

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS – UEG
CÂMPUS DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS**

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GABRIELA FREIRE DIOGO DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA ETE E O IMPACTO DO LANÇAMENTO
DO EFLUENTE NO CÓRREGO DAS ANTAS NA CIDADE DE
ANÁPOLIS/GO.**

ANÁPOLIS

2018

GABRIELA FREIRE DIOGO DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA ETE E O IMPACTO DO LANÇAMENTO
DO EFLUENTE NO CÓRREGO DAS ANTAS NA CIDADE DE
ANÁPOLIS/GO.**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Civil da Universidade Estadual de
Goiás, como requisito parcial para
obtenção do grau de Engenheiro Civil.
Orientador: Prof. Msc. Clodoveu Reis
Pereira**

ANÁPOLIS

2018

GABRIELA FREIRE DIOGO DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA ETE E O IMPACTO DO LANÇAMENTO
DO EFLUENTE NO CÓRREGO DAS ANTAS NA CIDADE DE
ANÁPOLIS/GO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Goiás, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel.

Aprovado em 10 de dezembro de 2018.

PROF. CLODOVEU REIS PEREIRA, Msc. (UEG)
(ORIENTADOR)

PROFA. FLAVIA MARTINS DE QUEIROZ, Dra. (UEG)
(EXAMINADORA)

PROF. ROBERTO GONÇALVES FREIRE, Msc. (UEG)
(EXAMINADOR)

A minha família, razão de minha
existência.

Agradeço a meu orientador pela paciência
e grande ensinamentos.

RESUMO

Esta pesquisa aplicada teve como foco a Estação de Tratamento de esgoto da cidade de Anápolis/GO. É muito claro e visível a importância de um tratamento de esgoto doméstico, devido ao fato de o mesmo ser composto de agentes patogênicos, microrganismos, principalmente matéria orgânica que contém nutrientes que são essenciais para todo tipo de vida. O principal intuito desse estudo foi analisar a eficiência e coerências dos dados coletados da ETE/Anápolis com os parâmetros preconizados pelo CONAMA e pela legislação de Goiás.

Palavras-chave: Esgoto, ETE/Anápolis, CONAMA, SANEAGO.

ABSTRACT

This applied research focused on the Sewage Treatment Station of the city of Anápolis/GO. It is very clear and visible the importance of a treatment of domestic sewage, due to the fact that it is composed of pathogens, microorganisms, mainly organic matter that contain nutrients that are essential for all types of life. The main purpose of this study was to analyze the efficiency and coherence of the data collected from the ETE / Anápolis with the parameters recommended by CONAMA and the legislation of Goiás.

Keywords: Sewage, ETE/Anápolis, CONAMA, SANEAGO.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CETESB.....	Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo
CONAMA.....	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COT.....	Carbono Orgânico Total
CT.....	Coliformes Totais
DBO.....	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C
DBO _c	Demanda Bioquímica de Oxigênio do Córrego das Antas
DBO _e	Demanda Bioquímica de Oxigênio do Esgoto
DBO _u	Demanda Última de Oxigênio
DQO.....	Demanda Química de Oxigênio
ETE.....	Estação de Tratamento de Esgoto
F _M	Fósforo da mistura
FT _c	Fluoreto Total no Córrego
FT _e	Fluoreto Total no Esgoto
FT _m	Fluoreto Total na Mistura
ICT.....	Índices de Coliforme Total
ICT _c	Índices de Coliforme Total do Córrego das Antas
ICT _e	Índices de Coliforme Total do Esgoto
ICT _m	Índices de Coliforme Total da Mistura
NMP.....	Número Mais Provável
OD.....	Oxigênio Dissolvido
OD _c	Oxigênio Dissolvido no Córrego das Antas

OD_e.....Oxigênio Dissolvido no Esgoto

PH.....Potencial Hidrogeniônico

PH_c.....Potencial Hidrogeniônico Do Córrego das Antas

PH_e.....Potencial Hidrogeniônico Do Esgoto

Q_c.....Vazão do Córrego a montante do lançamento dos despejos

Q_e.....Vazão Média do Esgoto

SANEAGO.....Companhia de Saneamento de Goiás

SDT.....Sólidos Dissolvidos Totais

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Poço de sucção da estação elevatória da ETE.....	24
Figura 2. Conjuntos Motobombas da estação elevatória da ETE.....	24
Figura 3. Fluxograma do processo da ETE Anápolis.	25
Figura 4. Vista aérea da ETE- Anápolis.	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados sobre as redes coletoras e interceptoras por sistema existente. ...	22
Tabela 2 - Padrões de lançamento de efluentes.	29
Tabela 3 - Média do pH dos módulos A e B do esgoto.	34
Tabela 4 - Valores de pH da mistura.	34
Tabela 5 - Temperatura da amostra do esgoto tratado.	35
Tabela 6 - Média DBO5 do esgoto.	36
Tabela 7 - DBO5 da mistura.	37
Tabela 8 - Oxigênio dissolvido (OD).	37
Tabela 9 - Concentração inicial de oxigênio, no ponto de mistura.	38
Tabela 10 - Fluoreto total do esgoto.	38
Tabela 11 - Fluoreto total da mistura.	39
Tabela 12 - Fósforo Esgoto.	39
Tabela 13 - Fósforo Mistura.	40
Tabela 14 - Índices de coliforme total obtidos em amostras do esgoto.	40
Tabela 15 - Índice de Coliforme Total na Mistura.	41
Tabela 16 - Eficiência da ETE/Anápolis no tratamento de coliformes pelo módulo A.	41
Tabela 17 - Eficiência da ETE/Anápolis no tratamento de coliformes pelo módulo B.	42
Tabela 18 - Valores de Nitrato a montante e a jusante da ETE/Anápolis.	42
Tabela 19 - Valores de Nitrito a montante e a jusante da ETE/Anápolis.	43
Tabela 20 - Valores de sulfato total a montante e a jusante da ETE/Anápolis.	43

Tabela 21 - Valores de sólidos dissolvidos totais (SDT) a montante e a jusante da ETE/Anápolis.....44

Tabela 22 - Características previstas para o efluente da ETE Anápolis..... **Erro!**

Indicador não definido.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. OBJETIVOS	10
1.1.1. Objetivo Geral	10
1.1.2. Objetivos Específicos	10
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 CONHECENDO O TRATAMENTO DE ESGOTO.....	11
2.2. ÁGUA RESIDUÁRIA.....	12
2.2.1 Principais características e parâmetros de qualidade das águas residuárias	14
2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS RIOS	18
2.4 LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO	19
2.4.1 Lagoas Anaeróbias	20
2.4.2 Lagoa Aerada de Mistura Completa Seguida por Lagoa de Decantação ..	20
2.4.3 Lagoa Facultativa	21
2.5 SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DA CIDADE DE ANÁPOLIS/GO ..	21
2.5.1. Elevatória ETE Anápolis/GO	23
2.5.2 Estação de Tratamento de Esgoto de Anápolis/GO	25
2.6 PADRÕES DE QUALIDADE PARA EFLUENTES E CORPOS D'ÁGUA.....	27
3. METODOLOGIA	32
3.1 RESULTADOS DE PARAMETROS DA ETE/ANÁPOLIS	33
3.1.1 Índices de pH	33
3.1.2 Temperatura	34
3.1.3 DBO5, OD e CO.....	35
3.1.4 Fluoreto Total.....	38
3.1.5 Fósforo	39
3.1.6 Índice de Coliforme Total	40
3.1.7 Nitrato.....	42
3.1.8 Nitrito.....	43
3.1.9 Sulfato Total.....	43
3.1.10 Sólidos Dissolvidos Totais	44
4. CONCLUSÃO	45

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
---	-----------

1. INTRODUÇÃO

As civilizações perceberam com o passar dos anos, que o esgoto não tratado gera doenças e polui o meio ambiente. Diante de suas características negativas, houve a necessidade de tratar o esgoto, de modo a prevenir doenças e preservar o meio ambiente.

Epidemias de febre tifóide, cólera, disenterias, hepatite infecciosa e inúmeros casos de verminoses - algumas das doenças que podem ser transmitidas pela disposição inadequada dos esgotos - são responsáveis por elevados índices de mortalidade em países do terceiro mundo. As crianças são suas vítimas mais frequentes, uma vez que a associação dessas doenças à subnutrição é, geralmente, fatal. A elevação da expectativa de vida e a redução da prevalência das verminoses que, via de regra, não são letais, mas desgastam o ser humano, somente podem ser pretendidas através da correta disposição dos esgotos.

