



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

KAIQUE SILVA ESPIRITO SANTO

**MEDIDAS DE CONTROLE DE ODORES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
ESGOTO AURENY**

PALMAS

2019

KAIQUE SILVA ESPIRITO SANTO

**MEDIDAS DE CONTROLE DE ODORES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
ESGOTO AURENY**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel no Curso Superior de Engenheiro Civil
do Instituto Federal do Tocantins, Campus
Palmas.

Orientador: Me. Adriana S. A. Monteiro

**PALMAS
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

S237m Santo, Kaique Silva Espirito
Medidas de Controle de Odores da Estação de Tratamento de Esgoto
Aureny / Kaique Silva Espirito Santo. – Palmas, TO, 2019.
64 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus
Palmas, Palmas, TO, 2019.

Orientador: Me. Adriana Soraya Alexandria Monteiro

1. Controle de odores, ETE. 2. sobrecarga orgânica. 3. Estação de
Tratamento de Esgoto. I. Alexandria Monteiro, Adriana Soraya. II. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

KAIQUE SILVA ESPIRITO SANTO MEDIDAS DE CONTROLE DE ODORES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO AURENY

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do curso de Engenharia Civil
Instituto Federal do Tocantins - Campus Palmas,
como exigência à obtenção do grau em
Engenheiro Civil.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA AVALIADORA

Me. Adriana Soraya Alexandria Monteiro

Orientador

Dra. Alice Rocha de Souza

Dr. Marcelo Mendes Pedrosa

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Ao Instituto, seu corpo docente, direção e administração que me proporcionaram a oportunidade de fazer o curso.

A minha orientadora Prof. Me. Adriana Soraya Alexandria Monteiro, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A todos que de forma direta ou indireta fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

SANTO, K.S.E. **Medidas de Controle de Odores da Estação de Tratamento de Esgoto Aureny**. 2019. 64 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Palmas, 2019.

Com a ampliação das redes de coleta e tratamento de esgoto pelo país, novos desafios aparecem ante este cenário, o convívio de pessoas com a proximidade de Estações de Tratamento de Esgoto. O maior problema está na produção de maus odores oriundos de processos anaeróbios utilizados por organismos para digerir a matéria orgânica, o que causa desconforto para a vizinhança. Analisando dados de pesquisa chegou-se a conclusão que a ETE Aureny apresentou problemas de odores devido à elevada vazão de entrada na Estação de Tratamento, o que levou a uma sobrecarga orgânica do sistema. Cabe à empresa responsável pela ETE adotar medidas que não só melhore a eficiência do sistema de tratamento como também zele pela qualidade de vida dos moradores locais, tornando o controle de odores algo indispensável nos processos de tratamento de esgoto. Assim, neste trabalho foram estudados os sistemas implantados na unidade e feito o diagnóstico do problema do mau odor na ETE Aureny ou ETE Sul, como alguns já a nomeiam, baseado nos relatórios operacionais da unidade, onde se observou apenas a preocupação com a eficiência da unidade para atender ao CONAMA 430/2011, não se preocupando com a degradação das unidades implantadas, devido ao assoreamento, acúmulo de lodo sem descarga efetivo, ou com as reclamações da comunidade que margeiam a unidade, inclusive retrata também a falta de atuação efetiva do poder público, talvez devido à falta de informação, ou na impossibilidade de fazer cumprir as solicitações da sociedade em virtude de leis pouco eficientes e que deixam margem às situações como figura na região sul de Palmas, mais especificamente na ETE Aureny, ou ETE Sul, visto que a unidade recebe efluente das desativadas: ETE Santa Barbara, ETE Taquari, e também parte da vazão da ETE Prata.

Palavras-chave: ETE Aureny/ ETE Sul. Sobrecarga orgânica. Maus odores. Controle de Odores.

ABSTRACT

SANTO, K.S.E. **Odor Control Actions of Aureny Wastewater Treatment Plant**. 2019. 64 p. Final Paper - Bachelor of Civil Engineering - Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins. Palmas, 2019.

With the expansion of sewage systems across the country, new challenges appear in this scenario, the relief of people in the vicinity of sewage treatment plants. The biggest problem is in producing bad odors of anaerobic processes that organisms use to digest organic matter, which causes discomfort to a neighborhood. Analyzing research data, it was concluded that the ETE Aureny has odor problems due to the high inlet flow to the Treatment Plant, that has led to an organic overload of the system. It is up to the company responsible for the WWTP to adopt actions that do not affect the performance of the treatment system as well as the quality of life of local residents, making odor control something indispensable in the sewage treatment processes. Thus, in this work the systems deployed in the unit were studied and bad odor problems were diagnosed at the Aureny WWTP or South WWTP, as some already call the name, based on the unit's operational reports, which only use some risks with the use of the unit to comply with CONAMA 430/2011, do not worry about the degradation of the implanted units, due to siltation, sludge accumulation without effective discharge or with community complaints bordering on unity, including also the lack of effective power execution, perhaps due to lack of information, or the impossibility of executing society's requests due to inefficient laws and reducing the occurrence of situations such as in the southern region of Palmas, more specifically in the Aureny WWTP or the South WWTP, that the units receive effluent from the desactivated: Santa Barbara WWTP, Taquari WWTP and also part of the Prata WWTP flow rate.

Keywords: Aureny WWTP/ South WWTP. Organic Overload. Bad odors. Odor Control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de Esgotamento Sanitário	18
Figura 2 – Estação Elevatória de Esgoto	19
Figura 3 – Lagoa Anaeróbia	24
Figura 4 – Funcionamento de uma Lagoa Facultativa	25
Figura 5 – Lagoa de Maturação	26
Figura 6 – Lagoa Aerada Facultativa	27
Figura 7 – Lagoa Aerada de Mistura Completa	27
Figura 8 – Espectrômetro de Massa Quadrupolo	31
Figura 9 – Medidor de Gás Sulfídrico Gasalert Microclip XL.....	32
Figura 10 – Medidor de Gás Sulfídrico Jerome 631-X	32
Figura 11 – Mapa do Município de Palmas.....	34
Figura 12 – Localização da ETE Aurenny	35
Figura 13 – Hidrografia da Região	36
Figura 14 – Precipitação em Palmas.....	37
Figura 15 – Dados sobre a temperatura em Palmas.....	37
Figura 16 – Localização da ETE Aurenny	38
Figura 17 – Localização dos pontos de Coleta de amostras do corpo receptor.....	39
Figura 18 – Medidor de Gás Sulfídrico Altair 4x.....	40
Figura 19 – Locais de coleta de amostra	40
Figura 20 – Concentrações de DBO5 do corpo receptor no período de chuva	42
Figura 21 – Concentrações de DBO5 do corpo receptor no período de estiagem.....	42
Figura 22 – pH médio do efluente a 25 °C	43
Figura 23 – Temperatura média do efluente (°C).....	43
Figura 24 – DBO ₅ média do efluente (mg/L)	44
Figura 25 – Fósforo total do efluente (mg/L)	44
Figura 26 – Sólidos suspensos totais do efluente (mg/L).....	45
Figura 27 – pH do corpo receptor.....	45
Figura 28 – Temperatura do corpo receptor (°C)	46
Figura 29 – Oxigênio dissolvido no corpo receptor (mg/L).....	46
Figura 30 – DBO ₅ no corpo receptor (mg/L)	47
Figura 31 - Resultados da coleta de dados	48
Figura 32 - Mapa de percepção de odor	48
Figura 33 – Proximidade das residências com a ETE Aurenny	53

