

**UNI EVANGÉLICA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**GABRIEL OLIVEIRA ADELARDO**

**IGOR MATHEUS OLIVEIRA CARVALHO SANCHES**

**RAIANE RAMOS LIMA**

**WILDSON CARDOSO RODRIGUES**

**ESTUDO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO  
DAIA EM ANÁPOLIS (GO), VIABILIDADES E DESAFIOS**

**ANÁPOLIS / GO**

**2022**

**GABRIEL OLIVEIRA ADELARDO**  
**IGOR MATHEUS OLIVEIRA CARVALHO SANCHES**  
**RAIANE RAMOS LIMA**  
**WILDSON CARDOSO RODRIGUES**

**ESTUDO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO  
DAIA EM ANÁPOLIS (GO), VIABILIDADES E DESAFIOS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNI EVANGÉLICA**

**ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO FERNANDES**

**ANÁPOLIS / GO: 2022**

## FICHA CATALOGRÁFICA

ADELARDO, GABRIEL OLIVEIRA / SANCHES, IGOR MATHEUS OLIVEIRA CARVALHO  
LIMA, RAIANE RAMOS / RODRIGUES, WILDSON CARDOSO

Estudo da ETE: Estudo da estação de tratamento de esgoto do DAIA em Anápolis (GO),  
viabilidade e desafios

45P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2022).

TCC - Uni EVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

- |                 |                      |
|-----------------|----------------------|
| 1. ETE          | 2. DAIA              |
| 3. Viabilidades | 4. Saneamento Básico |
| I. ENC/UNI      | II. Bacharel         |

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ADELARDO, Gabriel Oliveira / SANCHES, Igor Matheus Oliveira Carvalho / LIMA, Raiane Ramos / RODRIGUES, Wildson' Cardoso. Estudo da ETE: O Caso da Estação Compacta de Anápolis - GO. 2022. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Uni EVANGÉLICA, Anápolis, 2022.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: Gabriel Oliveira Adelardo, Igor Matheus Oliveira Carvalho  
Sanches, Raiane Ramos Lima e Wildson Cardoso Rodrigues.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo da  
Estação de Tratamento de Esgoto do DAIA em Anápolis (GO), Viabilidade e desafios;

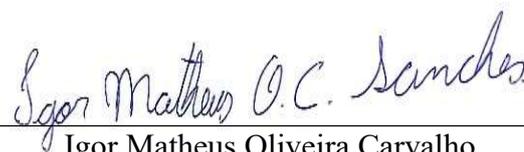
GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2021

É concedida à Uni EVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para  
emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores  
reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a  
autorização por escrito dos autores.



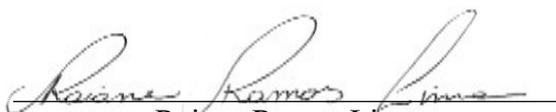
Gabriel Oliveira Adelardo

E-mail: gabriel\_adelardo\_20@hotmail.com



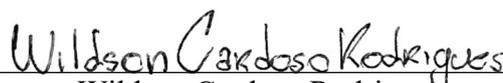
Igor Matheus Oliveira Carvalho

E-mail: igorocs10@gmail.com



Raiane Ramos Lima

E-mail: ramosraiane3@gmail.com



Wildson Cardoso Rodrigues

E-mail: wil\_753@hotmail.com

GABRIEL OLIVEIRA ADELARDO  
IGOR MATHEUS OLIVEIRA CARVALHO SANCHES  
RAIANE RAMOS LIMA  
WILDSON CARDOSO RODRIGUES

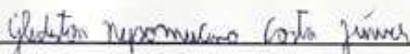
ESTUDO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DO  
DAIA EM ANÁPOLIS (GO), VIABILIDA E DESAFIOS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL

APROVADO POR:



CARLOS EDUARDO FERNANDES, Mestre (UniEVANGÉLICA)  
(ORIENTADOR)



GLEDISTON NEPOMUCENO C. JÚNIOR, Mestre (UniEVANGÉLICA)  
(EXAMINADOR INTERNO)



ROGÉRIO SANTOS CARDOSO, Mestre (UniEVANGÉLICA)  
(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 31 DE MAIO de 2022.

## AGRADECIMENTOS

Queremos agradecer primeiramente a Deus pelo dom da vida, e nos conceder a graça de estar cursando este bacharel, pois sem ele este feito não seria possível.

Agradecemos ainda por esta com cada um de nós em diversos momentos sejam eles bons e até os mais difíceis e árduos nos mantendo perseverante e determinados.

Juntamente com a estação de tratamento de esgoto do DAIA pela entrevista concedida para a participação em nosso trabalho de conclusão.

À Coordenação do Curso de Engenharia Civil pelo Aperfeiçoamento de Nível Superior cooperando para o nosso crescimento pessoal e profissional.

Todo o corpo docente da Universidade Uni Evangélica pelo auxílio nesta caminhada de uma jornada de aprendizado proporcionando momentos felizes e muito prazerosos.

Nossos professores que estiveram conosco nesta jornada prestando suporte em nossas dúvidas e as esclarecendo, onde se mostraram ser muito empenhados nesta tarefa.

Em especial ao nosso orientador Carlos Eduardo Fernandes que esteve conosco se mostrando um profissional exemplar de um conhecimento plausível e admirável que nos foi transmitido, além de um ser humano de um coração enorme, um verdadeiro exemplo de homem, amigo e professor. Uma pessoa abençoada por Deus.

Todos os nossos amigos e colegas por toda dedicação e auxílio prestado durante este bacharel, além de momentos que foram proporcionados de muita risada e descontração.

Aos nossos pais Rafael da Silva Lima, Rosilene Ramos da Maia Lima, Flávia Regina de Souza Oliveira, Ildemar Adelardo da Silva, Luciano de Carvalho Sanches, Sheila Batista de Oliveira Sanches, Fernanda Felipe Cardoso e Valdilon Rodrigues da Cruz que sempre estiveram ao lado de cada um de nós mostrando total apoio em cada decisão tomada. Aos nossos avós, tios, tias, primos, primas, irmãos e irmãs, e em especial, aos nossos filhos Samuel Lucindo Lima e Gael de Souza Sanches.

Ao esposo e esposa e cada um de nós, Daniel Wendell Silva Lima e Isadora Pereira de Souza Sanches pelo companheirismo, amor, carinho, dedicação e confiança, orientando-me nas decisões e dando-me forças nos momentos árduos. Você teve um papel fundamental nesta conquista. Obrigada por ter você em minha vida.

Àquelas pessoas que contribuíram diretamente ou indiretamente para a realização desse trabalho. Gratidão!

## **RESUMO**

O estudo da Estação de Tratamento de Esgoto do DAIA em Anápolis, visando viabilidade e desafios foi feita com base em revisão bibliográfica acerca de tratamento de esgoto e, paralelamente, com estudo de caso realizado na mesma. O tratamento de esgoto chegou ao Brasil na metade do século XX, porém, mesmo após mais de 50 anos, muitas cidades ainda sofrem da falta desse recurso. Em 2020, com o seccionamento de novas leis e alteração de leis vigentes, os serviços de tratamento de esgoto começaram a sofrer desestatizações, visando uma melhor qualidade na prestação de serviços por parte de empresas privadas. Além disto, houve uma revisão nas metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Saneamento Básico, metas anteriores que não foram atingidas até o ano de 2019 sofreram um reajuste para serem cumpridas até o ano de 2033. No tratamento de esgoto o efluente passa por uma série de tratamentos até atingir a taxa de poluição mínima para ser descartado na natureza, todo o conjunto de processos podem ser divididos em tratamento preliminar, tratamento primário, tratamento secundário e tratamento terciário. Os autores realizaram o estudo de caso na ETE localizada no DAIA, a qual mesmo após passar por uma reforma, está operando em capacidade máxima para conseguir atender a demanda elevada gerada pela vazão de efluente provindo das indústrias locais.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Esgoto. Estação de Tratamento de Esgoto. Efluente. Taxa de poluição.

## **ABSTRACT**

The study of the DAIA Sewage Treatment Station in Anápolis, aiming at feasibility and challenges, was based on a literature review about sewage treatment and, in parallel, with a case study carried out in it. Sewage treatment arrived in Brazil in the mid-twentieth century, however, even after more than 50 years, many cities still suffer from the lack of this resource. In 2020, with the enactment of new laws and amendment of existing laws, sewage treatment services began to undergo privatization, aiming at a better quality in the provision of services by private companies. In addition, there was a review of the goals established by the National Basic Sanitation Plan, previous goals that were not reached until the year 2019 were readjusted to be fulfilled until the year 2033. In the sewage treatment, the effluent goes through a series of treatments until reaching the minimum pollution rate to be discarded in nature, the whole set of processes can be divided into preliminary treatment, primary treatment, secondary treatment, and tertiary treatment. The authors carried out the case study at the ETE located in DAIA, which, even after undergoing a renovation, is operating at maximum capacity to be able to meet the high demand generated by the flow of effluent from local industries.