Toda água descartada após a utilização humana, é denominada de água residuária ou esgoto. A água residuária proveniente do uso doméstico tem em sua composição agentes patogênicos, microrganismos, principalmente matéria orgânica que contêm nutrientes que são essenciais para todo tipo de vida. Através de estações de tratamento de esgoto (ETE), a água residuária passa por processos onde o esgoto é tratado podendo retornar ao meio ambiente de forma segura.

O desafio é conciliar um tratamento de esgoto que seja eficiente e que não prejudique o meio ambiente. Para isso, os parâmetros de lançamento de efluente de uma ETE devem atender as normas ambientais, no Brasil, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº. 357/2005, determina quais as condições e padrões de lançamento de efluentes e como classificar o esgoto.

O esgoto é composto praticamente por água. Diante da escassez da água, tratar o esgoto de forma adequada e eficiente tem um papel fundamental na qualidade e continuidade da população e do meio ambiente.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Analisar a eficiência do tratamento de esgoto sanitário pela ETE da cidade de Anápolis/GO e o impacto de seu efluente no Córrego das Antas.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Analisar os valores de pH, temperatura, DBO₅, OD, CO, fluoreto total, fósforo, coliformes totais, nitrato, nitrito, sulfato total e sólidos dissolvidos encontrados a afluente e efluente da ETE;
- Comparar os resultados analisados com os parâmetros exigidos pela legislação;
- Analisar se houve alteração do corpo receptor pelo lançamento do efluente no córrego das antas;
- Analisar a eficiência da ETE Anápolis quanto aos coliformes totais, comparando valores afluente e efluente da ETE.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 CONHECENDO O TRATAMENTO DE ESGOTO

Tratar o esgoto é um processo importante para o seu retorno ao meio ambiente sem poluí-lo e na prevenção de doenças. No tratamento de esgoto ocorre a aceleração de um processo natural, este consiste na separação de líquidos e sólidos, removendo os poluentes presentes. O retorno d'água tratada ao meio ambiente deve atender os parâmetros estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº. 357/2005. De acordo com Cunha e Calijuri (2013, p. 455) o tratamento de esgoto consiste em:

Unidades de tratamento sequencialmente dispostas, nas quais ocorrem operações de separação de fases (sólida, líquida e gasosa) e processos de conversão dos poluentes em compostos inócuos, ou em Substâncias mais facilmente separáveis da corrente líquida.

Todas as estações de tratamento de esgoto sanitário devem conter o tratamento preliminar, uma vez que este elimina os sólidos grosseiros e a areia. No tratamento primário são removidos os sólidos em suspensão sedimentáveis e os sólidos flutuantes. No tratamento secundário ocorre, com maior eficiência a remoção da matéria orgânica.

O tratamento é dividido em níveis, cada nível tem um objetivo específico. O tratamento preliminar tem como objetivo a preservação física de tubos, conexões e estações elevatórias a jusante. O tratamento primário tem como principal função a remoção de sólidos suspensos através decantação e flotação. A principal função do tratamento secundário é a remoção da matéria orgânica através da ação de microorganismos. Este processo não elimina todas as substâncias prejudiciais ao meio ambiente, podendo então haver a necessidade do tratamento terciário. No tratamento terciário é possível retirar matéria orgânica não biodegradável, sólidos suspensos e organismos patogênicos de forma mais eficaz.

O layout de uma ETE muda conforme as características apresentadas pelo esgoto tratado. No tratamento secundário existe uma grande variedade de métodos que podem ser aplicados, os mais utilizados são lagoas de estabilização, lodos

ativados, filtro biológico, reatores UASB que podem ser, tratamento anaeróbico e aeróbio. Cada método apresenta sua vantagem e desvantagem, diante disto é importante ressaltar que:

É muito importante a tecnologia empregada para o tratamento das águas residuais, pois o tratamento adequado da água é indispensável para o fim específico de reuso das águas. Por razões econômicas, no entanto, o tratamento só faz sentido na medida necessária para satisfazer os requisitos mínimos para a respectiva aplicação. Portanto, é preciso conhecer a potencialidade e as limitações de cada tecnologia de tratamento para a sua adequada escolha. (NOGUEIRA; CAPAZ, 2015, p 115).

Para projetar uma ETE analisa-se os dados de projeto e do esgoto que será tratado, após estas etapas, determina-se quais os procedimentos serão usados para o tratamento. Uma vez que o tratamento utilizado atenda as normas ambientais, à água tratada pode retornar ao meio ambiente de forma a não causar dano ao mesmo. O tratamento é fundamental para a saúde pública e para o reaproveitamento d'água uma vez que esta é um bem escasso.

2.2. ÁGUA RESIDUÁRIA

Desde os primórdios o homem utiliza a água para consumo em diversas atividades. Conforme o tempo foi passando houve cada vez mais a necessidade de utilizá-la para o uso doméstico, comercial ou industrial, gerando assim um grande volume de água residuária também conhecida como esgoto. A poluição das águas, segundo Sperling (2005, p. 47) "é a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alteram a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos".

O esgoto é composto por sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, matéria orgânica, nutrientes, e organismos patogênicos. Segundo Metcalf e Eddy (2016, p. 3):

Quando o esgoto bruto é acumulado e se torna séptico, a decomposição do material orgânico nele contido leva a condições desagradáveis, incluindo a produção de gases com maus odores. Além disso, esgotos brutos contêm diversos organismos patogênicos que se desenvolvem no intestino humano. Contêm, também, nutrientes que podem estimular o crescimento de plantas aquáticas e impedir o desenvolvimento de compostos tóxicos ou compostos potencialmente mutagênicos ou carcinogênicos. Por essas razões, a

imediate e segura remoção de esgotos de suas fontes de geração, seguida de tratamento, reuso ou disposição final é necessária para a proteção da saúde pública e do meio ambiente.

A implantação de rede de esgotos e estação de tratamento é condição básica para que grandes aglomerados humanos possam ter melhores condições sanitárias e qualidade ambiental. (ROSS, 2005, p. 220).

Pode-se dizer que, a contaminação gerada pela disposição inadequada do esgoto acarreta problemas ambientais e de saúde pública. Sendo assim o tratamento de esgoto torna-se vital para a sociedade como um todo. O lançamento de substâncias químicas, patógenos e agentes físicos implicam na qualidade do efluente do esgoto. Portanto para que a água residuária possa ser tratada, é fundamental conhecer as suas características e quais os parâmetros para determinar a sua qualidade e o tratamento adequado. A esse respeito, Machado (2010, p. 96) declara que além da qualidade, a quantidade é outro aspecto da água que assegura determinado uso ou conjunto de usos. A qualidade é representada por características intrínsecas, geralmente mensuráveis, de natureza física, química e/ou biológica.

Em uma estação de tratamento de esgotos é imprescindível conhecer a legislação vigente. No Brasil, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº. 357/2005, determina quais as condições e padrões de lançamento de efluentes e como classificar o esgoto. Segundo Sperling (2005, p. 84):

No projeto de uma estação de tratamento, normalmente não há interesse em se determinar os diversos compostos dos quais a água residuária é constituída. Isto, não só pela dificuldade em se executar vários destes testes em laboratório, mas também pelo fato dos resultados em si não serem diretamente utilizáveis como elementos de projeto e operação. Assim, muitas vezes é preferível a utilização de parâmetros indiretos que traduzam o caráter ou o potencial poluidor do despejo em questão. Tais parâmetros definem a qualidade do esgoto, podendo ser divididos em três categorias: parâmetros físicos, químicos e biológicos.

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) tem como objetivo transformar as características do esgoto para que o efluente do tratamento possa causar o menor impacto ao meio ambiente. Com o tratamento previne-se doenças causadas por microrganismos patogênicos, preserva as fontes de abastecimento de água para uso

doméstico, industrial e agrícola, recicla as águas para banho e outros propósitos recreativos, preservando a fauna e a flora aquáticas.

2.2.1 Principais características e parâmetros de qualidade das águas residuárias

O esgoto é composto de 99,9% de água e 0,1% de sólidos e gases. Os sólidos presentes no esgoto conferem as características químicas, físicas e biológicas. Estes sólidos presentes no esgoto podem ser suspensos e solúveis, sedimentados e não sedimentados.

Segundo Sperling (2005), para o tratamento do esgoto doméstico as principais características físicas a serem analisadas são a temperatura, a cor, o odor e a turbidez, enquanto as principais características químicas são os sólidos totais, o nitrogênio total, o fósforo, o pH, a alcalinidade, os cloretos e os óleos. Através das características apresentadas pelo esgoto, determina-se os padrões de qualidade.

A qualidade da água residuária tem a finalidade de proteger e preservar o meio ambiente, garantindo o seu retorno sem haver contaminação. Na determinação da qualidade da água, alguns parâmetros se sobressaem a outros devido a sua importância, sendo estes os sólidos, indicadores de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e indicadores de contaminação fecal (SPERLING, 2005).