Figura 34 – EEE Aurenny atualmente	54
Figura 35 – Transbordamento EEE Aurenny	54
Figura 36 – Transbordamento EEE Aurenny	55
Figura 37 – Tapumes colocados na parte do muro que cedeu.....	55
Figura 38 - Pontos de Captação e Lançamento do Ribeirão Taquaruçu Grande.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vantagens e Desvantagens das lagoas de estabilização	22
Tabela 2 - Relação entre Carga Volumétrica e Temperatura de Lagoas Anaeróbias.....	23
Tabela 3: Limiar de odor dos compostos odoríferos associados com o esgoto não tratado.....	29
Tabela 4 - Efeitos da exposição ao Gás Sulfídrico (H ₂ S).....	30

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional de Águas

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

EEE – Estação Elevatória de Esgoto

OD – Oxigênio dissolvido

L/s – Litros por segundo

mg/L – Miligrama por litro

pH – Potencial Hidrogeniônico

UHL – Usina Hidrelétrica de Luiz Eduardo Magalhães

WWTP – Wastewater Treatment Plant

LISTA DE SIMBOLOS

$P(cv)$ = Potência (em c.v.)

γ = Peso específico do liquido (em kgf/m³)

Q = Vazão (em m³/s)

Hm = Altura de Recalque (em m)

n = Rendimento global do motor

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo Geral.....	17
2.2 Objetivos Específicos	17
3. REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Sistema de Esgotamento Sanitário	17
3.1.1 Rede coletora	18
3.1.2 Estação Elevatória	19
3.2 Lagoas de Estabilização.....	21
3.2.1 Lagoas Anaeróbias	22
3.2.2 Lagoas Facultativas	24
3.2.3 Lagoas de Maturação.....	25
3.2.4 Lagoas Aeradas.....	26
3.2.5 Lagoas de Sedimentação	27
3.3 Geração de Odores.....	28
3.4 Gás Sulfídrico	29
3.5 Medição de Odores	31
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	33
4.1 Caracterização da Área em estudo.....	33
4.1.1 Localização	33
4.1.2 Hidrografia.....	35
4.1.3 Clima	36
4.1.4 Informações ETE Aurenny	38
4.3 Coleta de Dados.....	39
4.4 Medidas adotadas na ETE Aurenny para controle de Odores.....	41
4.5 Alternativas para redução de odores	41

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
5.1 Resultados dos parâmetros do corpo receptor entre 2016 e 2017	41
5.2 Resultados dos parâmetros do efluente para o ano de 2018	42
5.3 Resultados dos parâmetros do corpo receptor entre 2018 e 2019	45
5.4 Resultados para a coleta de dados.....	47
5.5 Medidas que foram adotadas na ETE Aurenny	49
5.6 Aumento da Vazão de Operação	50
5.7 Alternativas que reduziram odores na ETE Aurenny.....	50
6. CONCLUSÕES	52
6.1 Proximidade da ETE com as residências.....	52
6.2 Extravasamentos na Elevatória	53
6.3 Elevada DBO₅ no corpo receptor	55
6.4 Ausência de resultados no medidor de gás sulfídrico	56
6.5 Medidas adotadas visam apenas o aumento da eficiência da ETE	56
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	57
REFERÊNCIAS	59

1. INTRODUÇÃO

O primeiro registro de saneamento no Brasil ocorreu em 1561, quando o fundador Estácio de Sá mandou escavar o primeiro poço para abastecer o Rio de Janeiro. Na capital, o primeiro chafariz foi construído em 1744. No período colonial, ações de saneamento eram feitas de forma individual, resumindo-se à drenagem de terrenos e instalação de chafarizes (BARROS, 2017).

Ao longo da história do saneamento no Brasil surgiram fatores que dificultaram o seu desenvolvimento. Como cita Barros (2017), a falta de planejamento adequado, o volume insuficiente de investimentos, a deficiência na gestão das companhias de saneamento e a baixa qualidade técnica dos projetos com a dificuldade para obter financiamentos e licenças para as obras eram alguns exemplos dessas dificuldades enfrentadas na época.

Na década de 40, teve início a comercialização dos serviços de saneamento, assim surgem as autarquias e mecanismos de financiamento para o abastecimento de água, com a influência de órgãos públicos da época, como o Serviço Especial de Saúde Pública (SESP), denominada atualmente de Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Para minimizar os problemas que surgiam ao longo dos anos, criaram-se diretrizes de implementação, medidas e infraestruturas para o saneamento básico no Brasil. Em 1971, foi instituído o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA). Outro grande obstáculo que existiu durante anos foi a disputa entre governos federal, estadual e municipal sobre quem deveria gerenciar essas diretrizes (BARROS, 2017).

Em Janeiro de 2007 entrou em vigor no Brasil a lei 11.445/2007, conhecida como lei do Saneamento Básico, que estabelece diretrizes nacionais a política federal de saneamento. Dentre seus principais pontos estão a universalização do acesso ao saneamento básico e a definição de competências nas esferas municipal, estadual e federal da administração pública, para assegurar a disponibilidade de tais serviços juntamente com a parceria de empresas privadas (BRASIL P. d., 2007).

Mesmo passando vários anos após a promulgação da lei do Saneamento Básico, o Brasil ainda está muito distante do ideal para com o tratamento de esgoto. Os dados mais recentes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) referentes a 2015,

divulgados em janeiro de 2017, apenas 50,3% dos brasileiros têm acesso à coleta de esgoto, o que significa que mais de 100 milhões de pessoas utilizam medidas alternativas para lidar com os dejetos – seja através de uma fossa, ou seja, jogando o esgoto diretamente em rios (VELASCO, 2017).

Desde a criação do estado do Tocantins, a administração do saneamento básico na cidade de Palmas, e demais municípios já passou por várias empresas. De acordo com (BRASIL P. M., 2017, p. 61):

“O município Palmas, como os demais municípios do norte do estado de Goiás, era abastecido pela Companhia de Saneamento de Goiás. Após a criação do Estado do Tocantins, e o consequente desmembramento da Companhia de Saneamento de Goiás – SANEAGO, foi criada a SANEATINS - Companhia de Saneamento do Tocantins, de domínio do estado, porém com o objetivo de desenvolver os serviços de saneamento no novo Estado, em 1998 o Governo do Tocantins buscou uma parceria societária estratégica com a iniciativa privada, tornando a Saneatins uma empresa com gestão privada. Em janeiro de 2012, tendo como controladora a Odebrecht Ambiental e participação do FI FGTS (Fundo de Investimentos do Fundo de Garantia Por Tempo de Serviço). Em maio de 2017 a BRK Ambiental assumiu a operação do Município de Palmas, sendo atualmente a maior empresa privada de saneamento do país e está presente em mais de 180 municípios brasileiros.”