### **KEYWORDS:**

Sewer. Sewage treatment station. Effluent. Pollution rate.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa do índice de atendimento urbano por rede coletora de esgotos (IN024).....	18
Figura 2 - Mapa do índice de tratamento de esgotos referido à água consumida (IN046).....	19
Figura 3 - Mapa do índice de tratamento de esgotos referido à água consumida (IN046).....	20
Figura 4 - Déficit de acesso ao abastecimento de água .....	21
Figura 5 - Déficit de acesso ao esgotamento sanitário .....	21
Figura 6 - Tratamento Preliminar .....	25
Figura 7 - Gradeamento de Limpeza Mecanizada.....	25
Figura 8 - Sistema Australiano .....	27
Figura 9 - Reator UASB .....	29
Figura 10 - Estados de Goiás, destaque para a cidade de Anápolis.....	31
Figura 11 - DAIA (Distrito Agroindustrial de Anápolis).....	33
Figura 12 - CODEGO (Companhia de Desenvolvimento de Goiás).....	34
Figura 13 - Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Mário Arnaldo Canadelo.....	35
Figura 14 - Lagoa anaeróbia da ETE localizada no DAIA.....	37
Figura 15 - Imagem de Satélite da ETE .....	38

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Investimento em saneamento básico .....	17
--	----

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Efluentes Líquidos Industriais - Parâmetros Básicos .....	23
--	----

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

CODEGO	Companhia de Desenvolvimento Econômico de Goiás
DAIA	Distrito Agroindustrial de Anápolis
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
Fe <sup>2+</sup>	Férrico de oxidação +2
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira
OMS	Organização Mundial da Saúde
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
SEMAP	Secretaria de Meio Ambiente Agricultura e Pesca
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
SS	Massa de sólidos em suspensão
UASB	(Upflow Anaerobic Sludge Blanket) Reator Aeróbio de Fluxo Ascendente

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	12
1.2 OBJETIVOS .....	13
<b>1.2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>13</b>
1.3 METODOLOGIA .....	13
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
<b>2 SANEAMENTO BÁSICO .....</b>	<b>15</b>
2.1 CONCEITO .....	15
2.2 HISTÓRIA .....	15
2.3 DESAFIOS E PROBLEMAS .....	16
2.4 ESTATÍSTICAS .....	17
<b>2.4.1 Índice de atendimento urbano de esgotos .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4.2 Índice de tratamento de esgoto coletado .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.3 Índice de tratamento de esgotos referido à água consumida.....</b>	<b>20</b>
<b>2.4.4 Baixa renda .....</b>	<b>21</b>
<b>3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE ETES .....</b>	<b>22</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS DE ETE.....	22
3.2 TRATAMENTO DE ESGOTO .....	24
<b>3.2.1 Tratamento preliminar .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.1.1 Gradeamento.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.1.2 Desarenador ou caixa de areia.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.2 Tratamento primário .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.3 Tratamento secundário.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.3.1 Sistema Australiano.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.3.2 Reactor UASB (Up flow Anaerobic Sludge Blanket) .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.4 Tratamento terciário.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.4.1 Desinfecção .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.4.2 Lagoas de Maturação .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.4.3 Cloração.....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.4.4 Radiação Ultravioleta.....</b>	<b>30</b>
<b>4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA ETE EM ESTUDO .....</b>	<b>31</b>
4.1 LOCAL DE ESTUDO .....	31

4.2	VIABILIDADES .....	32
4.3	DESAFIOS DA ETE .....	32
4.3.1	<b>Estudo de campo.....</b>	<b>33</b>
4.3.2	<b>Mão de obra e Matéria-Prima.....</b>	<b>35</b>
4.3.3	<b>Funcionalidade.....</b>	<b>36</b>
4.3.4	<b>Problemas recorrentes da ETE.....</b>	<b>37</b>
4.3.5	<b>Parte investidora.....</b>	<b>37</b>
4.3.6	<b>Planejamento .....</b>	<b>38</b>
4.4	RESULTADOS E DISCURSÕES.....	39
5	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>40</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A engenharia civil é uma área inovadora a todo momento e se faz constante com sua grandiosa intensidade pela busca em melhorias, tornando o seu crescimento tecnológico diário cada vez mais eficaz com evoluções diárias com objetivo de obter cada vez menor a sua porcentagem de erros possíveis. Apesar desta evolução os impactos ambientais com relação a destinação inadequada de efluentes ainda possui uma porcentagem muito além do desejado.

Um local de destinação de resíduos, seja ele de grande ou pequeno porte, tem que se obedecer às etapas a serem seguidas para que o processo seja concluído com êxito. Os efluentes que não são tratados de forma adequada promovem uma grave poluição hídrica, além de transportarem diferentes tipos de vírus, bactérias e protozoários nocivos à saúde pública (MANNARINO *et al.*, 2013). Dentro destas análises com relação ao tratamento de esgoto, surgem variados processos, tendo alguns com eficiência superior e outros com custos inferiores contidos como corretos o processo de degradação dos compostos orgânicos.

Os efluentes industriais é o resultado de muitas atividades industriais podendo ser únicas gerando uma fonte específica ou mista, sendo misturadas com águas pluviais ou esgoto doméstico (CAVALCANTI, 2009). Com isto, os efluentes industriais mostram de diversas formas, cobrando um estudo específico de forma de seu tratamento para cada momento em que o dimensionamento do local e a engenharia aplicada sejam adequadas ao tratamento.

O estado de Goiás tem como referência um forte polo industrial localizado no Distrito Agroindustrial de Anápolis – DAIA contendo cerca de duzentas indústrias alocadas, dentre todas elas algumas se destacam como, indústrias farmacêuticas, químicas e agroindústrias. Com objetivo de atender toda a população situada no local com relação a demanda de abastecimento/tratamento de águas residuais, o local conta com um sistema integrado de Saneamento Básico, sendo de responsabilidade do Estado de Goiás, em conjunto com a Companhia de Desenvolvimento Econômico de Goiás – CODEGO. A companhia faz sua gestão em conjunto com a operação desde a captação, tratamento e distribuição de água, até a coleta e tratamento dos efluentes gerados pelas indústrias do Distrito.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Iniciado desde a década 1950 do século passado, os investimentos ao saneamento básico no Brasil são divididos por décadas específicas com destaque para 1970 e 1980. Com o decorrer dos anos mediante aos fatos o Brasil vem sendo marcado pela desigualdade ao acesso

em relação a coleta de esgoto, o setor vem recebendo a atenção do governo com um valor considerável sendo investido, com tudo é necessário analisar se os investimentos são favoráveis à sustentabilidade. Deste modo o trabalho em apresentação pretende por meio de pesquisas exploratórias averiguar como foram feitas as adequações necessárias no saneamento básico no Brasil e na ETE do setor agroindustrial (DAIA), com foco nisto, mostrando a disponibilidade dos recursos em atender as questões legais a qual se submetem ao município.

Tendo em vista essas questões, a averiguação de possíveis falhas no planejamento do setor com o decorrer dos últimos anos, foi analisado com o decorrer do período falhas comprovadas, sendo não consideradas como sustentável dos mesmos. Como consequência busca-se novas formas de gestão para que ocorra suas melhorias com relação ao saneamento básico auxiliando os líderes de frente a cumprirem com os objetivos legais.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 **Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo geral a apresentação sobre o Estudo da estação de tratamento de esgoto localizada no Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA), destacando suas viabilidades e desafios.

### 1.2.2 **Objetivos específicos**

- Apresentar e estudar sobre a história do Saneamento básico;
- Relacionar as características de uma ETE e seu funcionamento;
- Apresentar um estudo de caso relacionando a estação de tratamento de esgoto localizada no DAIA, apresentando possíveis falhas e soluções para a estação.

## 1.3 METODOLOGIA

O método utilizado na elaboração deste trabalho é baseado em uma revisão bibliográfica acerca do saneamento básico, onde é apresentado, com ênfase nas mais recorrentes, suas origens e meios de funcionamento além de formas possíveis falhas a serem evitadas. Acrescentado a isso, é feito a apresentação de um estudo de caso, onde, de forma prática, é mostrado a funcionalidade cotidiana e é feito um estudo elaborado acerca disto.

O estudo de caso em questão apresentado neste trabalho trata-se da viabilidade e dos desafios diários da estação de tratamento de esgoto (ETE), localizada no DAIA.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é composto por 5 capítulos. O primeiro capítulo é composto por introdução, justificativa, objetivos, metodologia e estrutura do trabalho.

O capítulo 2 retrata sobre o que é saneamento básico dentro dos seus conceitos, história, desafios e problemas. Acrescentando as estatísticas dos números atuais com relação ao atendimento urbano, tratamento do esgoto coletado e os índices de tratamento com relação a água consumida, e traz também o processo em decorrência com o sistema de baixa renda.

O capítulo 3 condiz com as características de uma ETE, contendo o tratamento Preliminar, Gradeamento, Desarenador ou caixa de areia, Tratamento Primário, Tratamento Secundário, Sistema Australiano, Reator UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) e o tratamento terciário.

O capítulo 4 é apresentado um estudo de casos feito da estação de tratamento de esgoto do DAIA contendo o local em questão do estudo retratando suas viabilidades e desafios de forma ampla nas questões de mão de obra e matéria prima, sua funcionalidade para o setor de indústrias de Anápolis, os problemas recorrentes na ETE, acrescentando também as relações com partes investidoras e o planejamento executado para o funcionamento da ETE em finalização dos resultados e discussões.

E finalizando o capítulo 5 traz os resultados e conclusões obtidos nesta pesquisa analisados com relação a ETE do DAIA.

## 2 SANEAMENTO BÁSICO

### 2.1 CONCEITO

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define o saneamento como “controle de todos os fatores ambientais que podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar, físico, mental e social dos indivíduos”.

O saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição, como o conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais, de acordo com a Lei nº. 11.445, de 5 de janeiro de 2007.

Sendo o saneamento básico um fator fundamental para um país poder ser considerado desenvolvido. Os serviços de água tratada, coleta e tratamento dos esgotos proporcionam uma melhor qualidade de vida das pessoas, na saúde infantil com redução da mortalidade infantil, e contribui com melhorias em outras áreas do país como na educação, na expansão do turismo, na valorização dos imóveis, na renda do trabalhador, na despoluição dos rios e preservação dos recursos hídricos etc. (FERREIRA; GARCIA, 2017).

### 2.2 HISTÓRIA

No Brasil o saneamento básico teve início a partir da metade do século XX, na época já apresentando um atraso no desenvolvimento no setor quando comparado com outros países (SANTOS *et al.*, 2018). Ainda na mesma época de acordo com Turolla (2002), eram ressaltadas frequentemente nos canais de comunicação as deficiências relacionadas a área, sendo noticiado uma má fiscalização e sem nenhum tratamento químico para melhorar a qualidade da água da população.

Em 1981, de acordo com o IBGE (2002), as metas a serem atingidas na década eram de atender 90% da população urbano com água de boa qualidade e 65% com serviço de esgotamento sanitário.

Já em 2007 foi sancionada a Lei n.º 11.445, conhecida como Lei do saneamento, com a promessa de um aumento de investimentos e conseqüentemente em avanços no setor (FARIAS, 2011). Em 2020 a Lei Federal n.º 14.026/2020 alterou a Lei n.º 11.445, determinando novas metas para 2033, novas diretrizes e criando o Comitê Interministerial de Saneamento Básico (BRASIL, 2007) e passou a estimular a concorrência, privatização de

empresas públicas de saneamento, entre outras inovações acelerando o avanço contra os graves problemas ambientais e de saúde pública, antes mal administrados (ANTUNES, 2020).