2.2.1.1 Características físicas

2.2.1.1.1 Cor

A cor possibilita saber a idade do esgoto. Este quando apresenta uma coloração ligeiramente cinza, é denominado de esgoto fresco, e quando apresenta uma coloração que varia de cinza escuro a preto é conhecido como esgoto séptico. Segundo a CETESB (2009, p. 3):

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e

inorgânico. Dentre os coloides orgânicos, podem ser mencionados os ácidos húmicos e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos. Também os esgotos domésticos se caracterizam por apresentarem predominantemente matéria orgânica em estado coloidal[...].

2.2.1.1.1 Temperatura

A temperatura d'água residuária interfere no metabolismo microbiano, na solubilidade dos gases, na velocidade das reações químicas e na viscosidade do líquido. Sendo assim, a temperatura deve estar ligeiramente acima a de abastecimento podendo sofrer alterações conforme a variação climática. Segundo Heller e Pádua (2006, p. 174):

A temperatura da água, [...] têm um impacto sobre a atividade microbiológica. Atividades biológicas incrementam em cerca de 100% quando a temperatura aumenta em 10°C. Locais com elevado tempo de residência, como os reservatórios são mais vulneráveis ao crescimento bacteriano em decorrência do incremento da temperatura da água.

2.2.1.1.1 Turbidez

A turbidez é um fenômeno que ocorre devido a presença dos sólidos em suspensão, uma vez que este dificulta a passagem de feixe de luz. “A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva a mesma.” (SPERLING, 2005, p. 28).

2.2.1.2 Características químicas

2.2.1.2.1 Matéria Orgânica

A matéria orgânica presente na água residuária funciona como fonte de alimento para os microrganismos presentes.

Segundo Jordão e Pessôa (2005) cerca de 70% dos sólidos no esgoto médio são de origem orgânica, onde 40 a 60% são compostos de proteínas, 25 a 50% de carboidratos e 10% de gorduras e óleos.

Ainda segundo Jordão e Pessoa (2005) as proteínas são produtoras de nitrogênio e contêm carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio e algumas vezes fósforo, enxofre e ferro. Os carboidratos que são as primeiras substâncias a serem destruídas pelas bactérias, o que produz ácidos orgânicos, contêm carbono, hidrogênio e oxigênio. E gordura é o termo usado para se referir à matéria graxa, aos óleos e substâncias semelhantes que sempre estão presentes nos esgotos domésticos.

Para Sperling (2005, p. 89), "A matéria orgânica presente nos esgotos é uma característica de primordial importância, sendo a causadora do principal problema de poluição para os corpos d'água [...]". Sendo esta determinada através da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), da demanda química de oxigênio (DQO), da demanda última de oxigênio (DBOu) ou através do carbono orgânico total (COT).

A DBO₅ é a demanda bioquímica de oxigênio que deve ser medida ao 5º dia, com uma temperatura de 20°C. Ao final de vários dias, a quantidade de oxigênio total requerida pelos microrganismos denomina-se DBO última. Em sua oxidação, através de um agente químico, a matéria orgânica requer uma quantidade de oxigênio chamada de DQO. Para determinar a matéria orgânica de forma direta, verifica-se a quantidade de carbono orgânico presente através do teste COT, a este respeito Sperling (2005, p. 95) aborda que "O teste do COT tem sido mais utilizado, [...] principalmente em pesquisas ou em avaliações mais aprofundadas das características do líquido, devido aos custos mais elevados do equipamento".

A lei de Nº 8544 do estado de Goiás, determina que para a DBO 5 dias, 20°C, o valor máximo deverá ser de 60mg/L. Quando o tratamento reduz a carga poluidora de DBO 5 dias, 20°C em no mínimo 80%, o limite de 60mg/L poderá ser ultrapassado, desde que respeite a classe do rio.

2.2.1.2.1 Sólidos Totais

Os sólidos totais são essenciais para a caracterização do esgoto, estes podem estar presentes em suspensão (removidos por filtro de papel) ou dissolvidos. Para a CETESB (2009, p. 3) "Em saneamento, sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou

calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado".

Os sólidos presentes no esgoto são importantes para a determinação da qualidade d'água residuária. De acordo com Sperling (2005, p. 87)

Todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos. Os sólidos podem ser classificados de acordo com o seu tamanho e estado, características químicas e a sua decantabilidade.

2.2.1.2.1 pH

O Potencial Hidrogeniônico (pH), normalmente reduz devido a oxidação biológica. A CETESB (2009, p. 22) destaca que:

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, em determinadas condições de pH, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes.

2.2.1.2.1 Nitrogênio Total

O nitrogênio total é composto por nitrogênio orgânico, amônia, nitrato e nitrito. No tratamento biológico o nitrogênio é um nutriente indispensável para os microrganismos. A CETESB (2009, p. 25) destaca que:

Pode-se associar as etapas de degradação da poluição orgânica por meio da relação entre as formas de nitrogênio. Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas. Ou seja, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo; se prevalecerem o nitrito e o nitrato, denota que as descargas de esgotos se encontram distantes.

2.2.1.2.1 Fósforo

Assim como o nitrogênio, o fósforo também pode conduzir ao fenômeno de eutrofização, uma vez que as algas o utilizam no seu crescimento, sendo assim é necessário um controle no nível de nitrogênio presente. "O fósforo é um nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica." (SPERLING, 2005, p. 101).

2.2.1.3 Microrganismos

Nas águas residuais estão presentes microrganismos patogênicos, podendo causar doenças, por exemplo, como a cólera, amebíase, hepatite, entre outros. Destaca-se entre os organismos presentes as bactérias, os vírus, os protozoários e os helmintos. Determinar os agentes patogênicos presentes no esgoto, exige analisar um número grande de amostras, apresentando assim grande dificuldade em sua execução. Pesquisadores após analisar que as bactérias coliformes estão presentes em grande quantidade nas fezes humanas, que ela possui alta resistência e que ela pode ser removida da mesma forma que as bactérias patogênicas, concluíram que este é o melhor indicador de contaminação fecal.

2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS RIOS

As águas doces, salobras e salinas do território nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, diante da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, estabeleceu critérios sobre a classificação dos corpos de água superficiais e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como as condições e padrões de lançamento de efluentes. A classificação reúne uma série de definições com base na aptidão natural dos cursos d'água, observando a sua qualidade, capacidade, entre outras características específicas.

As águas doces são classificadas conforme seu uso como sendo classe especial, classe I, classe II, classe III e classe IV, sendo as de classe especial as

destinadas para o consumo humano, a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e a preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

Na classe I estão as águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película e à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.

As águas doces classe II podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, à aquicultura e à atividade de pesca.

Na classe III as águas podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais.

As águas doces que são destinadas à navegação, e à harmonia paisagística são classificadas como classe IV.

Rios que não possuem classificação segundo o CONAMA são classificados como classe II. Portanto o Córrego das Antas que não possui classificação segundo o CONAMA, classifica-se como classe II.

2.4 LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

As lagoas de estabilização são sistemas de tratamento biológico em que a estabilização da matéria orgânica é realizada pela oxidação bacteriológica (oxidação aeróbica ou fermentação anaeróbia) e redução fotossintética das algas. (JORDÃO, 2005).

Na verdade, as lagoas de estabilização são lagoas, quer naturais ou artificiais, em que prevalecem condições técnicas adequadas aos fenômenos físicos, químicos e biológicos que caracterizam a autodepuração.

A remoção de organismos coliformes de acordo com dados do Jordão (2005) tem alcançado até 99,9999% de eficiência em lagoas de maturação em série. E hoje as lagoas de estabilização também objetivam preparar o efluente para uso em agricultura ou aquicultura.

Ainda de acordo com Jordão (2005) é possível remover nutrientes de forma razoável em lagoas de estabilização. É possível obter uma remoção de amônia livre na ordem de 70 a 80% em lagoas de maturação rasas.

2.4.1 Lagoas Anaeróbias

Nas lagoas anaeróbias a estabilização ocorre sem o concurso do oxigênio dissolvido: são os fenômenos de digestão ácida e fermentação metânica que tomam parte no processo. Na verdade, tudo se passa como num digestor anaeróbico ou numa fossa séptica. (Victoretti, 1961)

Segundo Jordão (2005) a fermentação anaeróbica é um processo sequencial onde primeiramente microorganismos facultativos transformam compostos orgânicos complexos em substâncias e compostos mais simples, a chamada fase de “digestão ácida”, onde o pH abaixa para 6 ou até mesmo 5. Em seguida as bactérias formadoras de metano transformam os ácidos orgânicos da fase anterior em metano e dióxido de carbono, fase conhecida como “fermentação metânica ou alcalina”, e o pH sobe para 7,2 até 7,5, os maus odores desaparecem e há a formação de espuma.