Quanto à concepção do Sistema de Esgoto Sanitário, ele pode ser subdividido em origem, transporte, tratamento e destino. Com cada fase, possuindo suas próprias especificações. O esgoto é gerado com o abastecimento de água, dessa forma, sua medida resulta da quantidade de água consumida, considerando o percentual referente às perdas no sistema de distribuição, e a quantidade infiltrada durante o transporte.

O transporte do efluente é realizado através da rede de esgoto, aonde tubulações subterrâneas conduzem o efluente na maior parte do tempo por meio da gravidade. Devido aos aspectos planialtimétricos, e a existência de declividade no terreno, ou pela necessidade de se transpor uma elevação, é necessário bombear o efluente de um nível mais baixo para um mais elevado. O bombeamento é realizado através das Estações Elevatórias de Esgoto (EEE). As EEE são constituídas de um conjunto de motor e bomba hidráulicos além das tubulações hidráulicas, que elevam a cota do esgoto até o ponto em que a gravidade possa ser responsável pelo prosseguimento até o seu destino. São usadas em trechos onde não é possível ou não é

viável a utilização do esgotamento por gravidade. Geralmente as Estações Elevatórias são utilizadas em proximidades de córregos e rios (NUVOLARI, 2003).

Para o tratamento do efluente, existem várias técnicas que podem ser empregadas, como por exemplo: as lagoas de estabilização, sistemas de lodo ativado; reatores UASB; filtros biológicos e muitas vezes a combinação destes processos geram sistemas bem eficientes. Assim, para a escolha do processo de tratamento mais adequado para cada situação, devem ser observadas características de cada região, variações de temperatura durante o ano, o regime de chuvas, a irradiação solar, a disponibilidade de área, a hidrografia, o relevo, a vazão de entrada no sistema, características do efluente, entre outras (OLIVEIRA, 2004).

Quanto ao destino do efluente tratado, a maior parte das vezes são cursos naturais de água, o oceano ou até mesmo, a disposição no solo. A reutilização da água é uma tendência mundial, na qual o Brasil aos poucos incorpora. O emprego da água de reuso na agricultura pode ser uma estratégia bastante eficaz para preservar os recursos hídricos e diminuir sua utilização indiscriminada, haja vista que essa atividade econômica é a que mais emprega água em seu processo produtivo, com cerca de 70% de todo o consumo realizado no mundo (PENA, 2015).

Com o crescimento das cidades e menor oferta de áreas para a criação de loteamentos, somada à expansão dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto, deu origem a um novo problema social, o convívio de pessoas nas proximidades de Estações de Tratamento de Esgoto. Na fase de planejamento da cidade, uma área é destinada às instalações sanitárias, que geralmente possui um grande afastamento do perímetro urbano. Com a expansão urbana áreas que antes eram consideradas menos atraentes, passam a ser uma opção viável, como ocorre nas regiões circundantes às Estações de Tratamento de Esgoto, que em alguns casos, podem gerar reclamações da vizinhança se o controle de odores não for devidamente implantado.

Em Palmas, existem atualmente três estações de tratamento de esgoto em funcionamento, são elas: ETE Aurenny, ETE Norte e ETE Santa Fé. O objetivo deste trabalho é trazer uma abordagem técnica sobre a produção de odores na ETE Aurenny, motivado pelas constantes reclamações de moradores locais, identificando o problema, e propondo alternativas para solucioná-lo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Identificar a origem do mau odor presente na Estação de Tratamento de Esgoto Aurenny.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o efluente lançado no corpo receptor
- Coletar dados das concentrações de gases odoríferos nas regiões circundantes à Estação de Tratamento de Esgoto.
- Verificar as medidas adotadas na ETE Aurenny para redução de odores.
- Propor alternativas para a redução de odores.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Sistema de Esgotamento Sanitário

A (ABNT, 1986, p. 1) define Sistema de Esgoto Sanitário como:

“O conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar, somente esgoto sanitário, a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro”.

A maior parte da água tratada que abastece uma residência retornará do imóvel na forma de água servida, cujo nome é esgoto. Essa água foi utilizada para diversos fins, como por exemplo: tomar banho, lavar louças e roupas, escovar os dentes, dar descarga etc.; e teve suas características alteradas, dessa forma é necessário que o esgoto passe por um processo de tratamento para que se devolva à natureza um líquido que não polua ou contamine o meio ambiente (CESAN, 2013).

De acordo com (TSUTIYA & SOBRINHO, 2000, p. 3), o sistema de esgotamento sanitário pode ser classificado em três tipos:

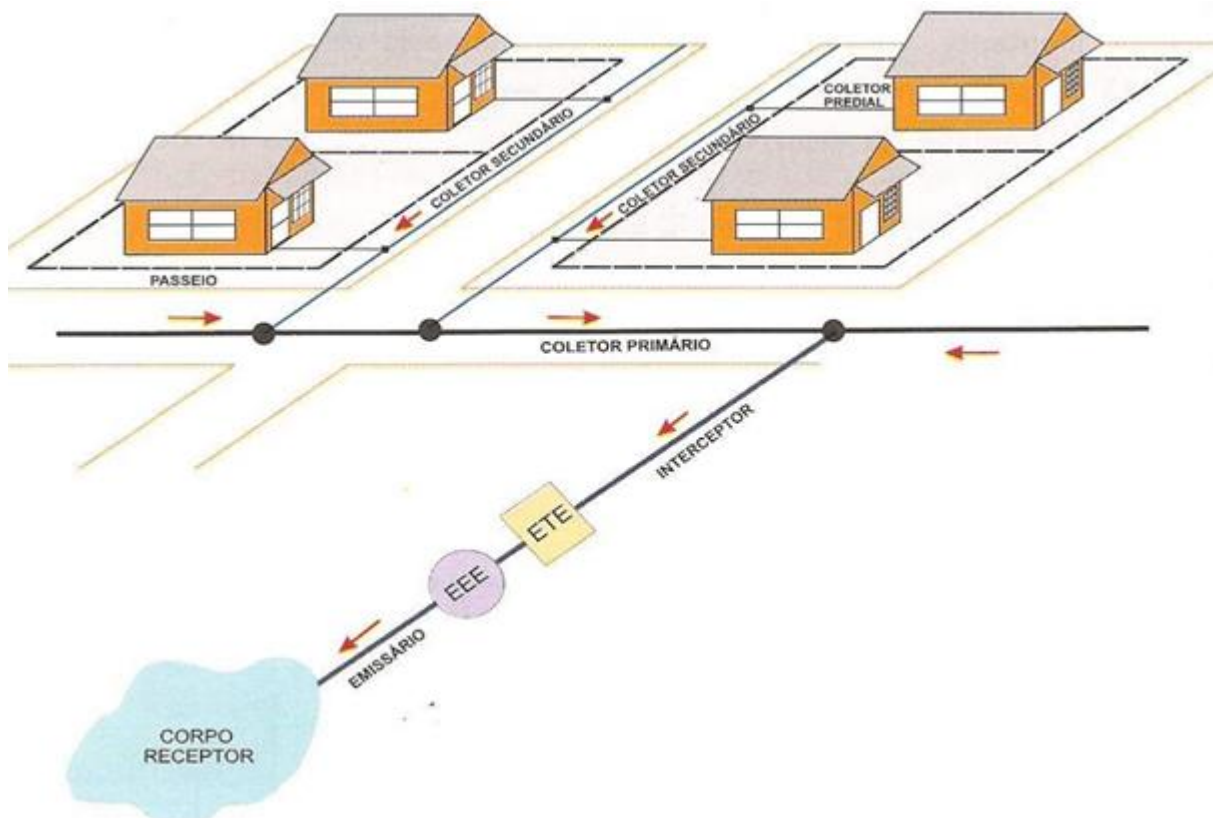
“Sistema de esgotamento unitário, ou sistema combinado, em que as águas residuárias (domésticas e industriais), águas de infiltração (água de subsolo que penetra no sistema através de tubulações e órgãos acessórios) e águas pluviais veiculam por um único sistema.”