O principal motivo dessa desestatização dos serviços públicos ocorreu principalmente devido a associação de uma imagem dos serviços públicos como pouco eficazes e gastadores, e a partir daí o controle da água para abastecimento da população passou gradualmente para empresas não estatais (FERREIRA; GOMES; DANTAS, 2021).

### 2.3 DESAFIOS E PROBLEMAS

O principal fator para inúmeros problemas de saúde pública é a falta de saneamento básico, como a disseminação de doenças, que se propagam por fontes de água contaminadas que não recebem nenhum tipo de tratamento, problema esse que afeta não somente a população, ele se estende ao meio ambiente, pois em grande parte dos casos o destino do esgoto produzidos nos domicílios, sem qualquer tratamento, e lançado na natureza.

O descarte inapropriado dos resíduos sólidos e água contaminada envenenam o solo e os lenções freáticos, que são uma fonte de abastecimento para a população. Quando esse descarte provém do próprio domicílio por não ter acesso ao saneamento, ficam depositados a céu aberto nas proximidades do lar, ou em casos mais extremos até mesmo dentro da própria residência, causando mal cheiro, atraindo animais ou insetos infecciosos que são transmissores de doenças.

O Brasil não conseguiu atingir as metas estabelecidas no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB, 2019), de acordo com dados divulgados pelo PLANSAB, Quadro 1, os investimentos em abastecimento de água foram de apenas 47,3% do esperado para o ano, que eram de 2,9 bilhões de reais, enquanto os investimentos no setor de esgotamento sanitário foram de 80,9%. Essa disparidade de valores é devida a tentativa do governo de nivelar ambos os serviços, uma vez que o déficit na cobertura dos esgotos é muito superior que o de água. O PLANSAB ainda destaca que ao final do período em 2023, se baseando na curva de investimentos dos últimos anos, os investimentos ficaram abaixo do esperado, o sugere uma possível revisão das entidades governamentais, para alocação dos investimentos para suprir a demanda do setor como pode ser observado no Quadro 1.

**Quadro 1 - Investimento em saneamento básico**

Situação dos recursos	Abastecimento de Água	Esgotamento Sanitário	Drenagem Urbana	Resíduos Sólidos	Gestão	Total
Desembolsado no ano (bilhão)	1,46	2,63	1,05	0,07	0,035	5,25
Previsto no ano (bilhões)	2,92	2,86	1,27	0,458	1,40	8,91
Alcance da previsão anual (%)	50,2	92,0	82,6	15,3	2,5	58,9
Desembolsado no período (bilhão)	1,46	2,63	1,05	0,07	0,035	5,25
Previsto no período (bilhão)	14,60	14,30	6,36	2,23	7,00	44,57
Alcance da previsão período (%)	10,0	18,4	16,5	3,1	0,5	11,8

Fonte: PLANSAB, 2019.

Os problemas não ficam apenas no âmbito ambiental, mas também criam problemas sociais como a desigualdade social, onde famílias de baixa renda que não conseguem se estabelecer em regiões mais desenvolvidas e acabam sofrendo vivendo em locais insalubres e precários.

## 2.4 ESTATÍSTICAS

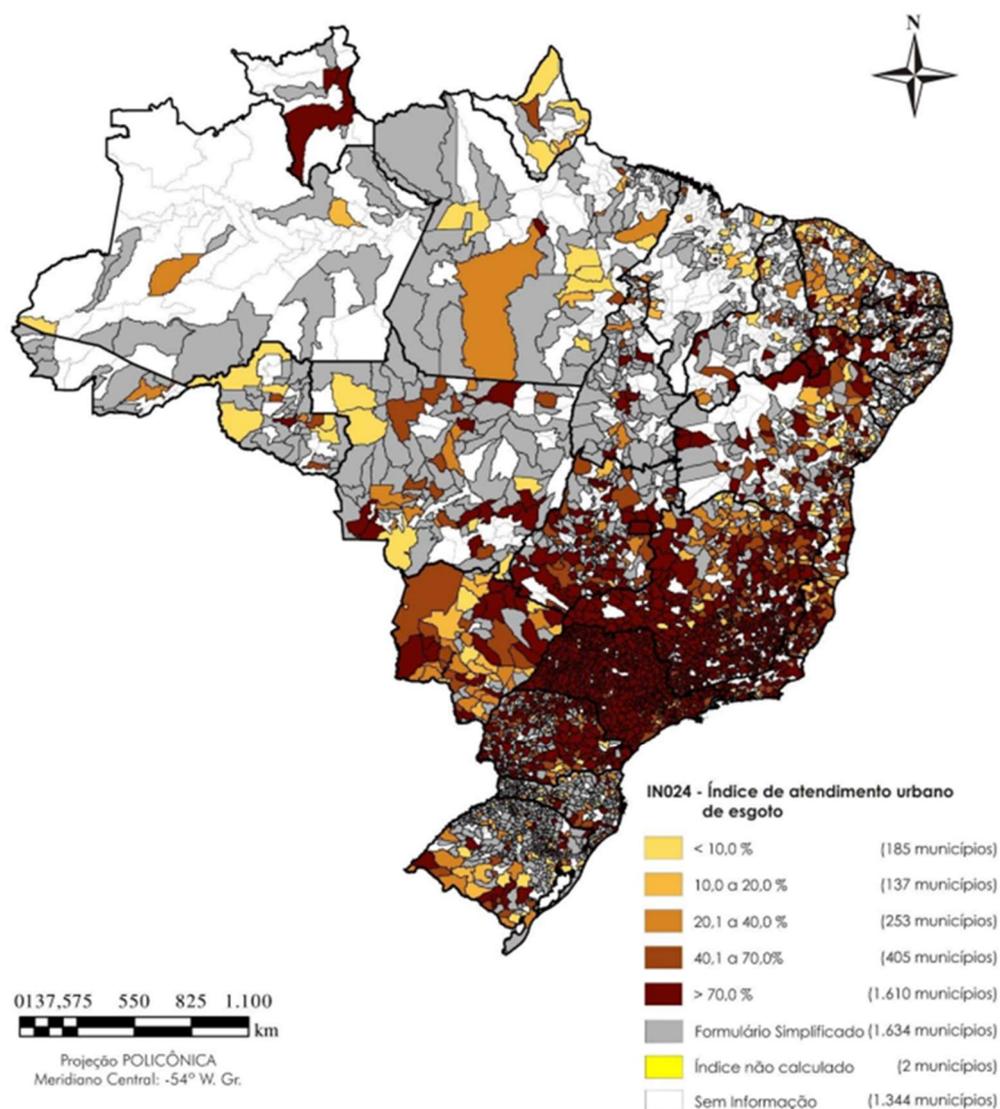
Ainda atualmente o Brasil avança lentamente para chegar em todas as casas brasileiras, mesmo após a criação dos marcos regulatórios para ampliação e desestatização do saneamento básico, esperava-se que toda a demanda já seria atendida, porém o SNIS (2019) relata que existam cerca de 46% dos habitantes sem acesso à coleta e tratamento de esgoto, 16% sem acesso à água, quase 24% sem drenagem urbana e cerca de 8% sem coleta de resíduos sólidos, outro dado importante fornecido pelo Instituto Trata Brasil (2019) aponta que a maioria dessa

deficiência está concentrada na região Norte e Nordeste do país, que sobretudo ainda enfrentam problemas socioeconômicas, e principalmente a escassez de água.

#### 2.4.1 Índice de atendimento urbano de esgotos

Dados do SNIS (2019) apresentados no mapa da Figura 1 com os índices de atendimento urbano por rede coletora de esgotos, revelam que em comparação com o ano de 2018 teve um crescimento de quase 5% de municípios com índice superior a 70%, sendo 610 municípios com índice de atendimento urbano com esgoto igual a 100%, representando 14,4% do total dos municípios avaliados, e quando comparado com a população total correspondem a 10,6% do total. Por outro lado, 1634 municípios não possuem sistema público de esgoto.