2.4.2 Lagoa Aerada de Mistura Completa Seguida por Lagoa de Decantação

Ocupando uma menor área que outros sistemas compostos, neste processo o nível de energia introduzido pelos aeradores garante a oxigenação da lagoa

mantendo os sólidos em suspensão e a biomassa dispersa na massa líquida, apresentando um tempo de detenção na ordem de 2 a 4 dias. (SPERLING, 1996)

A lagoa aerada de mistura completa normalmente segue acompanhada de outras lagoas, uma vez que contem elevado teor de sólidos, sendo estas conhecidas como lagoas de decantação.

2.4.3 Lagoa Facultativa

A lagoa facultativa se caracteriza por possuir uma zona aeróbia superior, em que os mecanismos de estabilização da matéria orgânica são a oxidação aeróbia e a redução fotossintética, e uma zona anaeróbia na camada de fundo, onde ocorrem os fenômenos típicos da fermentação anaeróbia. A camada intermediária entre essas duas zonas é dita facultativa, predominando os processos de oxigenação aeróbia e fotossintética. (Victoretti, 1961)

A lagoa facultativa pode ser projetada para operar como uma única unidade, ou em sequência a uma lagoa anaeróbia. No primeiro caso sendo chamada de lagoa “primária” e no segundo de lagoa “secundária”. Se operar após uma estação de tratamento, é conhecida como lagoa “de polimento”. (Jordão, 2005)

2.5 SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DA CIDADE DE ANÁPOLIS/GO

Anápolis possui uma área urbana que abrange dezesseis bacias de esgotamento sendo elas Água Fria, Cesários, Felizardos, Góis, Reboleiras, Antas, Catingueiros, Guarirobal, Caldas, Piracanjuba, Inhames, Extrema, Retiro, Anicunzinho (margem direita), Cupim Branco e Olaria.

O sistema existente possui um sistema de rede coletora com aproximadamente 730 km de extensão utilizando diâmetros de 100 a 400 mm. O sistema também possui seis elevatórias, sendo quatro na bacia do Catingueiros para a proteção do ribeirão João Leite, um na bacia Extrema e a elevatória final. A Estação de Tratamento de Esgotos com capacidade aproximada de 1,6 m³/s, é

composta por tratamento preliminar, lagoas anaeróbias, lagoas aeróbias e lagoas de sedimentação.

Priorizando onde a densidade populacional é maior, a área de atendimento atual engloba a região central da cidade e seu entorno. O diâmetro da rede coletora varia de 150 a 400 mm. A rede coletora mais antiga da região central foi implantada com manilhas de barro comum em diâmetros de 150 mm e vem sendo substituída de acordo com a necessidade. A Tabela 1 apresenta os dados sobre as redes coletoras e interceptadoras por sistema existente.

Os cursos d'água que já contam com interceptores implantados são os Córregos Góis, Água Fria, Cesários, Correios, Capão Pena, Felizardos e o Ribeirão das Antas. Além disso, os esgotos coletados na bacia do Córrego Catingueiros são encaminhados para estações elevatórias e revertidos para o interceptor do Ribeirão das Antas através do emissário denominado Catingueiros, que interliga o PV de transição da linha de recalque da elevatória EEE-4 ao Interceptor Antas.

O trecho final do Interceptor Antas a partir da interligação com o Interceptor Água Fria, foi denominado emissário Antas. Este emissário a montante da entrada da ETE recebe ainda as contribuições do Interceptor Reboleiras.

Tabela 1 - Dados sobre as redes coletoras e interceptoras por sistema existente.

DADOS SOBRE AS REDES COLETORAS E INTERCEPTORAS POR SISTEMA EXISTENTE				
DIÂMETRO (mm)	EXTENSÃO (m)	MATERIAL	IDADE MÉDIA APROXIMADA (ANOS)	DENOMINAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO
150	48395	Manilha de barro	20	GÓIS
150	39665	Manilha de barro	20	Água Fria
150	59440	Manilha de barro	20	Cesários
150	42220	Manilha de barro	20	Catingueiro
150	90580	Manilha de barro	20	Antas
150	965	Concreto Armado	20	GÓIS
375	1045	-	20	-
500	724	-	20	-
600	460	-	20	-
250	360	-	20	Água Fria
300	60	-	20	-
350	420	-	20	-

300	360	-	20	Cesários
375	1305	-	20	-
400	630	-	20	-
500	2355	-	20	Antas
600	305	-	20	-
800	430	-	20	-
1000	1410	-	20	-
1100	1405	-	20	-
1200	655	-	20	-
1500	1165	-	20	-
1200	3120	-	20	Emissário
100	632	ferro	20	Linha de recalque
200	690	ferro	20	-
300	875	ferro	20	-
400	935	ferro	20	-
	1877,62			CAPÃO DA PENA
	8537,38			REBOLEIROS
	3900			FELIZARDOS

Fonte: Companhia de Saneamento de Goiás – SANEAGO, 2016.

2.5.1. Elevatória ETE Anápolis/GO

Com início de operação em 1991 utilizando 4 bombas do tipo Centrífuga eixo horizontal, a elevatória da ETE recebe todo o esgoto coletado atualmente na cidade de Anápolis. Está localizada na área da ETE, sendo precedida das unidades de tratamento preliminar, que se constitui de gradeamento grosseiro, gradeamento médio mecanizado, desarenador com remoção dos resíduos através de bomba parafuso e medição de vazão por meio de calha Parshall. O poço de sucção e o conjunto motobombas utilizados podem ser observados respectivamente nas figuras 1 e 2.



Figura 1. Poço de sucção da estação elevatória da ETE.
Fonte: Plano Municipal de Saneamento Anápolis, GO.



Figura 2. Conjuntos Motobombas da estação elevatória da ETE.
Fonte: Plano Municipal de Saneamento Anápolis, GO.

A chegada do esgoto oriundo da estação elevatória acontece em uma caixa de passagem a montante das lagoas anaeróbias.

Conforme apresentado no fluxograma do processo da ETE Anápolis na figura 3, o esgoto bruto afluente passa primeiramente por uma grade grossa de limpeza manual (1) e a seguir por uma grade circular mecanizada (2). O líquido efluente da grade mecanizada alimenta os desarenadores circulares mecanizados (3), onde a areia removida é lançada em containers através de transportadores parafuso.

O esgoto após passar pelos desarenadores, segue para o medidor de vazão tipo Parshall (4), dirigindo-se para a elevatória de esgoto bruto (5).

As bombas da estação elevatória recalcam os esgotos para as lagoas anaeróbias (6), onde ocorre a sedimentação do lodo primário e sua estabilização através do processo da digestão anaeróbia, com redução da DBO em cerca de 50%. O efluente das lagoas anaeróbias alimenta as lagoas aeradas (7).

Com a injeção de oxigênio nas lagoas, realizadas por aeradores superficiais flutuantes, a carga orgânica remanescente das lagoas anaeróbias sofre nova redução por ação de bactérias aeróbias. Parte da matéria orgânica se transforma em flocos de microrganismos que se sedimentam nas lagoas de decantação (8). Uma vez separada a fração sólida, que permanece no fundo dessas lagoas, o efluente líquido clarificado é lançado no corpo receptor, o Ribeirão das Antas.

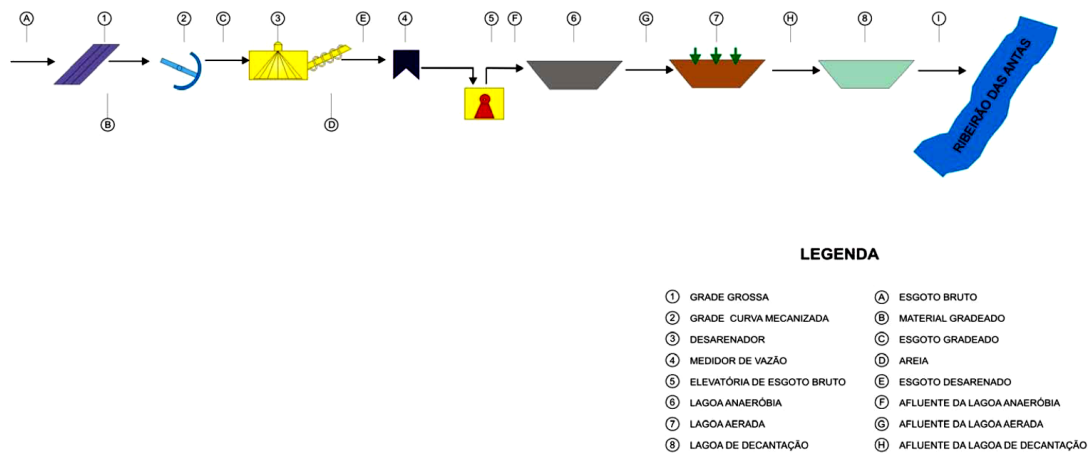


Figura 3. Fluxograma do processo da ETE Anápolis.
Fonte: Plano Municipal de Saneamento Anápolis, GO.