“Sistema de esgotamento separador parcial, em que uma parcela das águas de chuva, provenientes de telhados e pátios das economias são encaminhadas juntamente com as águas residuárias e águas de infiltração do subsolo para um único sistema de coleta e transporte dos esgotos.”

“Sistema separador absoluto, em que as águas residuárias (domésticas e industriais) e as águas de infiltração (água do subsolo que penetra através das tubulações e órgãos acessórios), que constituem o esgoto sanitário, veiculam em um sistema independente, denominado sistema de esgoto sanitário. As águas pluviais são coletadas e transportadas em um sistema de drenagem pluvial totalmente independente.”

O sistema de esgotamento sanitário é constituído pela rede coletora, estação elevatória, estação de tratamento e o corpo receptor, como demonstrado na Figura 1.

Figura 1 – Sistema de Esgotamento Sanitário



Fonte: (LOPES, 2017)

3.1.1 Rede coletora

Rede coletora é o “conjunto constituído por ligações prediais, coletores de esgoto, e seus órgãos acessórios (ABNT, 1986, p. 1)”.

É responsável pelo transporte do efluente da fonte produtora até as estações de tratamento, por meio da gravidade, ou utilizando Estações Elevatórias em trechos onde não for possível utilizar a força gravitacional como forma de transporte.

3.1.2 Estação Elevatória

Conforme a (ABNT, NBR 12208, 1992, p. 1) Estação elevatória é:

A instalação que se destina ao transporte do esgoto do nível do poço de sucção das bombas ao nível de descarga na saída do recalque, acompanhando aproximadamente as variações da vazão afluente.

As vazões que serão consideradas no dimensionamento das elevatórias de esgoto são as conduzidas pelos coletores afluentes ao poço de tomada da elevatória, cabendo às bombas selecionadas a incumbência de compatibilizar a variação que caracteriza tal afluência, com a vazão de saída da elevatória (NUVOLARI, 2003).

A Figura 2 apresenta o esquema do funcionamento de uma estação elevatória de esgoto. O efluente chega através do emissário, passa pelo gradeamento para retirada dos sólidos de maior dimensão, e também pela caixa de areia e controle de vazão, assim cai no poço de sucção onde é recalçado pelas bombas e destinado à estação de tratamento.

Figura 2 – Estação Elevatória de Esgoto



Fonte: (BENEVENTI, 2011)

- 1- Emissário
- 2- Gradeamento, caixa de areia e controle de vazão
- 3- Poço de Sucção
- 4- Bombas de Recalque

A elevação do líquido corresponde ao trabalho necessário para transportá-lo de um nível inferior para um superior através das tubulações, empregando um sistema elevatório composto essencialmente de: tubulação de sucção, conjunto motor-bomba e tubulação de recalque (NUVOLARI, 2003).

O conjunto motor-bomba pode ser dimensionado de acordo com a Equação 5.1.

$$P(cv) = \frac{\gamma \cdot Q \cdot Hm}{75 \cdot \eta} \quad (5.1)$$

Devem ser previstos pelo menos dois conjuntos motor-bomba, cada um com capacidade para recalcar a vazão máxima, sendo um deles reserva; no caso de mais de dois conjuntos, o reserva instalado deve ter capacidade igual à do conjunto de maior vazão; quando são adotadas bombas de rotação constante, recomenda-se que os conjuntos motor-bomba sejam iguais (ABNT, NBR 12208, 1992). Dessa forma assegura-se o funcionamento da Estação Elevatória caso o primeiro conjunto motor-bomba apresente defeito, ou em período de manutenção do mesmo.

Outro fator que deve ser levado em conta em uma Estação Elevatória, e que está diretamente ligado à produção de odores é o tempo de detenção hidráulico, que representa a relação entre o volume efetivo e a vazão média de início de plano, deve ser o menor possível e, portanto, eventuais folgas nas dimensões do poço de sucção devem ser eliminadas. O maior valor recomendado é de 30 minutos (ABNT, NBR 12208, 1992).

Para a redução do tempo de detenção hidráulico, nas Estações Elevatórias, podem ser utilizados inversores de frequência.

De acordo com (PEDROSA, 2015, p. 38) inversor de frequência é:

“Um dos equipamentos mais utilizados para o acionamento e controle de motores de indução trifásicos é o inversor de frequência. Trata-se de equipamentos eletrônicos que permitem um acionamento de velocidade variável, por meio de controle de tensão e da frequência aplicadas aos motores, ou seja, os inversores de frequência acoplados ao conjunto motor-bomba têm a função de controlar a velocidade de rotação dos motores elétricos a corrente alternada.”

A adoção dos inversores de frequência em bombas de recalque das Estações Elevatórias de Esgoto é uma alternativa para a redução do tempo de detenção hidráulica, desta forma, mitigando a geração de gases que podem causar mau odor.

3.2 Lagoas de Estabilização

Lagoas de estabilização é um sistema de tratamento de esgoto cujo objetivo é a remoção da matéria carbonácea, através da atividade interativa de bactérias e algas (VON SPERLING, 2002). Elas se constituem de grandes reservatórios de pequena profundidade geralmente delimitados por diques de terra, paredes de alvenaria ou escavados no próprio terreno (SILVA S. A., 1982 e MARA, 1976). Vários autores apontam tal método de tratamento como mais adequado aos países em desenvolvimento de regiões tropicais e subtropicais, pois há disponibilidade de área próxima às cidades e a ação natural do calor e da luz solar aceleram o crescimento de microrganismos, favorecendo a degradação biológica da matéria orgânica. (MARA, 1976; SILVA, 1982; ARTHUR, 1983; MARA & PEARSON, 1986; PEARSON, 1987 e DE OLIVEIRA, 1990).

As lagoas de estabilização podem ser classificadas em: Lagoa anaeróbia; Lagoa facultativa; Lagoa aerada facultativa; Lagoa aerada de mistura completa; Lagoa de maturação e Lagoa de Sedimentação. A Tabela 1 apresenta as principais vantagens e desvantagens dos sistemas de lagoas de estabilização existentes.