**Figura 1 - Mapa do índice de atendimento urbano por rede coletora de esgotos (IN024)**

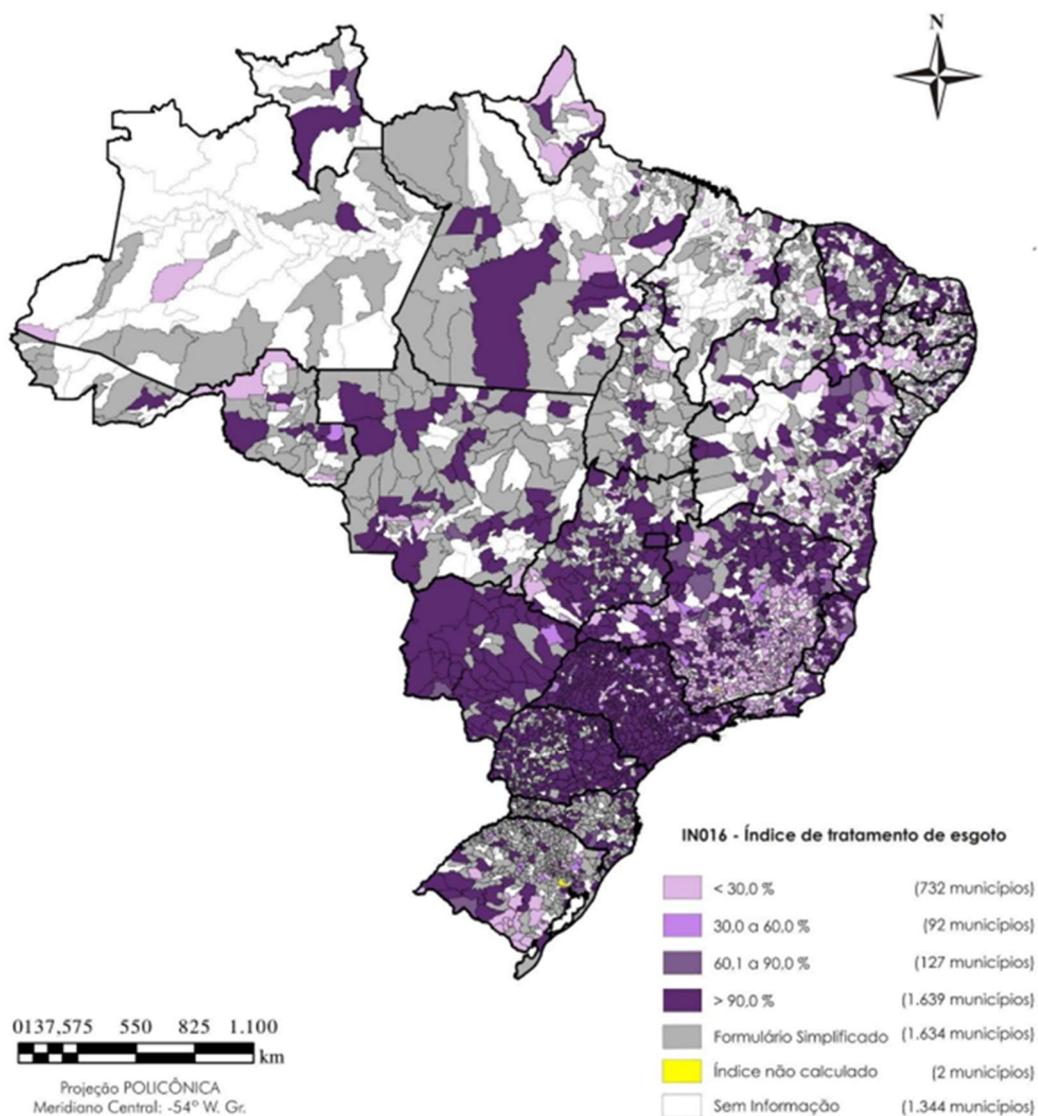


Fonte: SNIS, 2019.

## 2.4.2 Índice de tratamento de esgoto coletado

Outro dado importante fornecido pelo SNIS (2019) é o índice de tratamento de esgoto coletado, Figura 2, com 1639 municípios com percentual acima dos 90% acaba passando uma visão deturpada da realidade, onde se pensa ter uma grande quantidade de municípios com tratamento de esgoto, porém esse levantamento apenas reflete que quase todo esgoto coletado e tratado, o que se diz respeito apenas a capacidade das estações de tratamento de esgotos, sendo assim, para que esses dados tenham algum significado de com a realidade e mais interessante que sejam analisados junto ao índice de tratamento comparado com à água consumida.

Figura 2 - Mapa do índice de tratamento de esgotos referido à água consumida (IN046)

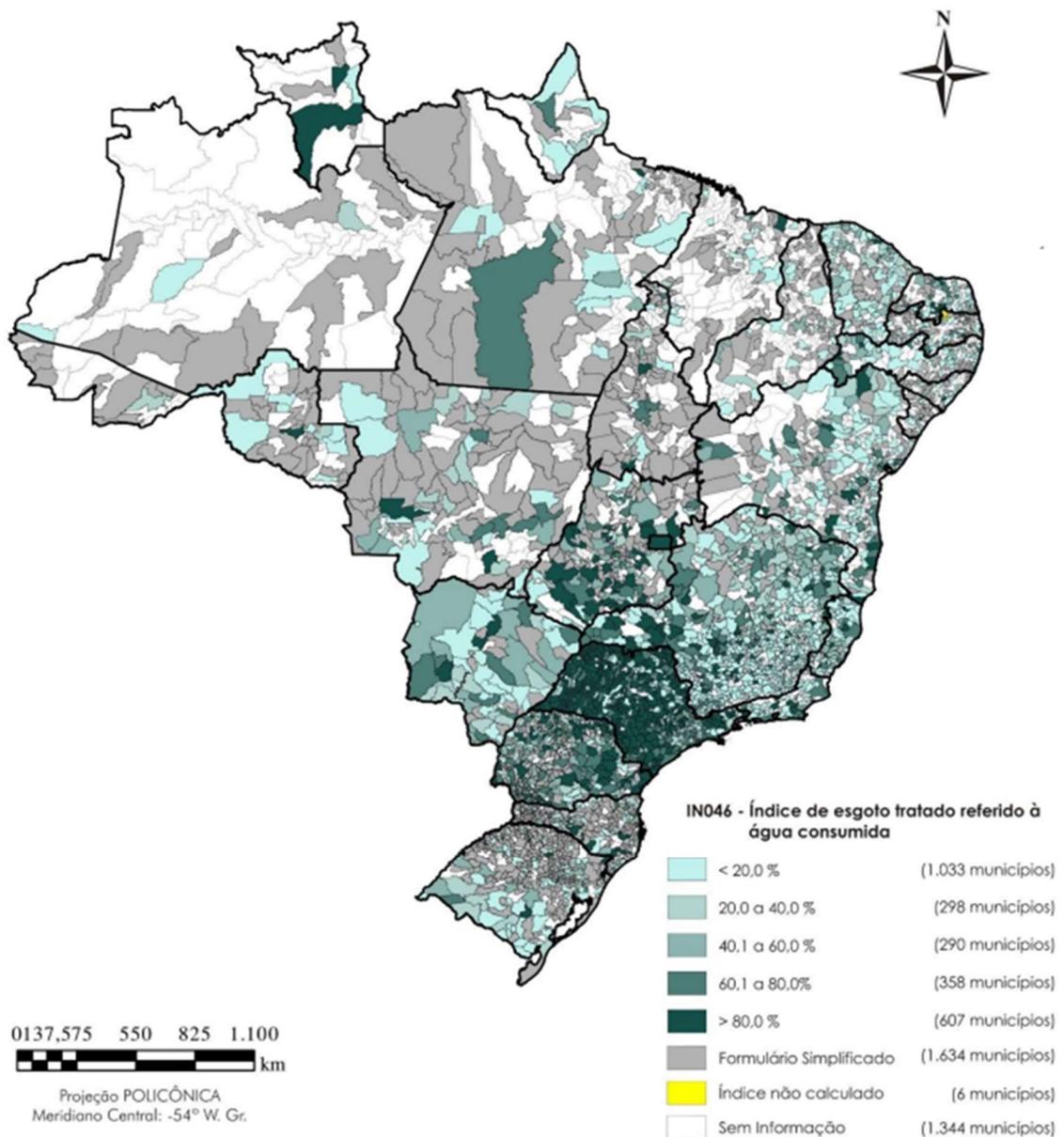


Fonte: SNIS, 2019.

### 2.4.3 Índice de tratamento de esgotos referido à água consumida

Na Figura 3 apresenta os volumes de esgoto tratado em relação ao volume de água consumido, onde já se pode notar que apenas 607 municípios possuem um índice superior a 80%, lembrando que devido ao uso do volume de água consumido agora estar diretamente relacionado com o índice e muito improvável que se alcance porcentual acima dos 90%, já que nem toda água consumida gera esgotos.

Figura 3 - Mapa do índice de tratamento de esgotos referido à água consumida (IN046)

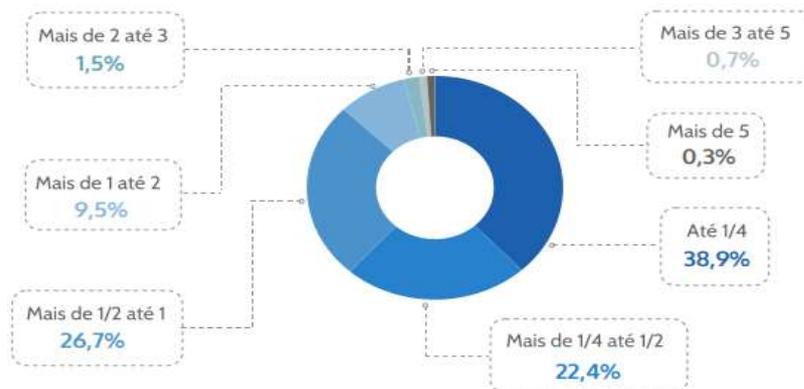


Fonte: SNIS, 2019.

#### 2.4.4 Baixa renda

Famílias de baixa renda são as que mais sofrem com a falta do saneamento básico, um estudo feito pelo PLANSAB (2019), mostra que o déficit no abastecimento de água distribuídos segundo a faixa de renda, Figura 4, se concentra em famílias com até 1 salário-mínimo, sendo as famílias que tem uma renda de até  $\frac{1}{4}$  as que mais sofrem sem água potável diretamente dentro de casa, enquanto famílias com rendimento superior a um salário-mínimo representam somadas 12% do déficit.

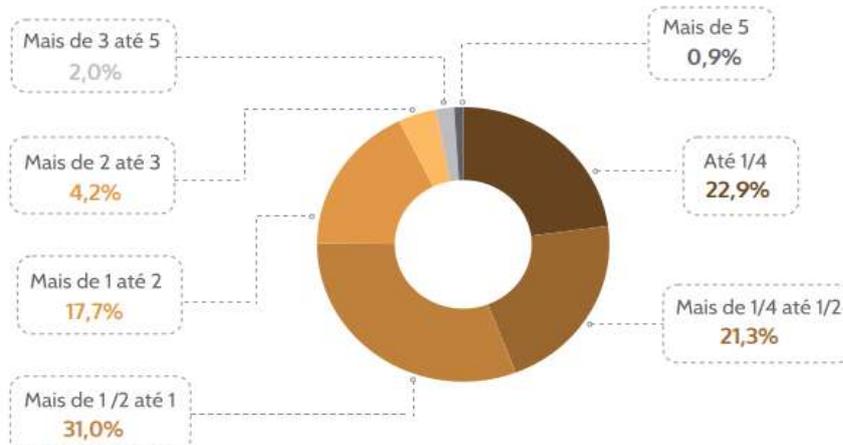
**Figura 4 - Déficit de acesso ao abastecimento de água**



Fonte: PLANSAB, 2019.

O mesmo levantamento também foi feito para o esgotamento sanitário Figura 5. Observa-se que o déficit de acesso ao esgotamento sanitário é mais grave que o de água, sendo 75,3% dos domicílios com renda inferior a 1 salário-mínimo.

**Figura 5 - Déficit de acesso ao esgotamento sanitário**



Fonte: PLANSAB, 2019.