2.5.2 Estação de Tratamento de Esgoto de Anápolis/GO

Projetado pela empresa Sigma Engenharia e Projetos Ltda, com dados populacionais de 1940 a 1960, a unidade de tratamento de esgoto da cidade de Anápolis/GO em 1989 inicia suas operações. Devido ao crescimento populacional da época estudada, foi definido para seu cálculo que a ETE-Anápolis teria a capacidade de atender aproximadamente 620.000 habitantes.

Com a previsão de atingir as estimativas de vazões até o ano de 2004, o projeto da ETE-Anápolis definiu que em 2004 haveria a necessidade de ampliar a capacidade do tratamento, sendo necessária então a implementação de mais um módulo.

Os esgotos são drenados para a bacia do Rio das Antas, através de seus tributários (Góis, Água Fria, Cesários, Reboleiras e Felizardos). A parte dos esgotos da cidade que drena para o Córrego Catingueiros (Bacia do Ribeirão João Leite) são transposta para a bacia do Rio das Antas por meio de 4 elevatórias.

Compõe também o sistema a elevatória final, localizada na área da ETE, que recalca todo o esgoto coletado na cidade de Anápolis para as lagoas de tratamento.

A estação de tratamento está localizada na margem direita do rio das Antas e hoje recebe vazão média afluyente de 300 l/s. O processo abrange tratamento preliminar, tratamento anaeróbio por meio de dois módulos com duas lagoas anaeróbias cada, tratamento aeróbio composto de dois módulos com uma lagoa aerada cada e polimento do efluente através de dois módulos com uma lagoa de sedimentação cada. A vista aérea da ETE- Anápolis pode ser observada na figura 4.

O corpo receptor dos esgotos tratados é o Ribeirão das Antas afluyente do rio Corumbá à montante do lago formado para geração de energia elétrica da Usina Corumbá IV.



Figura 4. Vista aérea da ETE- Anápolis.
Fonte: Prof. Msc. Clodoveu Reis Pereira.

2.6 PADRÕES DE QUALIDADE PARA EFLUENTES E CORPOS D'ÁGUA

Para que a água residuária tratada possa retornar ao meio ambiente de forma a não o poluir, ela deve atender a requisitos e padrões de qualidade. Segundo Sperling (2005, p. 234) "Os padrões devem ser cumpridos, por força da legislação, pelas entidades envolvidas com a água a ser utilizada".

No Brasil, a Constituição federal (BRASIL, 1988), conforme os artigos apresentados, determina que:

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

VII - preservar as florestas, a fauna e a flora;

[...]

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - Preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

II - Preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

IV - Exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

V - Controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

VI - Promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº. 357/2005, determina quais as condições, padrões de lançamento de efluentes conforme a Tabela 2 e como classificar o esgoto. De acordo com o CONAMA resolução nº 430 (BRASIL, 2011), as condições de lançamento do efluentes devem apresentar:

a) pH entre 5 a 9;

b) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;

c) materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

d) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

e) óleos e graxas: 1. óleos minerais: até 20 mg/L; 2. óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L;

f) ausência de materiais flutuantes;

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

Tabela 2 - Padrões de lançamento de efluentes.

Parâmetros inorgânicos	Valores máximos
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total (Não se aplica para o lançamento em águas salinas)	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	1,0 mg/L CN
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo hexavalente	0,1 mg/L Cr ⁺⁶
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr ⁺³
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Merúrio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
Parâmetros Orgânicos	Valores máximos
Benzeno	1,20 mg/L
Clorofórmio	1,00 mg/L
Dicloroeteno (somatório de 1,1 + 1,2cis + 1,2 trans)	1,00 mg/L
Estireno	0,07 mg/L
Etilbenzeno	0,84 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,50 mg/L C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de carbono	1,00 mg/L
Tricloroeteno	1,00 mg/L
Tolueno	1,20 mg/L
Xileno	1,60 mg/L

Fonte: CONAMA, RESOLUÇÃO Nº 430 (BRASIL, 2011)

Uma vez que a legislação propõe ao estado a proteção do meio ambiente e o combate à poluição, cada estado apresenta normas ambientais específicas. No estado de Goiás, a Lei n. 8544 (GOIÁS, 1978) regulamentada pelo Decreto n. 1745

(GOIÁS, 1979), dispõe sobre o a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente.

De acordo com o Decreto n. 1745 (GOIÁS, 1979), o lançamento de efluentes nas coleções de água só poderá ocorrer se obedecer às seguintes condições:

[...]

I – pH entre 5,0 (cinco inteiros) e 9,0 (nove inteiros);

II – temperatura inferior a 40°C (quarenta graus Celsius);

III – materiais sedimentáveis até 1,0mg/L (um mililitro por litro), em teste de uma hora em ' conesimhoff ';

IV - substâncias solúveis em hexana até 100mg/L (cem miligramas por litro);

V – DBO 5 dias, 20°C no máximo de 60mg/L (sessenta miligramas por litro). Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento);

VI – Concentrações máximas dos seguintes parâmetros:

a) Arsênico - 0.2mg/L (dois décimos de miligrama por litro);

b) Bário - 5.0mg/L (cinco miligramas por litro);

c) Boro - 5.0mg/L (cinco miligramas por litro);

d) Cádmio - 0.2mg/L (dois décimos de miligrama por litro);

e) Chumbo - 0.5mg/L (cinco décimos de miligrama por litro);

f) Cianeto - 0.2mg/L (dois décimos de miligrama por litro);

g) Cobre - 1.0mg/L (um miligrama por litro);

h) Cromo hexavalente - 0.1mg/L (um décimo de miligrama por litro);

i) Cromo total - 5.0mg/L (cinco miligramas por litro);

j) Estanho - 4.0mg/L (quatro miligramas por litro);

k) Fenol - 0.5mg/L (cinco décimos de miligramas por litro);

l) Ferro solúvel (Fe⁺) - 15.0mg/L (quinze miligramas por litro);

m) Fluoretos - 10.0mg/L (dez miligramas por litro);

n) Manganês solúvel (Mn[±]) - 1.0mg/L (um miligramas por litro);

o) Mercúrio - 0.01mg/L (um centésimo de miligramas por litro);

p) Níquel - 2.0mg/L (dois miligramas por litro);

q) Prata - 0.02mg/L (dois centésimos de miligramas por litro);

r) Selênio - 0.02mg/L (dois centésimos de miligramas por litro);

s) Zinco - 5.0mg/L (cinco miligramas por litro).

VII - outras substâncias potencialmente prejudiciais, em concentrações máximas a serem fixadas, para cada caso, a critério da FEMAGO;

VIII - regime de lançamento contínuo de 24 (vinte e quatro) horas por dia, com variação máxima de vazão de cinquenta por cento da vazão horária média.

3. METODOLOGIA

Buscando aprimorar o conteúdo abordado, foi realizado uma revisão bibliográfica. Para a mesma foi utilizado livros disponibilizados pelo orientador, pela biblioteca da universidade e livros gratuitos disponíveis em plataformas on-line.

Como uma forma de controle e monitoramento da ETE/Anápolis, a SANEAGO realiza coleta de amostras do Córrego das Antas e do esgoto tratado. Sendo assim, foi protocolado um pedido dos dados coletados de janeiro de 2017 a janeiro de 2018.

Com os dados obtidos pela SANEAGO, fez-se o cálculo da mistura para diversos parâmetros do esgoto utilizando a equação geral dá mistura conforme a equação 1. Onde C_o é a concentração do constituinte na mistura (mg/L), C_1 é a concentração do constituinte no componente 1 imediatamente a montante do ponto de mistura (mg/L), C_2 é a concentração do constituinte no componente 2 imediatamente a montante do ponto de mistura, Q_1 é a vazão do componente 1 (m^3/s) e Q_2 é a vazão do componente (m^3/s)

$$c_o = \frac{Q_1 * c_1 + Q_2 * C_2}{Q_1 + Q_2} \quad (1)$$

Com os dados obtidos no esgoto e na mistura, realizou-se a análise se estes atendiam aos parâmetros exigidos de forma a não causar alterações no corpo receptor.