Tabela 1 - Vantagens e Desvantagens das lagoas de estabilização

Sistema	Vantagens	Desvantagens
Lagoa facultativa	• Satisfatória eficiência na remoção de DBO • Razoável eficiência na remoção de patógenos • Construção, operação e manutenção simples • Reduzidos custos de implantação e operação • Ausência de equipamentos mecânicos • Requisitos energéticos praticamente nulos • Satisfatória resistência a variações de carga • Remoção de lodo necessária apenas após períodos superiores a 20 anos	• Elevados requisitos de área • Dificuldade em satisfazer padrões de lançamentos restritivos • A simplicidade operacional pode trazer o descaso na manutenção (crescimento da vegetação) • Possível necessidade de remoção de algas do efluente para o cumprimento de padrões rigorosos • Performance variável com as condições climáticas (temperatura e insolação) • Possibilidade do crescimento de Insetos
Sistema de lagoa anaeróbia – lagoa facultativa	• Idem lagoas facultativas • Requisitos de área inferiores as das lagoas facultativas únicas	• Idem lagoas facultativas • Possibilidade de maus odores nas lagoas anaeróbias • Necessidade de um afastamento razoável as residências circunvizinhas • Necessidade de remoção contínua ou periódica (intervalo de alguns anos) do lodo da lagoa anaeróbia
Lagoa aerada facultativa	• Construção, operação e manutenção relativamente simples • Requisitos de área inferiores aos sistemas de lagoas facultativas e anaeróbio-facultativas • Maior independência das condições climáticas que os sistemas de lagoas facultativas e anaeróbio-facultativas • Satisfatória resistência a variações de carga • Reduzidas possibilidades de maus odores	• Introdução de equipamentos • Ligeiro aumento no nível de sofisticação • Requisitos de área ainda elevados • Requisitos de energia relativamente elevados • Baixa eficiência na remoção de coliformes • Necessidade de remoção continua ou periódica (2 a 5 anos) do lodo
Sistema de lagoa aerada de mistura completa – lagoa de decantação	• Idem lagoas aeradas facultativas • Menores requisitos de área de todos os sistemas de lagoas	• Idem lagoas aeradas facultativas (exceção: requisitos de área) • Preenchimento rápido da lagoa de decantação com o lodo (2 a 5 anos) • Necessidade de remoção contínua ou periódica (2 a 5 anos) do lodo
Lagoa – lagoa de maturação	• Idem sistema de lagoas precedente • Elevada eficiência na remoção de patógenos • Razoável eficiência na remoção de nutrientes	• Idem sistema de lagoas precedente • Elevados requisitos de área

Fonte: (VON SPERLING, 2002)

3.2.1 Lagoas Anaeróbias

As lagoas anaeróbias são reconhecidas por receberem uma elevada carga orgânica (100 a 400g DBO₅/m³.dia) (MARA,1976; ARTHUR,1983), e como em outros reatores anaeróbios, não ocorre a produção de oxigênio através da fotossíntese (OSWALD, 1968),

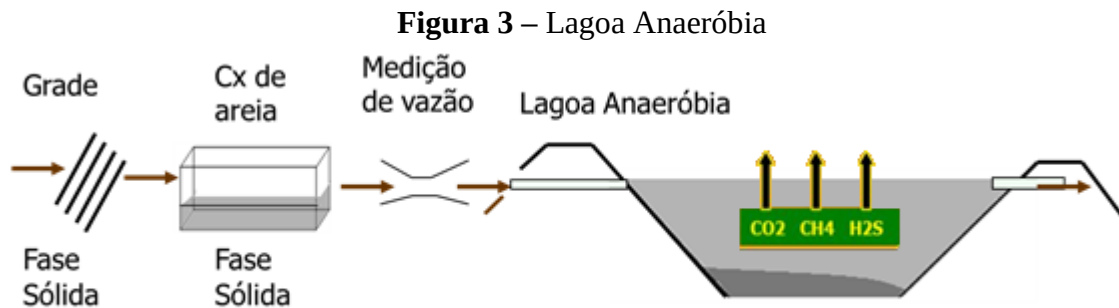
dessa forma, toda a lagoa funciona na ausência de oxigênio, por esse motivo, o efluente proveniente das lagoas anaeróbias não pode ser lançado diretamente no corpo receptor, sendo necessário passar por outra lagoa, geralmente facultativa, para atender aos critérios de lançamento. “Como se sabe os processos anaeróbios são mais lentos e começam a ter um rendimento mais compatível, a partir de temperaturas na faixa de 25 a 35 C°, o que é bastante comum em grande parte do território brasileiro” (NUVOLARI, 2003). A Tabela 2, apresenta a carga volumétrica e a remoção de DBO em função da temperatura, indicada por (MARA & PEARSON, 1986).

Tabela 2 - Relação entre Carga Volumétrica e Temperatura de Lagoas Anaeróbias		
Temperatura (C°)	Carga Volumétrica (g DBO₅/m³.dia)	Remoção de DBO (%)
<10	100	40
10-20	20T-100	2T+20
20	300	≥60

Fonte: (MARA & PEARSON, 1986)

O uso de lagoas anaeróbias sempre causa preocupações devido à geração de maus odores, entretanto o mesmo pode ser atenuado com a adoção de uma carga orgânica apropriada ainda na fase de projeto, pois ao utilizar uma carga orgânica excessiva a determinado projeto, a lagoa passa a não ter o desempenho esperado. Além disso, o teor de sulfato do esgoto bruto deve ser inferior a 300mg/L, assim haverá urna produção de sulfetos que não deve ser problemática (em condições anaeróbias, o sulfato é reduzido a sulfeto). Adicionalmente, caso o pH na lagoa esteja próximo à neutralidade, a maior parte dos sulfetos estará presente na forma do íon bissulfeto (HS⁻), que não gera odores (MARA, Waste stabilization ponds: a viable alternative for small community treatment systems, 1992). Esgotos com baixos valores de pH (advindos de efluentes industriais, águas de abastecimento brandas, com baixa alcalinidade, elevada acidez e sem correção de pH) podem induzir a problemas de maus odores. Por essas razões, o uso do sistema australiano (lagoa anaeróbia procedida de lagoas facultativas) é normalmente localizado onde é possível haver um grande afastamento das residências (durante todo o horizonte de operação das lagoas) (VON SPERLING, 2002).

A Figura 3 apresenta o esquema de funcionamento de uma lagoa anaeróbia, onde o efluente é degradado pela ação de bactérias anaeróbias em compostos mais simples, que são liberados para a atmosfera.



Fonte: (VON SPERLING, 2002)

3.2.2 Lagoas Facultativas

As lagoas facultativas são classificadas como lagoas facultativas primárias quando recebem efluente bruto submetido previamente a um tratamento preliminar, e secundárias quando recebem efluente de um decantador primário ou de uma unidade de tratamento biológico como tanque séptico ou lagoa anaeróbia (ELLIS, 1983; PEARSON, 1987).