### 3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE ETES

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DE ETE

Tudo na Engenharia é regido por um conjunto de normas. O tratamento de esgoto sanitário não é diferente. A NBR 12209 (ABNT, 1992), com título, Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário, juntamente com as NBR 9648 (ABNT, 1986), com título - Estudo de Concepção de Sistema de Esgoto Sanitário, NBR 9649 (ABNT, 1986), com título - Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário, NBR 9800 (ABNT, 1987), com título - Critérios para Lançamento de Efluentes Líquidos Industriais no Sistema Coletor Público de Esgoto Sanitário, NBR 12207 (ABNT, 1992), com título - Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário, NBR 12208 (ABNT, 1992), com título - Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário. Este conjunto de Normas regulamenta todo o processo de coleta e tratamento de esgoto no Brasil.

Antes de abordar os processos de tratamento de esgoto e suas características, alguns outros termos serão abordados. O esgoto pode ser separado em três tipos, o esgoto doméstico, o esgoto industrial e o esgoto sanitário. O esgoto doméstico pode ser definido como todo esgoto gerado em residências, resíduos líquidos gerados a partir das necessidades fisiológicas e outras necessidades humanas. O esgoto industrial pode ser definido como esgoto gerado a partir dos líquidos resultantes dos processos industriais, atentando-se à norma de descarte de resíduos industriais em redes públicas de coleta de esgoto, a Tabela 1 mostra os parâmetros básicos de cada efluente que pode estar presente no esgoto industrial. O esgoto sanitário é a junção do esgoto doméstico, esgoto industrial e as redes de coleta pluvial.

A NBR 12209 (ABNT, 1992) define estação de tratamento de esgoto como um conjunto de unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares, acessórios e sistemas de utilidades com a finalidade de reduzir a carga poluidora e condicionar a material residual gerada do tratamento. A carga poluidora do esgoto é obtida através da relação entre a massa de demanda bioquímica de oxigênio ( $DBO_5$ ) e a massa de sólidos em suspensão (SS), contida no tanque de aeração.

Tabela 1 - Efluentes Líquidos Industriais - Parâmetros Básicos

Parâmetros	Unidade de Medida	Limite (exceto pH, valores máximos admissíveis)
pH	-	De 6 a 10
Temperatura	°C	40
Sólidos sedimentáveis em teste de 01 hora no cone Imhoff	ml/L	20
Óleos e graxas	mg/L	100
Regime de lançamento	L/S	1,5 Q vazão média horária
Arsênio total	mg/L	1,5
Cádmio Total	mg/L	0,1
Chumbo total	mg/L	1,5
Cianeto	mg/L	0,2
Cobre total	mg/L	1,5
Cromo hexavalente	mg/L	0,5
Cromo total	mg/L	5,0
Surfactantes	mg/L	5,0
Estanho total	mg/L	4,0
Fenol	mg/L	5,0
Ferro Solúvel ( $Fe_{2+}$ )	mg/L	15,0
Fluoreto	mg/L	10,0
Mercúrio total	mg/L	0,01
Níquel total	mg/L	2,0
Prata total	mg/L	1,5
Selênio total	mg/L	1,5
Sulfato	mg/L	1000
Sulfeto	mg/L	1
Zinco total	mg/L	5,0

Fonte: Adaptada de NBR 9800 (ABNT, 1987)

## 3.2 TRATAMENTO DE ESGOTO

O tratamento de esgoto pode ser separado em três categorias, dependendo da natureza dos fenômenos envolvidos. Processos físicos, onde ocorre a separação dos sólidos grosseiros presentes no esgoto que sejam fisicamente removidos. Processos químicos, são caracterizados pela adição de compostos químicos para concluir alguma etapa que não pode ser executada por meio natural ou quando a adição desses compostos químicos facilitar alguma etapa subsequente. Processos biológicos, são caracterizados por realizar determinada etapa do tratamento com através de microrganismos, que atuam na alteração dos componentes presentes nos efluentes (JORDÃO; PESSOA, 2009).

O processo de tratamento de esgoto segue uma série de etapas até a água estar pronta para retornar para as bacias hídricas. Essas etapas garantem a remoção de sólidos e impurezas que estão presentes no esgoto. Para atender às exigências de cada etapa o esgoto passa por uma série de tanques, equipamentos e órgãos auxiliares. Essas etapas podem ser divididas em quatro principais etapas: Tratamento Preliminar, Tratamento Primário, Tratamento Secundário e Tratamento Terciário.

### 3.2.1 Tratamento preliminar

No tratamento preliminar é feito a remoção de partículas sólidas grosseiras, assim como areia. Nessa etapa os processos predominantes são os físicos. O mais comum para o tratamento preliminar é o esgoto passar por um gradeamento, seguido de um desarenador (ou caixa de areia) e por fim um medidor de vazão. (JORDÃO; PESSOA, 2009).

Devido aos processos dessa etapa serem apenas processos físicos, a complexidade dessa etapa é baixa, portanto, o capital investido nessa etapa também é baixo, porém, mesmo com custo baixo, essa etapa é bastante eficiente na remoção dos sólidos grosseiros.

A Figura 6 exemplifica o tratamento preliminar. O esgoto passa pela grade para remoção dos sólidos grosseiros, em seguida pela caixa de areia e, por último, por um medidor de vazão, que pode ser uma calha Pashal.

**Figura 6 - Tratamento Preliminar**



Fonte: Adaptado de GAUSS (2011).

### 3.2.1.1 Gradeamento

O gradeamento é, geralmente, a primeira etapa do tratamento. Ele é caracterizado por ser uma grade que retém sólidos graúdos que podem estar presentes no esgoto, pedras de diâmetro maior que os vazios da grade, galhos e raízes de árvores, plásticos, entre outros. Essa etapa é de extrema importância, pois caso algum desses sólidos graúdos passarem para as próximas etapas as bombas e tubulações presentes podem ser danificadas (JORDÃO; PESSOA, 2009).

Para o bom funcionamento dessa etapa é necessário que seja feita a limpeza desse gradeamento. De acordo com a NBR 12208 (ABNT, 1992, p. 3) “Deve ser de limpeza mecanizada quando a vazão afluyente final foi superior ou igual a 250 L/s ou quando o volume do material a ser retido diariamente justificar este equipamento”. A Figura 7 é um exemplo de gradeamento com limpeza mecanizada.

**Figura 7 - Gradeamento de Limpeza Mecanizada**



Fonte: PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA (2021)

### 3.2.1.2 Desarenador ou caixa de areia

A próxima etapa do tratamento preliminar é a remoção de areia e partículas com diâmetro igual ou superior a 0,2 mm. Essa remoção é feita a partir de um desarenador, que é dimensionado visando a remoção mínima de 95% das partículas. A limpeza do desarenador deve ser mecanizada para vazão de dimensionamento igual ou superior a 250 L/s. Existem três tipos de desarenador, por gravidade, tipo canal e o aerado. Para o desarenador por gravidade a taxa de escoamento superficial deve ser de 600 a 1300 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d.

Para o desarenador tipo canal, de acordo com a NBR12209 (ABNT, 1992, p. 4) “a seção transversal deve ser tal que a velocidade de escoamento para a vazão média seja igual a 0,30 m/s, não sendo superior a 0,40 m/s para a vazão máxima”. Além disso, tanto no fundo do canal quanto nas laterais, deve ser previsto espaços que acumularão materiais com seção transversal de mínima de 0,20 m de largura e de profundidade. Se a limpeza desse canal for feita de forma manual, a largura mínima considerada deve ser de 0,30 m.

Caso o desarenador seja o aerado, a seção transversal dele deve ser feita de forma que a velocidade de escoamento longitudinal seja inferior a 0,25 m/s para a vazão máxima. A quantidade de ar que será injetada seja regulável. E o tempo igual ou superior a 120 segundos para a detenção hidráulica de vazão máxima.

### 3.2.2 Tratamento primário

Essa etapa ainda é caracterizada por processos físicos, porém a remoção de partículas é mais rigorosa. É nessa etapa onde é feito a remoção dos demais sólidos em suspensão presentes no esgoto assim como a gordura, essa remoção é feita por sedimentação, podendo chegar a uma remoção de até 60% dos sólidos em suspensão. (JORDÃO; PESSOA, 2009).

De modo geral, essa etapa é responsável pela remoção do lodo presente no esgoto, separando o lodo, que seria a parte sólida, da parte líquida do esgoto, denominado efluente bruto (OLIVEIRA, 2006).

Após a separação dos sólidos mais graúdos, caso haja necessidade, o efluente é mandado para o tanque de decantação primário, onde é feita a remoção de sólidos por sedimentação assim como a remoção de partículas flutuantes que acabam passando da etapa anterior. A necessidade de passar pela decantação deve ser analisada, tendo, o engenheiro projetista, total liberdade de passar do tratamento preliminar para o tratamento secundário.

Nessa etapa os processos biológicos começam a ser utilizados, causando uma redução na DBO, demanda bioquímica de oxigênio (JORDÃO; PESSOA, 2009).

De acordo com a NBR 12209, a taxa de escoamento superficial do esgoto no tanque varia de acordo com a etapa seguinte do tratamento. Quando a etapa seguinte não for processo biológico, a vazão deve ser igual ou inferior a  $60 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$ . Caso a etapa seguinte for processo de filtração biológica, a vazão deve ser igual a  $80 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$ . Se a etapa seguinte for processo de lodos ativados, a vazão superficial deve ser igual ou inferior a  $120 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$ . Caso a vazão de dimensionamento que chega na ETE for maior que 250 L/s devem ser feitos mais de um tanque de decantação primária. De acordo com a NBR 12209 (ABNT, 1992, p. 05) “O poço de acumulação de lodo no fundo do decantador deve ter paredes com inclinação igual ou superior a 1,5 na vertical para 1,0 na horizontal, terminando em base inferior com dimensão horizontal mínima de 0,60 m”. É nessa etapa onde é feito a remoção de lodo do esgoto. Essa remoção pode ser feita de forma mecanizada ou de forma manual.

