base Metodológica**. Tese de Doutorado. USP, 2003.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE O SANEAMENTO. 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, 2019.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE O SANEAMENTO. 17º Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, 2019.

SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte, Editora UFMG, 2018.

SPERLING, M.V. **Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte, Editora UFMG, 2018.

TORRES, D.M. et al. **Tratamento de Efluentes e Produção de Água de Reúso para Fins Agrícolas**. Holos, Ano 35, v. 8, e9192, 2019.

TOSETTO, M.S. **Tratamento Terciário de Esgoto Sanitário para Fins de Reúso Urbano**. Dissertação de Mestrado. UNICAMP, 2005.

ZAVELINSKI, J.E.B. **Inovação no Aproveitamento de Lodo de Esgoto na Agricultura: Análise à Luz da Perspectiva da Ecoinovação**. Dissertação de Mestrado. UTFPR, 2019.