De acordo com (NUVOLARI, 2003, p. 358), nas lagoas facultativas:

“As bactérias aeróbicas irão degradar a matéria orgânica solúvel, presente no esgoto, consumindo o oxigênio livre disponível na água e resultando como subprodutos; água, gás carbônico e nutrientes (NH_3 , PO_4^{3-} etc.). Por sua vez, as algas consumirão os nutrientes e o gás carbônico, utilizando a luz do sol como fonte de energia para realizar a fotossíntese e irão liberar como subproduto o oxigênio (necessário às bactérias), fechando assim o circuito.”

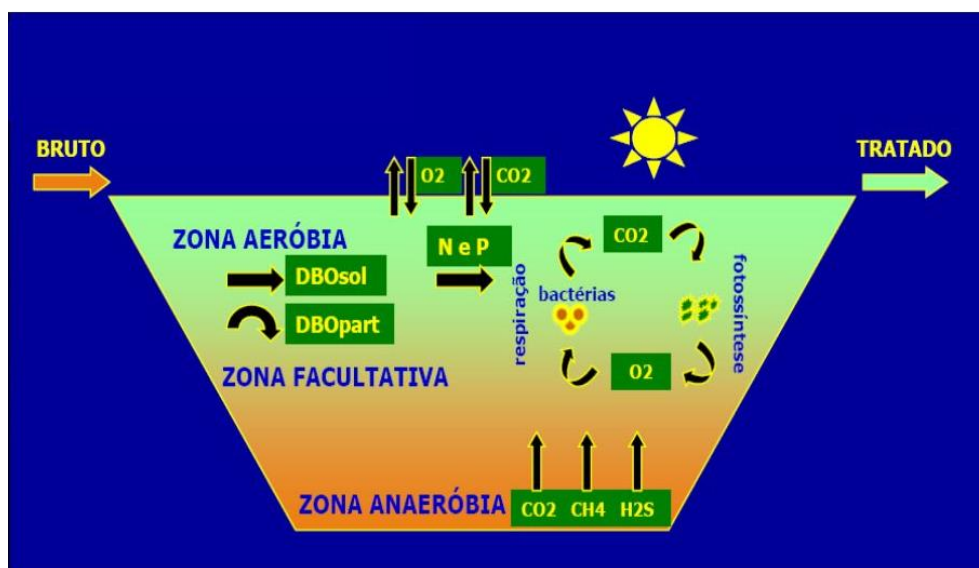
Lagoas facultativas são lagoas de pouca profundidade, que podem variar de 1,0 a 2,0 metros (MARA, 1976 e MARA & PEARSON, 1986), geralmente sua profundidade é de 1,5 metros, dessa forma, permite-se a existencia de ambas os seres responsaveis pela degradação da matéria organica, bactérias aeróbias e anaeróbias, num mesmo reator.

Em decorrência da intensa radiação solar, durante as horas iluminadas do dia ocorre o fenômeno da estratificação térmica na coluna líquida da lagoa. Segundo (MARA, 1976), temperaturas entre 30 e 35 °C, ou mais elevadas (ELLIS, 1983), podem ser medidas na camada de 30 a 50 cm abaixo da superfície do líquido, causando menores densidades no nível superior da lagoa caracterizando a estratificação térmica, que pode ser reduzida pela ação do

vento (MARAIS, 1974; MARA, 1976; 1977; SILVA, 1982; ELLIS, 1983). O curto-circuito surge como uma séria consequência da estratificação térmica, levando a uma considerável redução do tempo de detenção hidráulica da água residuária na lagoa. À noite, em muitas situações, os níveis superficiais perdem calor mais rapidamente que os níveis inferiores, levando à ocorrência de mistura por convecção (SILVA S. A., 1982). Essa mistura muitas vezes pode levar consigo gases que antes estavam retidos na parte inferior da lagoa, como é o caso do H_2S , que pode acarretar em maus odores.

Durante o dia, a luz do sol penetra apenas até certa profundidade nas lagoas de estabilização, que pode variar dependendo de fatores como: a temperatura, o grau de turbidez da água e o nível de insolação. Desta forma esses fatores influenciam diretamente na produção de oxigênio pelas algas. Não há proliferação de algas na parte mais profunda dessas lagoas. A Figura 4 apresenta um esquema do funcionamento das lagoas de estabilização facultativas.

Figura 4 – Funcionamento de uma Lagoa Facultativa

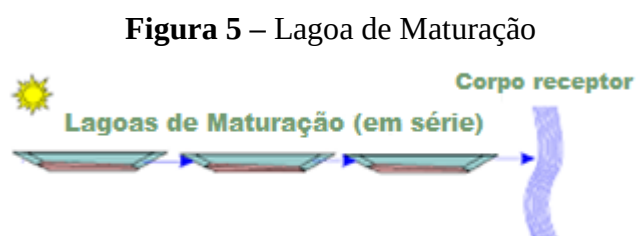


Fonte: (JUNIOR, 2017)

3.2.3 Lagoas de Maturação

As lagoas de maturação são lagoas com alto nível de oxigênio e de baixa profundidade que recebem efluentes de unidades de tratamento como lagoas facultativas, lagoas de maturação em série ou de outros tipos de tratamentos (MARA & PEARSON, 1986; DE OLIVEIRA, 1990). Por apresentarem menor turbidez que as outras lagoas permitem que a luz solar penetre mais profundamente favorecendo a fotossíntese de algas e cianobactérias,

melhorando a distribuição de oxigênio dissolvido ao longo da coluna líquida. Por outro lado, como a carga orgânica aplicada é reduzida, o menor teor de nutrientes não favorece o sustento de grandes populações de organismos heterotróficos (PEARSON, 1987; DE OLIVEIRA, 1995). O objetivo principal da lagoa de maturação é a remoção de organismos patogênicos. Nas lagoas de maturação predominam condições ambientais adversas para bactérias patogênicas, como radiação ultravioleta, elevado pH, elevado OD, temperatura mais baixa que a do corpo humano, falta de nutrientes e predação por outros organismos. (VON SPERLING, 2002). Como desvantagem, devido à baixa carga orgânica superficial que é aplicada, requer uma grande extensão de área, muitas vezes, com mais de uma lagoa formando um sistema. A Figura 5 é uma representação de um sistema de lagoas de maturação em série.



Fonte: (VON SPERLING, 2002)

3.2.4 Lagoas Aeradas

As Lagoas Aeradas caracterizam-se pela elevada presença de oxigênio, originado a partir de métodos artificiais, com a utilização de aeradores mecânicos. A remoção de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) nas lagoas aeradas é menor se comparado com outros tipos de lagoas. Existem dois tipos de lagoas aeradas, as lagoas aeradas facultativas e as lagoas aeradas de mistura completa.

Nas lagoas aeradas facultativas, o oxigênio suprido é obtido a partir da utilização de aeradores, diferentemente das lagoas facultativas que obtém oxigênio a partir da fotossíntese de algas e cianobactérias. Neste caso, parte da biomassa sedimenta no fundo da lagoa onde ocorre decomposição anaeróbia, ao contrário da camada superior da lagoa que apresenta comportamento aeróbio (VON SPERLING, 2002; NUVOLARI, 2003). A Figura 6 consiste em uma representação de um sistema de lagoa aerada facultativa.