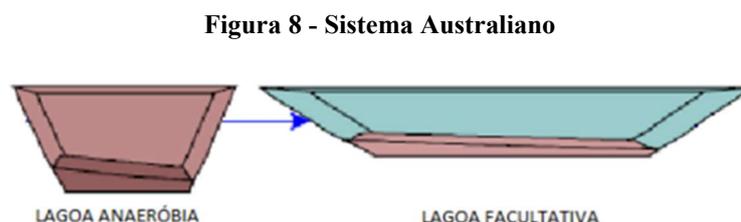
### 3.2.3 Tratamento secundário

Essa etapa se caracteriza pelo emprego dos processos bioquímicos para remoção dos poluentes ainda presentes do efluente, que também podem ser chamados de matéria orgânica. Os processos bioquímicos consistem na interação de microrganismos com a matéria orgânica.

Nessa etapa, a taxa de eficiência do tratamento pode chegar a até 95%, o que atinge uma taxa mínima de redução de poluição necessária para que o efluente já possa ser despejado no meio ambiente receptor (OLIVEIRA, 2006)

#### 3.2.3.1 Sistema Australiano

Para que seja feito o tratamento secundário, existe o modelo australiano de tratamento. Que consistem em uma série de lagoas anaeróbias seguidas lagoas facultativas, conforme Figura 8.



Fonte: Adaptado de VON STERLING (1996)

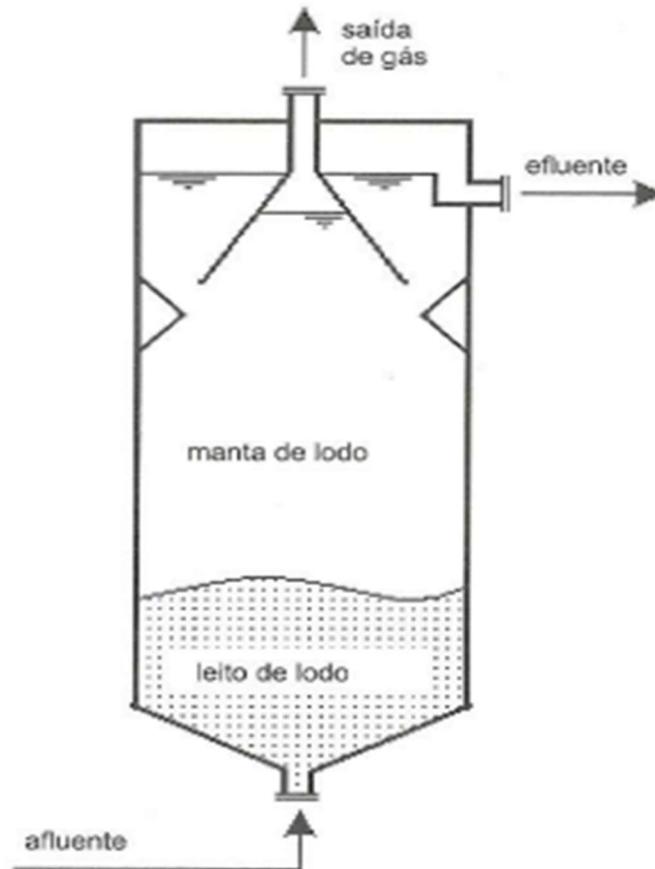
As lagoas anaeróbias se caracterizam pelo alto índice de DBO. O processo se denomina anaeróbio pelo fato de ter um alto consumo de oxigênio inicialmente, porém não há reposição desse oxigênio gasto. O processo pode ser dividido em duas etapas, na primeira delas o índice de DBO ainda se mantém alto, ocorrendo apenas uma transformação da matéria orgânica, esta que será removida na segunda etapa, a qual consiste na transformação da matéria orgânica em gás carbônico, metano e água, resultando na redução do DBO. Porém essa redução da DBO ainda não é suficiente, por isso esse sistema apresenta a combinação de dois tipos de lagoa, na lagoa anaeróbia ocorre uma grande redução da DBO enquanto na lagoa facultativa a matéria orgânica resultante trata o esgoto. (VON STERLING, 1996).

Nas lagoas facultativas todo processo ocorre de forma natural, o que resulta em maior tempo para atingir o objetivo, porém os resultados são mais satisfatórios. A ideia dessas lagoas é basicamente em o esgoto ficar exposto, com o processo ocorrendo no decorrer do percurso da lagoa. Esse percurso pode ser dividido em três zonas que se comportam como camadas. Zona aeróbia, é a camada superior da lagoa, a qual tem mais contato com o oxigênio do ar. A degradação da matéria é feita através da respiração aeróbia. A segunda zona é a anaeróbia, é a camada mais inferior da lagoa, não havendo contato com o oxigênio, ela é caracterizada pela ação dos microrganismos anaeróbios na matéria orgânica que se sedimenta no fundo da lagoa. Através da decomposição dessa matéria orgânica é obtido alguns compostos como gás carbônico, água e metano. Já a zona facultativa é a camada que se localiza entre a zona aeróbia e a zona anaeróbia, tendo ou não a presença de oxigênio. (VON STERLING, 2006).

### **3.2.3.2 Reactor UASB (Up flow Anaerobic Sludge Blanket)**

Reator UASB, também chamado de Reator Aeróbio de Fluxo Ascendente, RAFA, é uma outra opção para o tratamento secundário de esgoto doméstico que tem mostrado grande potencial, principalmente em países com clima mais quente. Podendo atingir uma redução de DBO de até 75%, os sistemas que utilizam esse reator se caracterizam por necessitar de uma área de instalação menor e custo reduzido, assim como baixo consumo de energia. (CHERNICHARO, 2007).

O esgoto entra pela parte inferior do reator, logo apenas adentrar o reator o esgoto passa por uma manta de lodo. Boa parte da matéria permanece nessa região, onde é feita a digestão anaeróbia. Outra característica desse reator é o processo de separação trifásico, ocorrendo uma separação da matéria em estado líquido, em estado sólido e em estado gasoso. Como exemplificado na Figura 9.

**Figura 9 - Reator UASB**

Fonte: CHERNICHARO (2005)

### 3.2.4 Tratamento terciário

O tratamento terciário pode ou não ser necessário. Como o efluente já sai do tratamento secundário com taxa de poluição atendendo o valor mínimo para ser lançado no ambiente, o tratamento se faz necessário apenas caso essa taxa não seja atendida ou caso seja necessário a remoção de alguma substância específica ainda presente no esgoto. Essa etapa do tratamento pode ser dividida em duas sub etapas, a desinfecção e remoção de elevados nutrientes.

No Brasil, o tratamento terciário não é muito utilizado, apenas a desinfecção. Esse processo pode ser feito através de lagoas de maturação. Além deste, existem também processos com utilização de radiação ultravioleta, ozônio, dióxido de cloro e cloro. Para remoção de nutrientes, é feita através da desnitrificação, podendo ser feita através de processos químicos ou biológicos.

#### **3.2.4.1 Desinfecção**

O processo de desinfecção, pertencente ao tratamento terciário, se faz necessário apenas em casos específicos. Como o esgoto costuma sair do tratamento secundário atingindo os valores mínimos de poluentes para que possa ser despejado no meio ambiente, esse processo se faz necessário quando a água for utilizada após sair do tratamento, principalmente se tratando de uso para fins agrícolas ou para o abastecimento público. (JORDÃO, PESSOA, 2009).

#### **3.2.4.2 Lagoas de Maturação**

As lagoas de maturação têm por objetivo a melhoria dos níveis de qualidade do líquido após o tratamento. Elas podem ser instaladas após qualquer etapa do tratamento, removendo micro-organismos patogênicos. Além disso, podem reduzir a quantidade de bactérias, vírus e organismos prejudiciais.

#### **3.2.4.3 Cloração**

O processo de cloração é o mais utilizado quando se fala da desinfecção. O cloro é adicionado no esgoto para que reaja com a matéria orgânica ainda presente e elimine-a. Além da remoção da matéria orgânica indesejada, o cloro atua no combate ao mau cheiro do esgoto, através das suas reações ele elimina os causadores desse odor. (JORDÃO, PESSOA, 2009).

#### **3.2.4.4 Radiação Ultravioleta**

O processo de radiação ultravioleta, dentre todos, é o mais simples e prático. Para que ele seja feito não é necessário a adição de compostos químicos no efluente. A radiação atinge os micro-organismos presentes no esgoto e modifica seu DNA, evitando que eles se reproduzam. (JORDÃO, PESSOA, 2009).

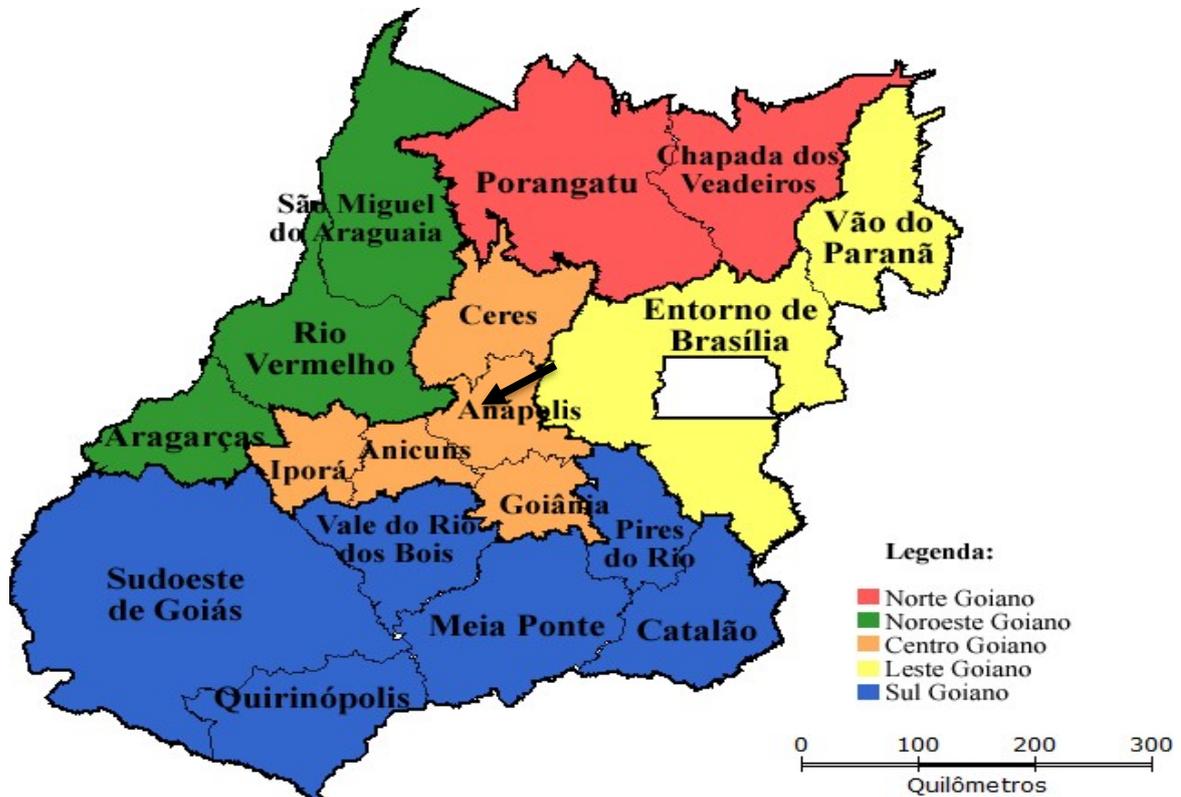
## 4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA ETE EM ESTUDO

### 4.1 LOCAL DE ESTUDO

O município de Anápolis encontra-se no interior do estado de Goiás, com área total de aproximadamente 934,146 km<sup>2</sup>. A cidade possui 396,526 habitantes (IBGE, 2021).