Para a verificação da eficiência da ETE-Anápolis no tratamento de coliformes totais, foi realizada a análise dos valores das amostras coletas afluente e efluente da ETE/Anápolis.

3.1 RESULTADOS DE PARAMETROS DA ETE/ANÁPOLIS

Conforme indicado anteriormente, a ETE Anápolis apresenta um sistema através de dois módulos paralelos de tratamento, apresentando em seus dados o resultado do módulo A e o resultado módulo B referentes a saída do esgoto tratado da ETE. Para a análise dos dados foi realizado uma média do resultado final dos dois módulos.

Para o cálculo foi adotado que o Córrego das Antas tem uma vazão de 1,5 m³/s, uma vez que a SANEAGO não tinha o dado disponível foi feita uma estimativa com profissionais da instituição e com o orientador, de forma a representar a pior situação de vazão do córrego. Conforme apresentando anteriormente, vazão média do esgoto é de 300 l/s ou 0,3m³/s.

3.1.1 Índices de pH

No Estado de Goiás, a lei Nº 8544, de 17 de outubro de 1978, que dispõe sobre a prevenção e controle da poluição do meio ambiente, determina que o lançamento de qualquer fonte poluidora só poderá ocorrer caso o pH apresente um valor entre 5,0 a 9,0. Para rios Classe II, o CONAMA determina que a variação do pH seja de 6,0 a 9,0.

Com os valores do pH encontrados nos módulos A e B no intervalo de fevereiro de 2017 a fevereiro de 2018, calculou-se a média mensal de pH dos dois módulos. Na Tabela 3, pode ser observado os valores de cada módulo e a média encontrada para o referido mês.

Com os dados obtidos pela SANEAGO e pela Tabela 3, foi possível calcular os valores de pH da mistura utilizando a equação 1.

Observando a Tabela 3, em todos os meses analisados os resultados apresentaram uma variação de pH entre 7,09 a 8,30. Portanto a ETE Anápolis apresenta valores de pH que estão dentro dos valores exigidos pela legislação de Goiás. Analisando a Tabela 4, os valores de pH do córrego após a mistura variam

entre 7,37 a 7,72 atendendo, portanto, a exigência do CONAMA. Portanto, todas as alterações de pH que ocorreram, estão de acordo com as normas ambientais, não ocasionando alterações significativas no corpo receptor.

Tabela 3 - Média do pH dos módulos A e B na saída da ETE.

Mês	Módulo A	Módulo B	Média pH Esgoto
fev/17	7,59	7,25	7,42
mar/17	7,68	7,94	7,81
abr/17	8,69	7,62	7,42
mai/17	7,52	7,61	7,57
jun/17	7,45	7,72	7,59
jul/17	7,56	7,67	7,62
ago/17	8,56	7,84	8,20
set/17	7,57	7,98	7,78
out/17	8,33	8,27	8,30
nov/17	8,31	7,90	8,11
dez/17	7,61	8,52	8,07
jan/18	7,90	8,06	7,98
fev/18	7,09	7,09	7,09

Fonte: Companhia de Saneamento de Goiás – SANEAGO, 2017.

Tabela 4 - Valores de pH da mistura.

Mês	pH Córrego	pH Esgoto	pH Mistura
mar/17	7,38	7,81	7,45
mai/17	7,33	7,57	7,37
jul/17	7,55	7,62	7,56
set/17	7,61	7,78	7,64
nov/17	7,64	8,11	7,72
jan/18	7,62	7,98	7,68

3.1.2 Temperatura

Entre os dados apresentados pela empresa SANEAGO, está a temperatura da amostra de esgoto. No Estado de Goiás, a lei Nº 8544, de 17 de outubro de 1978, que dispõe sobre a prevenção e controle da poluição do meio ambiente, determina que o lançamento de qualquer fonte poluidora só poderá ocorrer caso a temperatura da amostra seja inferior a 40°C.

A temperatura da amostra do esgoto tratado pode ser apresentada conforme a Tabela 5, onde apresenta a temperatura média no intervalo de fevereiro de 2017 a fevereiro de 2018, com exceção do mês de maio e outubro de 2017 que não foram coletados.

Analisando a Tabela 5 foi possível constatar que a temperatura de lançamento está dentro dos padrões exigidos, uma vez que o valor está abaixo do limite de 40°C.

Tabela 5 - Temperatura da amostra do esgoto tratado.

Temperatura da amostra do esgoto	
fev/17	27,0 °C
mar/17	28,5 °C
abr/17	29,0 °C
mai/17	-
jun/17	23,0 °C
jul/17	21,5 °C
ago/17	26,0 °C
set/17	26,5 °C
out/17	-
nov/17	29,0 °C
dez/17	29,0 °C
jan/18	27,5 °C
fev/18	27,5 °C

Fonte: Companhia de Saneamento de Goiás – SANEAGO, 2017.

3.1.3 DBO₅, OD e CO

No Estado de Goiás, a lei N° 8544, de 17 de outubro de 1978, que dispõe sobre a prevenção e controle da poluição do meio ambiente, determina que os afluentes de qualquer natureza somente poderão ser lançados em rios caso a DBO 5 dias a 20°C tenha um valor máximo de 60mg/L. Contudo o CONAMA determina que para um rio classe II o valor da DBO₅ deve ser menor que 5 mg/L O₂, podendo ser elevado, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura. Segundo o CONAMA o oxigênio dissolvido (OD) para rios classe II deve

ser superior a 5mg/l O₂, sendo este o mesmo valor determinado pela lei vigente no estado de Goiás.

Com os dados da DBO₅ do esgoto dos módulos A e B apresentado pela SANEAGO, calculou-se a média da DBO do esgoto conforme apresentado na Tabela 6.

Analisando média de DBO₅ do esgoto apresentado na Tabela 6, observa-se que os meses de junho e outubro de 2017 apresentaram valores superiores a 60mg/L, sendo este o limite máximo determinado pela legislação de Goiás.

Em relação a DBO₅, no padrão de lançamento, pode-se considerar que o sistema contempla com eficiência satisfatória atendendo a legislação Goiana, com exceção dos valores mencionados acima.

Tabela 6 - Média DBO₅ do esgoto.

Mês	DBO ₅ Módulo A	DBO ₅ Módulo B	Média DBO ₅ Esgoto	Unidade
fev/17	14,00	24,00	19,00	mg/L O ₂
mar/17	48,00	61,00	54,50	mg/L O ₂
abr/17	62,00	32,00	47,00	mg/L O ₂
mai/17	36,00	26,00	31,00	mg/L O ₂
jun/17	88,00	40,00	64,00	mg/L O ₂
jul/17	50,00	39,00	44,50	mg/L O ₂
ago/17	59,00	47,00	53,00	mg/L O ₂
set/17	37,00	50,00	43,50	mg/L O ₂
out/17	110,00	69,00	89,50	mg/L O ₂
nov/17	35,00	68,00	51,50	mg/L O ₂
dez/17	15,00	42,00	28,50	mg/L O ₂
jan/18	61,00	37,50	49,25	mg/L O ₂

Fonte: Companhia de Saneamento de Goiás – SANEAGO, 2017.

Utilizando-se a equação 1, calculou-se a DBO₅ da mistura conforme apresentado na Tabela 7.

Conforme citado anteriormente a SANEAGO realiza coleta de dados do Córrego das Antas de forma bimestral, permitindo que os cálculos fossem realizados a cada bimestre. No mês de novembro de 2017, não foi coletado a DBO da amostra do Córrego das Antas, impossibilitando o cálculo do mesmo.

Tabela 7 - DBO₅ da mistura.

Mês	DBO ₅ Córrego	DBO ₅ Esgoto	DBO ₅ Mistura	Unidade
mar/17	3,00	54,50	11,58	mg/L O ₂
mai/17	9,00	31,00	12,67	mg/L O ₂
jul/17	5,10	44,50	11,67	mg/L O ₂
set/17	2,00	43,50	8,92	mg/L O ₂
nov/17	-	51,50	-	mg/L O ₂
jan/18	3,40	49,25	11,04	mg/L O ₂

Fonte: A Autora, 2018.

Analisando a Tabela 7 foi possível observar que no intervalo de tempo estudado, a DBO₅ da mistura teve uma variação entre 8,92 mg/L O₂ a 12,67 mg/L O₂, apresentando, um valor superior ao de limite 5 mg/L O₂ determinado pelo CONAMA, alterando, portanto, a classe do Córrego das Antas, não atendendo, portanto, a legislação vigente.

A Tabela 8 apresenta os dados de OD coletados no período de março de 2017 a janeiro de 2018, sendo este coletado de forma bimestral.