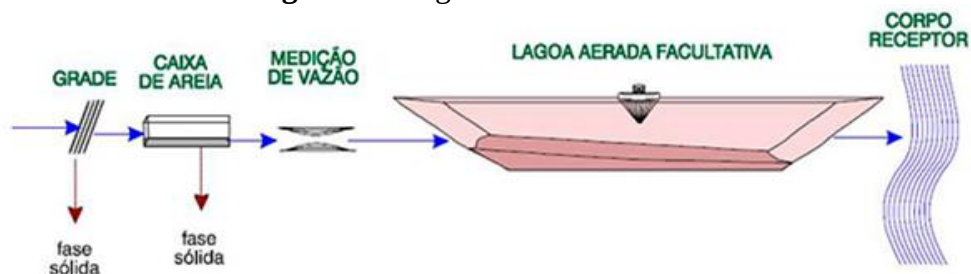
Lagoas aeradas de mistura completa são essencialmente aeróbias, nelas toda a biomassa é mantida em suspensão, o efluente oriundo dessas lagoas não é adequado para lançamento direto, necessitando de uma lagoa de decantação para a remoção dos sólidos em

suspensão (NUVOLARI, 2003). A área requerida para a implantação deste tipo de lagoa é a menor de todas as lagoas de estabilização, e por não haver processos anaeróbios, a possibilidade de maus odores é extremamente reduzida, entretanto o lodo produzido pela atividade aeróbia tende a se acumular rapidamente, sendo necessário a sua remoção a cada período de 1 a 5 anos (VON SPERLING, 2002). Como desvantagem está a complexidade na implantação do maquinário e a grande demanda energética para o funcionamento dos aeradores. A Figura 7 apresenta o esquema de um sistema de lagoa aerada de mistura completa.

3.2.5 Lagoas de Sedimentação

As lagoas de sedimentação também conhecidas como lagoas de decantação, permitem a sedimentação dos sólidos contidos no efluente que já passou pela lagoa aerada, armazenando-o por longos períodos até ser removido (BRITO, DA SILVA, DA SILVA, & DE LIMA, 2015). Essas lagoas necessitam de um sistema que facilite a remoção do lodo acumulado, pois ele deve ser retirado em períodos de poucos anos (VON SPERLING, 2002). A Figura 7 também apresenta uma lagoa de sedimentação.

Figura 6 – Lagoa Aerada Facultativa



Fonte: (VON SPERLING, 2002)

Figura 7 – Lagoa Aerada de Mistura Completa



Fonte: (VON SPERLING, 2002)

3.3 Geração de Odores

A presença de maus odores está geralmente associada a sobrecargas orgânicas, pouca luminosidade com baixas temperaturas, presenças de substâncias tóxicas nos esgotos, geralmente de origem industrial, formação de curtos-circuitos e zonas mortas nas lagoas e presença de massa flutuante na superfície líquida (KELLNER & PIRES, 1998, VON SPERLING, 2002). A sobrecarga orgânica numa lagoa facultativa está sempre acompanhada de um abaixamento do pH, queda do nível de oxigênio dissolvido, mudança na cor do efluente de verde-escuro para verde amarelado e do aparecimento de manchas acinzentadas junto à tubulação afluente à lagoa (TRUPPEL, 2002).

Caso haja apenas uma única célula, deverá ser realizada a recirculação do efluente final à entrada da lagoa, com a utilização de 1/6 da vazão do efluente final. No caso de haver duas ou mais lagoas facultativas secundárias, aquela que apresentar problemas deve ser temporariamente desativada, sendo seu afluente redistribuído pelas demais lagoas, de maneira criteriosa e cuidadosa. No caso de sobrecargas consistentes, considerar a inclusão de aeradores na lagoa. Eventualmente adicionar nitrato de sódio, como complementação de fonte de oxigênio combinado (KELLNER & PIRES, 1998).

Nos longos períodos de baixas temperaturas e tempo nublado, a produção de oxigênio é afetada devido à inibição e/ou diminuição da atividade fotossintética, principal responsável pela manutenção das condições aeróbias da lagoa. Nesta situação deve-se recircular o efluente para a entrada da lagoa e, havendo aeradores superficiais disponíveis, estes devem ser instalados junto à entrada do afluente da lagoa, evitando assim a formação de odores (TRUPPEL, 2002).

O principal responsável pelos maus odores é o gás sulfídrico, também conhecido como sulfeto de hidrogênio (H_2S), ele e outros gases odoríferos são produzidos pela ação de bactérias anaeróbias durante a decomposição da matéria orgânica, que reduzem os sulfatos e sulfetos (METCALF & EDDY, 1991).

A Tabela 3 apresenta a limiar de odor para detecção e reconhecimento das principais substância odoríferas presentes no esgoto não tratado.

Tabela 3: Limiar de odor dos compostos odoríferos associados com o esgoto não tratado

Composto	Fórmula química	Limiar de odor (ppmV)	
		Deteccção	Reconhecimento
Amônia	NH ₃	17	37
Cloro	Cl ₂	0,080	0,314
Dimetil sulfeto	(CH ₃) ₂ S	0,001	0,001
Difenil sulfeto	(C ₆ H ₅) ₂ S	0,0001	0,0021
Etil mercaptanas	CH ₃ CH ₂ SH	0,0003	0,001
Sulfeto de Hidrogênio	H ₂ S	<0,00021	0,00047
Indol	C ₆ H ₇ N	0,0001	-
Metil amina	CH ₃ NH ₂	4,7	-
Metil mercaptanas	CH ₃ SH	0,0005	0,001
Escatol	C ₉ H ₉ N	0,001	0,019

Fonte: Adaptado de (METCALF & EDDY, 1991, p. 1651)

3.4 Gás Sulfídrico

É um gás incolor, mais denso que o ar com odor desagradável semelhante ao de ovos podres. Pode surgir como resultado da decomposição de matéria orgânica como resultado da ação de bactérias anaeróbias. De acordo com a NR 15 o grau de insalubridade é máximo e o limite de exposição é de 8ppm. O grau de risco à saúde (API) é elevado à exposição aguda (BRASIL M. d., 2002).

O gás sulfídrico é um gás extremamente tóxico e irritante, que atua sobre o sistema nervoso, os olhos e as vias respiratórias. Destaca-se pela inibição da citocromoxidase, levando ao bloqueio da respiração celular no interior das células. No sistema nervoso central causa excitação seguida de depressão, particularmente no centro respiratório, fraqueza, dor de cabeça, náusea, vômito, hiperexcitabilidade, alucinações, amnésia, irritabilidade, delírio, sonolência, fraqueza, convulsões e morte. No sistema respiratório provoca tosse, às vezes com sangue, espasmo brônquico, às vezes edema agudo de pulmão, traqueobronquite, broncopneumonia tardia, rinite com anosmia (perda do olfato). A perda do olfato resulta da

interação do H_2S com o zinco (Zn), que é importante nas reações de percepção do olfato. A fadiga olfatória ocorre em 2 a 15 minutos, em concentrações acima de 100 ppm. Desta forma, o odor do H_2S não é parâmetro seguro para se avaliarem concentrações perigosas (BRASIL M. d., 2002). A Tabela 4 apresenta os efeitos do gás sulfídrico de acordo com a concentração e tempo de exposição.