O ambiente escolhido para realização deste trabalho é a região onde se encontra a estação de tratamento de esgoto (ETE) do município de Anápolis-GO (FIGURA 10), localizada no Distrito Agroindustrial de Anápolis (D A I A). (FIGURA 11)

Figura 10 - Estados de Goiás, destaque para a cidade de Anápolis.



Fonte: RESEARCH GATE (2021)

A Companhia de Desenvolvimento do Estado de Goiás (CODEGO) protocolou junto à Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), o projeto de reforma da Estação de Tratamento de Esgoto do Distrito Agroindustrial de Anápolis publicado em 04/06/2021.

Foi abordado o assunto pelo presidente executivo do Sindicato das Indústrias Farmacêuticas no Estado de Goiás (Sindifargo), Marçal Henrique Soares, sobre a importância

de tal reforma, pelo fato de que o DAIA teve um crescimento considerado pelo mesmo uma agradável surpresa.

Em conformidade com o texto supra descrito, o DAIA tem um grande problema com o meio ambiente, pois a ETE que foi construída há décadas não tem capacidade para suportar todos os descartes feitos pelas indústrias, sendo assim necessária a ampliação e reforma.

#### 4.2 VIABILIDADES

A viabilidade da ETE, assim como sua garantia de funcionalidade, e o ponto de localização onde ela foi instalada, no caso em análise, a ETE instalada no DAIA (Distrito Agroindustrial de Anápolis). Conforme supra descrito, o DAIA é um distrito agroindustrial, possui grande demanda de dejetos que por diversas vezes poderiam ser desprezados sem o devido tratamento e cuidado, sua capacidade de exercer um impacto ambiental de maneira positiva no território em que se encontra instalada faz toda a diferença

O tratamento dos dejetos liberados pelas empresas que compõe o corpo do DAIA é de extrema importância, se tornando até indispensável, tendo em vista que evita inúmeras contaminações tanto solo como do espaço geográfico. Quando a ETE é bem estruturada e cumpre suas funções com destreza, evita-se contaminação de solo, rios etc. Além de ser extremamente necessária para prevenir os descartes irresponsáveis, elas também contribuem para o bom reaproveitamento de efluentes e outros reaproveitáveis, impedindo assim que materiais que podem ser reaproveitados sejam descartados desnecessariamente.

Conforme supra descrito, vale ressaltar que para que haja crescimento em parceria com a sustentabilidade é indispensável a implantação da ETE, sua instalação deve ser feita em pontos estratégicos, definidos por região e suas necessidades. Pensar em crescimento é pensar em qualidade de vida, impossível pensar em desenvolvimento industrial e não pensar em vida com qualidade, atraindo trabalhadores, devolvendo efluentes tratados a natureza e evitando ao máximo os impactos na natureza.

#### 4.3 DESAFIOS DA ETE

Os desafios em manter a estação, estão longe de ser somente o seu processo de tratamento, existe toda uma estrutura por trás de seu tratamento. Partimos do princípio de funcionalidade e passamos a analisar de forma retroativa o que e de que forma ocorre o tratamento em si. Manter uma gestão eficiente de todo o processo e de seus meios, geram

desafios particulares e decisivos, sendo de grande valia mencionar que o ambiente é o maior atingido quando o processo não logra o êxito devido.

A Figura 11 representa a entrada do distrito agroindustrial de Anápolis-GO (DAIA), local onde encontra-se tanto a ETE como sua parte administrativa.

**Figura 11 - DAIA (Distrito Agroindustrial de Anápolis)**



**Fonte: Mais Goiás (2022)**

Além de abrigar a ETE, o DAIA abriga suas inúmeras fornecedoras de efluentes, ele possui em média 44.538 empresas em seu distrito, sendo que destas 145 possuem vínculo com a ETE. São arrolados no corpo de empresas 38.685 microempresas, 23.947 MEI, 3.879 médio/grande porte e 1.974 pequeno porte, todas situadas no DAIA

#### **4.3.1 Estudo de campo**

Para o estudo de campo entramos em contato com a gestão da CODEGO (Companhia de Desenvolvimento de Goiás), também situada no DAIA (Distrito Agroindustrial de Anápolis) com o intuito de realizarmos uma pesquisa de campo, onde obteríamos imagens do local, uma entrevista minuciosa e uma visita enriquecedora. Logramos êxito em partes, a ETE estava

interditada o que dificultou tanto o agendamento da pesquisa quanto a finalização de alguns tópicos anteriormente apontados.

Mesmo com toda a limitação por não efetuar a visita como pretendíamos, fomos extremamente bem atendidos pelo Sr. Carlos Vítor Rodrigues dos Santos, que efetuou e cumpriu o agendamento de nossa entrevista, Carlos possui 33 anos e ocupa o cargo de engenheiro de produção dentro da CODEGO, função e cargo que exerce a 12 anos. A destreza em que o entrevistado executou o atendimento e respondeu as questões apontadas fez toda a diferença no conhecimento adquirido, podendo ser confirmado no decorrer do conteúdo.

**Figura 12 - CODEGO (Companhia de Desenvolvimento de Goiás)**



**Fonte: Portal Contexto (2020)**

Tendo por objetivo a promoção do desenvolvimento econômico mediante o desempenho de atividades que promovem a variação da economia, gerando oportunidades trabalhista e com isso, também gera renda. A CODEGO é uma empresa de economia mista sob o controle acionário do Estado jurisdicionada à Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços de Goiás.

#### 4.3.2 Mão de obra e Matéria-Prima

A ETE possui um número incrivelmente reduzido de funcionários, seu corpo trabalhista contém apenas 12 trabalhadores, ela não possui mão de obra terceirizada. Foi apontado pelo Sr. Carlos que a mão de obra disponível em Anápolis é suficiente para suprir com a demanda da estação, tanto em qualidade quanto em quantidade. Diferente do mencionado sobre os trabalhadores, a matéria-prima não se encontra disponível em Anápolis-GO, fazendo com que a aquisição deles seja realizada em São Paulo.

**Figura 13 - Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Mário Arnaldo Canadelo**



Fonte: SAE SP Gove (2020)

A ETE disposta na foto, representa o estado onde a ETE em estudo adquire sua matéria-prima, no caso São Paulo. A título de curiosidade, a ETE Mário A Canadelo, usufrui de um dos métodos de tratamento de esgoto mais avançados do mundo, favorecendo assim a recuperação e preservação do Rio Jundia. Parte disso se deve devido à grande facilidade e praticidade a respeito da matéria prima, que pode ser encontrada de maneira fácil e rápido visando uma melhor qualidade em todo o processo de tratamento, diferente da ETE em estudo que por encontrar uma maior dificuldade no recebimento de tais materiais, sofre um tempo maior no tratamento e pode se notar até mesmo uma diminuição na qualidade final no processo de tratamento.

### 4.3.3 Funcionalidade

A capacidade de tratamento realizada na ETE é de 110 litros por segundo, o que totaliza em média 396 mil litros/hora. Mesmo com toda celeridade descrita, do início até o término do tratamento, são investidos em torno de 24 horas, ou seja, um dia. Atualmente ela comporta duas lagoas, uma anaeróbica e outra aeróbica, três tanques, sendo de decantação secundária e polimento e dois leitos de secagem.

O meio ambiente é o principal receptor de toda essa demanda, apresentando consigo mudanças significativas como preservação e garantia de vida aquática. Estima-se que essa seja a melhor forma de prevenir os danos ao meio ambiente, sendo indispensável mencionar o planejamento de uma nova estação de tratamento, a fim de estendermos os benefícios.

Falando em extensão de funcionalidade, inicialmente, ela foi projetada para comportar os dejetos de 16 empresas, entretanto sua realidade está miseravelmente distante disso. A estação de tratamento em questão comporta 145 (cento e quarenta e cinco) empresas, o que significa que atendem 129 (cento e vinte nove) indústrias a mais do que o projetado. Levando em conta a sua projeção inicial, se respeitada, deveriam ter em média outras 08 (oito) ETES. A necessidade de uma nova estação de tratamento de esgoto não tem sido vista apenas por nós, tanto que há um projeto em andamento, aguardando a autorização do SEMAP, é de grande valia mencionar que a estação do está ativa há 40 anos.

Conforme descrito no início do tópico. Um dos tanques utilizados para o tratamento, como supra descrito, é a lagoa anaeróbica, entre suas principais características está o fato de sua área ser reduzida se comparada à lagoa facultativa, no decurso do seu processo ocorre a digestão orgânica com a ausência de oxigênio. Vale ressaltar que a diferença entre a lagoa anaeróbica e a lagoa facultativa é exatamente a ausência de oxigênio em uma (anaeróbica) e a presença de oxigênio na outra (facultativa), diferenciando assim a sua funcionalidade. Vejamos a imagem da lagoa anaeróbica na Figura 14.