Observando a média do oxigênio dissolvido na Tabela 8, o único mês analisado que teve a média de OD do efluente superior a 5 mg/L O₂ foi o mês de novembro de 2017, os outros meses analisados não atendem ao padrão estabelecido pela legislação de Goiás.

Calculou-se a concentração inicial de oxigênio no ponto de mistura (C_o), utilizando-se a equação 1 para o cálculo, os dados obtidos de C_o foram encontrados conforme a Tabela 9.

Tabela 8 - Oxigênio dissolvido (OD).

Mês	OD Módulo A	OD Módulo B	Média OD Esgoto	Unidade
mar/17	1,70	3,50	2,60	mg/L O ₂
mai/17	1,32	0,00	0,66	mg/L O ₂
jul/17	0,54	2,02	1,28	mg/L O ₂
set/17	0,87	4,08	2,48	mg/L O ₂
nov/17	10,59	1,98	6,29	mg/L O ₂
jan/18	5,06	3,29	4,18	mg/L O ₂

Fonte: Companhia de Saneamento de Goiás – SANEAGO, 2017.

Tabela 9 - Concentração inicial de oxigênio, no ponto de mistura.

Mês	Média OD Esgoto	OD Córrego	OD Mistura	Unidade
mar/17	2,60	6,90	6,18	mg/L O ₂
mai/17	0,66	5,01	4,29	mg/L O ₂
jul/17	1,28	7,57	6,52	mg/L O ₂
set/17	2,48	7,17	6,39	mg/L O ₂
nov/17	6,29	6,61	6,56	mg/L O ₂
jan/18	4,18	9,54	8,65	mg/L O ₂

Fonte: A Autora, 2018.

A concentração de oxigênio na mistura no córrego atende a indicação do CONAMA, com exceção do mês de maio de 2017 que apresenta um valor inferior aos 5 mg/L O₂ exigidos para rios classe II.

3.1.4 Fluoreto Total

No Estado de Goiás, a lei N^o 8544, de 17 de outubro de 1978, que dispõe sobre a prevenção e controle da poluição do meio ambiente, determina que os afluentes de qualquer natureza somente poderão ser lançados em rios caso o fluoreto total apresente uma concentração máxima de 10 mg/L F. Contudo o CONAMA determina que para um rio classe II o valor de fluoreto total não poderá ser superior a 1,4 mg/L F.

No período de um ano, a SANEAGO realizou apenas duas vezes a análise de fluoreto total das amostras coletadas. A Tabela 10 apresenta o valor médio de fluoreto obtido nas amostras de esgoto coletadas nos meses de março e setembro de 2017.

Tabela 10 - Fluoreto total do esgoto.

Mês	Fluoreto Módulo A	Fluoreto Módulo B	Fluoreto Médio	Unidade
mar/17	0,70	0,70	0,70	mg/L F
set/17	0,81	0,82	0,82	mg/L F

Fonte: Companhia de Saneamento de Goiás – SANEAGO, 2017.

Ao analisar os módulos A e B e sua média pode-se constatar nenhum apresenta um valor superior ao limite de 10 mg/L F determinado pela legislação de Goiás.

Com os dados obtidos pela SANEAGO, calculou-se o fluoreto total da mistura conforme apresentado na Tabela 10.

Na Tabela 11 pode-se observar que nenhuma amostra apresenta o valor de fluoreto na mistura superior ao limite de 1,4 mg/L F determinados pelo CONAMA.

Tabela 11 - Fluoreto total da mistura.

Mês	Fluoreto Esgoto	Fluoreto Córrego	Fluoreto Mistura	Unidade
mar/17	0,70	0,07	0,18	mg/L F
set/17	0,82	0,09	0,21	mg/L F

Fonte: Companhia de Saneamento de Goiás – SANEAGO, 2017.

3.1.5 Fósforo

Entre os dados coletados pela SANEAGO encontra-se os valores de fósforo obtidos nas amostras de esgoto coletadas nos meses de março, julho, setembro e novembro de 2017 e janeiro de 2018.

Tabela 12 - Fósforo Esgoto.

Mês	Fósforo Módulo A	Fósforo Módulo B	Fósforo Médio	Unidade
mar/17	6,30	2,60	4,45	mg/L P
jul/17	6,60	6,10	6,35	mg/L P
set/17	7,80	6,95	7,38	mg/L P
nov/17	5,90	7,60	6,75	mg/L P
jan/18	4,35	2,75	3,55	mg/L P

Fonte: Companhia de Saneamento de Goiás – SANEAGO, 2017.

Utilizando a média de fósforo do esgoto conforme apresentado na Tabela 12, calculou-se o valor de fósforo da mistura conforme apresentado na Tabela 13 utilizando a equação 1.

O CONAMA determina que para um rio classe II o valor de fósforo na mistura não poderá ser superior a 0,05 mg/L P, sendo assim, nenhum mês estudado apresenta valores de fósforo na mistura dentro dos padrões exigidos.

Tabela 13 - Fósforo Mistura.

Mês	Fósforo Esgoto	Fósforo Córrego	Fósforo Mistura	Unidade
mar/17	4,45	0,21	0,92	mg/L P
jul/17	6,35	0,11	1,15	mg/L P
set/17	7,38	0,01	1,24	mg/L P
nov/17	6,75	0,05	1,17	mg/L P
jan/18	3,55	0,18	0,74	mg/L P

3.1.6 Índice de Coliforme Total

A Tabela 14 apresenta os índices de coliforme total (ICT) obtidos em amostras do esgoto coletadas bimestralmente entre os meses de março de 2017 e janeiro de 2018.

No Estado de Goiás, a lei Nº 8544, de 17 de outubro de 1978, que dispõe sobre a prevenção e controle da poluição do meio ambiente, determina que os efluentes de qualquer natureza somente poderão ser lançados em rios classe II, caso o número mais provável (NMP) de coliformes seja de até 5.000 em 100 ml.

Tabela 14 - Índices de coliforme total obtidos em amostras do esgoto.

Mês	Índice de Coliforme Total no Módulo A	Índice de Coliforme Total no Módulo B	Média do Índice de Coliforme Total	Unidade
mar/17	$2,4 \times 10^5$	$2,4 \times 10^5$	$2,4 \times 10^5$	NMP/100ml
mai/17	$2,4 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$	NMP/100ml
jul/17	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	NMP/100ml
set/17	$6,4 \times 10^5$	$4,1 \times 10^5$	$5,3 \times 10^5$	NMP/100ml
nov/17	$4,1 \times 10^5$	$2,4 \times 10^6$	$1,4 \times 10^6$	NMP/100ml
jan/18	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	NMP/100ml

Fonte: Companhia de Saneamento de Goiás – SANEAGO, 2017.

Aplicando os dados obtidos na equação 1, foi possível calcular o índice de coliforme total da mistura para os meses analisados.

Tabela 15 - Índice de Coliforme Total na Mistura.

Mês	Média do Índice de Coliforme Total	Índice de Coliforme Total no Córrego	Índice de Coliforme Total na Mistura	Unidade
mar/17	$2,4 \times 10^5$	$2,4 \times 10^5$	$2,4 \times 10^5$	NMP/100ml
mai/17	$2,4 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$	NMP/100ml
jul/17	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	NMP/100ml
set/17	$5,3 \times 10^5$	$4,1 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	NMP/100ml
nov/17	$1,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	$2,2 \times 10^6$	NMP/100ml
jan/18	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	$2,4 \times 10^6$	NMP/100ml

O CONAMA não regulamenta o índice de coliforme total que um rio classe II deverá apresentar, sendo assim não houve parâmetros para a análise do índice de coliforme total na mistura.

Entre os dados coletados pela SANEAGO estava o índice de coliforme total no afluente possibilitando assim calcular a eficiência da ETE/Anápolis no tratamento do coliforme do esgoto. As Tabelas 16 e 17 apresenta a eficiência no tratamento do coliforme total no módulo A e no módulo B, respectivamente.

Analisando as Tabelas 16 e 17 fica evidente que a ETE/Anápolis apresenta um tratamento de coliforme ineficiente, apresentando em alguns meses uma ineficiência de até 100%.

Tabela 16 - Eficiência da ETE/Anápolis no tratamento de coliformes pelo módulo A.

Mês	Índice de Coliforme Total no Afluente (NMP/100ml)	Índice de Coliforme Total no Módulo A (NMP/100ml)	Eficiência (%)
mar/17	$1,1 \times 10^8$	$2,4 \times 10^5$	-100
mai/17	$1,2 \times 10^8$	$2,4 \times 10^4$	-100
jul/17	$1,4 \times 10^8$	$2,4 \times 10^6$	-98
set/17	$1,0 \times 10^8$	$6,4 \times 10^5$	-99
nov/17	$2,4 \times 10^8$	$4,1 \times 10^5$	-100
jan/18	$3,4 \times 10^7$	$2,4 \times 10^6$	-93

Tabela 17 - Eficiência da ETE/Anápolis no tratamento de coliformes pelo módulo B.