Trazendo luz a lagoa anaeróbica, ela se caracteriza por não apresentar oxigênio dissolvido abaixo da superfície da água. Durante todo seu processo, várias bactérias multam para transformarem a poluição orgânica em metano, a lagoa anaeróbica, também é

consideravelmente menor que a facultativa. Vejamos a imagem da lagoa anaeróbica encontrada na ETE em estudo.

**Figura 14 - Lagoa anaeróbica da ETE localizada no DAIA**



Fonte: TCC José Augusto Vieira Resende (2016)

#### 4.3.4 Problemas recorrentes da ETE

Os problemas recorrentes apresentados em cada fase do tratamento são unânimes, sendo ele a diversidade de efluentes. Cada empresa possui uma demanda e cada material coletado varia em tempo necessário para o seu tratamento, o que faz com que o maior tempo prevaleça e dificulte o finalizar do processo. Exemplo de variedade de tempo é, empresa X consegue ter seu material tratado em 2 horas, já empresa Y demanda o tempo de 4 horas, então, estando elas juntas no mesmo ciclo e local, o tempo que será investido é de 4 horas. No que diz respeito aos maiores produtores de efluentes temos indústrias de papeis e do ramo farmacêutico.

#### 4.3.5 Parte investidora

O auxílio recebido pela estação é em suma governamental, parte insignificante diz respeito a rede privada. Os cargos que estão ligados diretamente na boa funcionalidade da ETE são os químicos, operadores e manutenção, sendo que quem responde atualmente por esta estação é um gestor ambiental que fica em Goiânia

#### 4.3.6 Planejamento

O planejamento é sem dúvida alguma uma peça fundamental para o sucesso da ETE, vejamos a localização do terreno onde a mesma foi construída.

**Figura 15 - Imagem de Satélite da ETE**



**Fonte: Google Mapas (2021)**

O projeto estrutural da ETE dentro de sua localização influencia diretamente no seu funcionamento, sendo que foi construída abaixo do polo e seus efluentes, em grande maioria, chegam até os tanques através da gravidade, a insignificante quantidade que não chega dessa forma, vai através de coletores. Estima-se que 98% chegam de forma gravitacional. Algumas alterações estão sendo feitas dentro do local, a parte ergonômica dos funcionários fica a ser direcionada pela vigilância sanitária e as demais pelo corpo de gestão. Entre os cargos indispensáveis e os paliativos, não se faz necessário a presença contínua de um engenheiro civil dentro do estabelecimento.

#### 4.4 RESULTADOS E DISCURSÕES

De forma bem sucinta, que os maiores desafios da ETE advêm da variedade de efluentes e de seu trabalhar com mais de 900% de sua real capacidade. A fim de trazer luz aos principais problemas e uma direção a fim de elucidar essas questões, podemos sugerir que outras ETes sejam abertas, reduzindo a demanda causada pela excedência das empresas, caso não seja possível a construção de novas ETes, fazer uma reforma ampliativa resolveria a questão da demanda.

Falando de variedade de efluentes, o melhor a se fazer é uma boa distribuição dos tanques e de seus efluentes, assim aqueles que possuem um tratamento mais rápido desocupam o espaço para tratar o próximo material, ao invés de aguardar o processamento do mais demorado que ainda estará em tratamento. Elucidar os desafios apresentados está diretamente ligado a estruturação da ETE, ainda é de grande valia dizer que eles são relativamente fáceis de resolver.

## 5 CONCLUSÕES

Conclui-se que ao realizar as análises viáveis e o desafio aprofundamos em questões recorrentes da estação de tratamento de esgoto (ETE), do Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA) onde ela está operando de forma excedente a sua capacidade em média 129 (cento e vinte e nove) empresas a mais de sua projeção inicial, onde seria 16, sendo assim um grave problema ambiental e local pela quantidade de dejetos produzidos.

É perceptível que as empresas alocadas no setor se preocupam em pré tratar os seus resíduos, porém é lamentável com uma realidade totalmente contrária, onde o fato é limitado para algumas, e outras não. Os custos gerados para a implantação de uma nova estação ou ampliação da mesma são frustrados pela falta de incentivo do governo e da companhia de Desenvolvimento Econômico de Goiás (CODEGO) além da ausência de fiscalização no local reforçando o descaso e caos implantado no setor de indústrias de Anápolis - GO.

A CODEGO chegou a realizar uma publicação de um projeto de reforma na estação de tratamento de esgoto, mas ao questionar o engenheiro de produção responsável o motivo da interdição ele informou ser somente uma manutenção local não entrando em mais detalhes reforçando não ser por motivos com relação a vigilância sanitária como já relatado por pessoas locais ou reformas maiores como publicado em 04/06/2021.

Analisando a ETE do DAIA é possível verificar que os seus processos são de 4 formas, onde na 1ª parte do afluente chega para realizar o tratamento preliminar feito isto segue para as lagoas anaeróbicas passa pelo tanque de aeração, cai no decantador secundário até o efluente final. Na 2ª parte do tratamento preliminar ou das lagoas anaeróbicas já vão direto para o aterro sanitário. E na 3ª forma parte que está no decantador secundário segue 2 caminhos, onde o primeiro volta para o tanque de aeração, o segundo vai para landfarming. E na 4ª forma o afluente que chega até o landfarming vai também para o aterro sanitário.

O Sistema adotado na estruturação da ETE se mostra de baixa eficiência em resultado das lagoas anaeróbicas, por motivos de inexistência de tanques de equalização prévio elas estão trabalhando como lagoas de decantação, por este motivo é observado que a atividade biológica está sendo minimizada como consequência está sendo prejudicado o tratamento biológico, onde é a separação como por exemplo de óleos, graxas, DBO entre outras.

Diante dos fatos é imprescindível dizer que a construção da ETE do DAIA foi uma excelente escolha visando crescimento de Anápolis, mas como ocorreu de forma desordenada a estação ficou pequena para a quantidade demandada, por este motivo é notório que a execução com caráter de urgência a construções de novas ETES ou a ampliação dela seja feito.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, P. B., & D OLIVEIRA, R. D. (2020). Breves considerações sobre o novo marco regulatório do saneamento básico – Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. <http://genjuridico.com.br/2020/07/23/marco-regulatorio-saneamento-basico/>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12208**: Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário. Rio de Janeiro, ABNT, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12209**: Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário. Rio de Janeiro, ABNT, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648**: Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário. Rio de Janeiro, ABNT, 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9800: Critérios para Lançamento de Efluentes Líquidos Industriais no Sistema Coletor Público de Esgoto Sanitário. Rio de Janeiro, ABNT, 1987.
- BRASIL. Lei Federal n.º 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n.5, p. 3-7, 8 jan. 2007.
- BRASIL. Lei Federal n.º 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n.5, p. 1-8, 16 jul. 2020.
- CAVALCANTI, José Eduardo W. de A. **Manual de Tratamento de Efluentes Industriais**. 2012.453 p. Editora J.E. Cavalcanti. 2012.
- Curso de Engenharia Civil, Uni EVANGÉLICA, Anápolis, 2021
- FARIAS, ROSA SULAINÉ SILVA. Perspectivas e Limites da Lei de Diretrizes Nacionais de Saneamento Básico: um estudo sobre a aplicação dos principais instrumentos e determinações da Lei no 11.445/07, nos municípios da Região Metropolitana de Belém - PA. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- FERNANDES, CARLOS EDUARDO / NETO, ELSON BARBOSA / OLIVEIRA, VINÍCIUS CASSIANO / FERNANDES, LAILA ISA FAUSTINO DE ARAÚJO. **Saneamento Ambiental Os desafios da estação de tratamento de esgoto do DAIA em Anápolis (GO)**. 2020. 16f. – Universidade Federal de Goiás (UFG), GO, Brasil/ Escola de Engenharia Civil e ambiental/ Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil/ Campus de Ciência Exatas e Tecnológicas (CCET), Anápolis 2021
- FERREIRA, J. G., GOMES, M. F. B., & DANTAS, A. W. M. (2021). Desafios e controvérsias do novo marco legal do saneamento básico no Brasil. DOI:10.34117/bjdv7n7-019.
- FERREIRA, MATEUS DE PAULA; GARCIA, MARIANA SILVA DUARTE. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. Dignidade Re-Vista, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 12, julho

2017. ISSN 2525-698X. Disponível em: <<http://periodicos.puc-rio.br/index.php/dignidaderevista/article/view/393>>. Acesso em: 21 nov. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

JORDÃO, E.P.; PESSÔA, C.A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 5ª Ed. Rio de Janeiro, 940p, 2009.

LIBÂNIO, P. A.; CHERNICHARO, C. A.; NASCIMENTO, N. A dimensão da qualidade da água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública - Engenharia Sanitária e Ambiental; v. 10, n. 3, p. 219-228, julho/set. 2005.

OLIVEIRA, S. M. Análise de desempenho e confiabilidade de estações de tratamento de esgotos. 2006. 232 f. Tese (Pós-Graduação em Saneamento) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

OMS (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE). Progress on household drinking water, sanitation, and hygiene (2000-2017). [s.l: s.n.].

PAINEL SANEAMENTO BRASIL. São Paulo: Instituto Trata Brasil, ITB, 2019.

PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO, PLANSAB. Relatório de Avaliação Anual do Plansab - 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab>. Acesso em: 28 nov. 2021.

RAMALHO, Raquel Pinheiro Reis Souza / SCALISE, Paulo Sérgio / CARAMORI, Samantha Salomão. **Peroxidase de gramínea de Cerrado como alternativa no tratamento de efluentes agroindustriais** .20 de agot. 2025. 26f.

Saneamento. Disponível em <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas\\_SISTEMA\\_NACIONAL\\_DE\\_INFORMAÇÕES SOBRE\\_SANEAMENTO, SNIS. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, ed. 25. Brasília: dez. 2020. Disponível em: http://www.snis.gov.br/](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_SISTEMA_NACIONAL_DE_INFORMAÇÕES SOBRE_SANEAMENTO, SNIS. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, ed. 25. Brasília: dez. 2020. Disponível em: http://www.snis.gov.br/)>. Acesso em: 25 nov. 2021.

TUROLLA, F. A. Política de saneamento básico: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas. Texto para Discussão (IPEA), Brasília-DF, n.922, p. 1-26, 2002.

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuais. In: Lagoas de estabilização. 1ª ed. Minas Gerais: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, v.3, 134 p, 1996.