Mês	Índice de Coliforme Total no Afluente (NMP/100ml)	Índice de Coliforme Total no Módulo B (NMP/100ml)	Eficiência (%)
mar/17	$1,1 \times 10^8$	$2,4 \times 10^5$	-100
mai/17	$1,2 \times 10^8$	$2,4 \times 10^4$	-100
jul/17	$1,4 \times 10^8$	$2,4 \times 10^6$	-98
set/17	$1,0 \times 10^8$	$4,1 \times 10^5$	-100
nov/17	$2,4 \times 10^8$	$2,4 \times 10^6$	-99
jan/18	$3,4 \times 10^7$	$2,4 \times 10^6$	-93

3.1.7 Nitrato

Uma vez que não foram fornecidos os dados da análise do esgoto na ETE/Anápolis não foi possível calcular a equação da mistura, sendo assim, foi analisado o valor de nitrato em amostras coletadas a jusante da ETE/Anápolis no Córrego das Antas.

A Tabela 18 apresenta os valores de nitrato obtidos nas amostras coletas a montante e a jusante da ETE/Anápolis no Córrego das Antas.

O CONAMA determina que para um rio classe II, o limite máximo de nitrato deverá ser de 10 mg/L N. Analisando a Tabela 18 observa-se que o nitrato localizado a jusante da ETE/Anápolis (referente a mistura do Córrego das Antas com o esgoto tratado pela ETE), não apresenta nenhum valor superior a 10 mg/L N, atendendo, portanto, a exigência estabelecida pelo CONAMA.

Tabela 18 - Valores de Nitrato a montante e a jusante da ETE/Anápolis.

Mês	Nitrato a Montante (mg/L N)	Nitrato a Jusante (mg/L N)
jan/17	0,50	1,00
mar/17	2,00	1,90
mai/17	1,40	0,80
jul/17	1,50	1,50
set/17	1,60	1,70
nov/17	0,80	1,00
jan/18	0,90	0,40

Fonte: Companhia de Saneamento de Goiás – SANEAGO, 2017.

3.1.8 Nitrito

A Tabela 19 apresenta os valores de nitrito encontrado nas amostras coletadas a jusante e a montante do da ETE/Anápolis.

O CONAMA determina que o limite máximo de nitrato em um rio classe II é de 1,0 mg/L N, portanto ao analisar nitrito a jusante da ETE/Anápolis na Tabela 19 observa-se que todos os meses apresentados estão dentro do valor exigido.

Tabela 19 - Valores de Nitrito a montante e a jusante da ETE/Anápolis.

Mês	Nitrito a Montante (mg/L N)	Nitrito a Jusante (mg/L N)
jan/17	0,071	0,079
mar/17	0,057	0,086
mai/17	0,171	0,159
jul/17	0,047	0,057
set/17	0,030	0,074
nov/17	0,001	0,001
jan/18	0,020	0,020

Fonte: Companhia de Saneamento de Goiás – SANEAGO, 2017.

3.1.9 Sulfato Total

A Tabela 20 apresenta os valores de sulfato total encontrado nas amostras retiradas no Córrego das Antas a montante e a jusante da ETE/Anápolis nos meses de março e setembro de 2017.

Tabela 20 - Valores de sulfato total a montante e a jusante da ETE/Anápolis.

Mês	Sulfato Total a Montante (mg/L SO ₄)	Sulfato Total a Jusante (mg/L SO ₄)
mar/17	2,00	3,00
set/17	2,00	7,00

Fonte: Companhia de Saneamento de Goiás – SANEAGO, 2017.

O COMANA determina que para rio classe II, o limite máximo de sulfato total que o rio poderá conter é de 250 mg/L SO₄. Analisando os valores de sulfato total a

jusante da ETE/Anápolis na Tabela 20, os dois meses analisados apresenta um valor inferior ao exigido pelo CONAMA, respeitando assim a normas ambientas.

3.1.10 Sólidos Dissolvidos Totais

De acordo com o Conselho Nacional Do Meio Ambiente o limite máximo de sólidos dissolvidos totais que um rio classe II deverá conter é de 500 mg/L.

A Tabela 21 apresenta os valores de sólidos dissolvidos totais presentes nas amostras coletadas a jusante e a montante do Córrego das Antas nos meses de março e setembro de 2017.

Tabela 21 - Valores de sólidos dissolvidos totais (SDT) a montante e a jusante da ETE/Anápolis.

Mês	SDT a Montante (mg/L)	SDT a Jusante (mg/L)
mar/17	2,00	3,00
set/17	2,00	7,00

Fonte: Companhia de Saneamento de Goiás – SANEAGO, 2017

Analisando os dados encontrados de SDT a jusante da ETE na Tabela 21, foi possível observar que nos meses de março e setembro de 2017, os valores encontrados apresentaram valores de sólidos dissolvidos totais inferiores ao exigido pelo CONAMA, sendo assim atendida as leis ambientais.

4. CONCLUSÃO

Ao se considerar os estudos realizados pelo autor nesse trabalho, conclui-se que a ETE/Anápolis, em alguns parâmetros analisados, apresenta ineficácia no tratamento de esgoto doméstico de forma a não atender as leis ambientais vigentes. No tratamento de coliforme total, a ETE/Anápolis apresenta a ineficiência de 100% em alguns meses analisados. Analisando os dados fica evidente a alteração do corpo receptor.

Entre os dados analisados pode-se observar que parâmetros importantes como DBO₅, OD e CO apresentaram valores que não atende a norma vigente. Como dito anteriormente, a ETE/Anápolis possui tratamento preliminar, tratamento anaeróbio através de dois módulos com duas lagoas anaeróbias cada, tratamento aeróbio por dois módulos com uma lagoa facultativa aerada cada e polimento do efluente por meio de dois módulos com uma lagoa de sedimentação cada.

A reforma e ampliação da ETE/Anápolis prevista para 2020, trará melhorias ao tratamento, visando solucionar os problemas encontrados, aumentando assim, a eficiência da ETE/Anápolis. Entre as principais melhorias apresentadas está a implementação de um sistema terciário na ETE/Anápolis.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCUWEATHER. AccuWeather Anápolis, Brasil. **AccuWeather**, 2017. Disponível em:

<<https://www.accuweather.com/pt/br/anapolis/33337/month/33337?monyr=1/01/2017#>>. Acesso em: 07 ago. 2018.

BRASIL. Lei n. 8544, de 17 de out de 1978. **Prevenção e controle da poluição do meio ambiente**, Brasília,DF, out 1978.

BRASIL. Resolução n. 357, de 17 de mar. de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.**, Brasília,DF, mar 2005.

BRASIL. Resolução Nº 430, de 13 de maio de 2011, Brasília,DF, maio 2011.

CAPAZ, R. S.; NOGUEIRA, L. A. H. **Ciências ambientais para engenharia**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

CETESB. **SIGNIFICADO AMBIENTAL E SANITÁRIO DAS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS E DOS SEDIMENTOS E METODOLOGIAS ANALÍTICAS E DE AMOSTRAGEM**. São Paulo: SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2009.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. D. C. **Engenharia Ambiental - Conceitos, Tecnologia e Gestão**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

GIL, A. C. **MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA SOCIAL**. 4ª. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2008.

HELLER, L.; PÁDUA, L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 1ª. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

MACHADO, J. D. O. **DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO SÃO PEDRO: Um exercício acadêmico de Gestão dos Recursos Hídricos**. 1ª. ed. Juiz de Fora: Geographica, 2010.

MENDONÇA, S. R. **Lagoas de Estabilização e Aeradas Mecanicamente: Novos Conceitos**. 1ª. ed. João Pessoa: UFPB, 1990.

METCALF, ; EDDY, H. P. **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos**. 5ª. ed. São Paulo: McGraw Hill, 2016.

MOORE, J. T. **Química para Leigos**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2008.

PEREIRA, C. R. **GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE ANÁPOLIS-GO**. Dissertação (Dissertação em engenharia do meio ambiente) - UFG. Goiânia. 2007.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. 5ª. ed. São Paulo: Edusp, 2005.

SANEAGO. **MANUAL DO OPERADOR DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO**. 1ª. ed. Anápolis: SANEAGO, 1991.

SPERLING, M. V. **Lagoas de estabilização**. 1ª. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, v. 3, 1996.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, v. I, 2005.