Tabela 4 - Efeitos da exposição ao Gás Sulfídrico (H_2S)		
Concentração do H_2S (ppm)	Tempo de Exposição	Efeitos
0,0005 - 0,13	1 minuto	Percepção do odor
10-21	6-7 horas	Irritação ocular
50-100	4 horas	Conjuntivite
150-200	2-15 minutos	Perda do olfato
200-300	20 minutos	Inconsciência, hipotensão, edema pulmonar, convulsão, tontura e desorientação
900	1 minuto	Inconsciência e morte
1800-3700	Instantes	Morte

Fonte: (BRASIL M. d., 2002)

Quanto à exposição crônica, ainda não existe um consenso na literatura quanto a efeitos na exposição prolongada ao H_2S , e o tema é discutível, devido à sua rápida biotransformação. Contudo, estudos mostram a possível ocorrência de efeitos sistêmicos a exemplo de alterações neurológicas, distúrbios neurovegetativos, polineurites, vertigem, dor de cabeça, nervosismo, paralisia e fraquezas. Taxas elevadas de abortamento foram encontradas em mulheres grávidas expostas ao H_2S ; distúrbios digestivos, como perda do apetite, perda de peso e náuseas. Efeitos locais a exemplo de conjuntivite, inflamação das vias aéreas superiores, bronquite crônica, conjuntivite e queratoconjuntivite (BRASIL M. d., 2002).

3.5 Medição de Odores

O *feedback* da comunidade, na forma de reclamações, ou levantamento de opiniões (incluindo aborrecimento por odores) fornece uma indicação direta da extensão dos efeitos das emissões odorantes (Nuvolari, 2003, p. 487). Para uma melhor precisão dos dados a serem estudados, é recomendada a utilização de instrumentação específica na medição de odores. O que remove o caráter subjetivo do estudo. Para isso, existem os medidores de gases eletrônicos.

O equipamento desenvolvido e que se mostrou eficaz na análise química de odores é o espectrômetro de massa quadrupolo. Os tipos de combinações que podem ser identificadas incluem amônia, aminoácidos e combinações orgânicas voláteis (Nuvolari, 2003, p. 492). Com o espectrômetro de massa quadrupolo é possível identificar a um nível molecular maior parte das substâncias presentes no ar, e suas respectivas concentrações, com alta precisão. Entretanto, por se tratar de um equipamento de grande porte, não é utilizado em medições de campo, sendo necessária uma amostragem e posterior análise em laboratório. A Figura 8 apresenta um exemplo de um espectrômetro de massa quadrupolo.

Figura 8 – Espectrômetro de Massa Quadrupolo



Fonte: (ANALÍTICA WEB, 2019)

Como alternativa para a medição de odores temos os Medidores de Gás Portáteis, também conhecidos como Odorímetros, esses equipamentos são ideais em medições de

campo, para fazer determinações de odores nas áreas circundantes a uma estação de tratamento (NUVOLARI, 2003). Também são utilizados como equipamentos de segurança para locais onde as concentrações de H_2S podem ser consideradas perigosas. Existem diversos modelos com precisões diferentes, modelos mais baratos tendem a serem menos precisos, adequados apenas para altas concentrações de gás sulfídrico. A Figura 9 apresenta um medidor de gás sulfídrico da BW Technologies, que possui uma precisão de 1ppm, e uma faixa de medição de 0-100ppm. Já a Figura 10 apresenta o medidor de gás sulfídrico Jerome 631-X, que possui uma precisão de 0,001ppm, e uma faixa de medição de 0-50ppm.

Figura 9 – Medidor de Gás Sulfídrico Gasalert Microclip XL



Fonte: (CRIFFER, 2019)

Figura 10 – Medidor de Gás Sulfídrico Jerome 631-X



Fonte: (AMETEK, 2019)

Para a coleta de dados devem ser considerados alguns aspectos da região e da época do ano: a temperatura, nível de insolação, sentido dos ventos predominantes, carga orgânica volumétrica e carga orgânica superficial.

A temperatura está diretamente ligada à eficiência das lagoas de estabilização, somado a isso, encontrasse o fenômeno da estratificação térmica, onde em regiões de alta amplitude térmica, o gás sulfídrico retido no fundo das lagoas pode emergir à superfície através da mistura por convecção (VON SPERLING, 2002).

O nível de Insolação é o principal fator para a produção de oxigênio em lagoas facultativas e de maturação, através da atividade fotossintética das algas. Lagoas facultativas ou de maturação com baixa quantidade de oxigênio, podem se tornar predominantemente anaeróbias, o que acarreta em maior produção de gás sulfídrico gerando os maus odores (VON SPERLING, 2002).

A utilização de uma carga orgânica superficial (em lagoas facultativas e de maturação) e volumétrica (em lagoas anaeróbias) apropriada tende a reduzir a possibilidade de maus odores, pois sobrecargas orgânicas em lagoas de estabilização sempre estão acompanhadas de um abaixamento do pH, queda do nível de oxigênio dissolvido no efluente e conseqüentemente produção de H_2S (TRUPPEL, 2002).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia empregada consistiu em três fases: caracterização da área de estudo, levantamento e análise de dados e busca de soluções através de pesquisa bibliográfica.

4.1 Caracterização da Área em estudo

4.1.1 Localização

A Estação de Tratamento de Esgoto Aurenny se localiza próximo aos loteamentos Bertaville, Jardim Aurenny III e Irmã Dulce, que ficam ao extremo sul no município de Palmas, no estado do Tocantins.

O Bairro em estudo possui infraestrutura já instalada, com ruas pavimentadas, rede elétrica e de abastecimento de água, mas não possui rede coletora de esgoto.

O acesso à região se dá principalmente pela Avenida Joaquim Teotônio Segurado, onde há relatos que é possível sentir maus odores já na avenida, em determinada época do ano. A Figura 11 e a Figura 12 apresentam a localização da Estação de Tratamento de Esgoto Aurenny.

Figura 11 – Mapa do Município de Palmas



Fonte: Adaptado de (GOOGLE EARTH, 2019)

Figura 12 – Localização da ETE Aurenny

Fonte: Adaptado de (GOOGLE EARTH, 2019)

4.1.2 Hidrografia

O principal rio do município é o Rio Tocantins. O trecho deste rio faz parte do lago da UHL (Usina Hidrelétrica Luiz Eduardo Magalhães), que se localiza no município de Lajeado.

Outros cursos d'água que passam pela região é o Ribeirão Taquaruçu Grande e o Córrego Machado. O Ribeirão Taquaruçu Grande é o principal ponto de captação de água para o abastecimento da cidade, o ribeirão também é corpo receptor do efluente da Estação de Tratamento Aurenny, este que desagua no lago da UHL.

Como o Ribeirão Taquaruçu Grande recebe o efluente oriundo da ETE Aurenny, foram avaliados os dados a montante e a jusante do lançamento da ETE, ao longo de 2018 e 2019, seguindo a implantação das alterações propostas pela empresa concessionária do serviço neste período. A Figura 13 apresenta a hidrografia da região.

Figura 13 – Hidrografia da Região



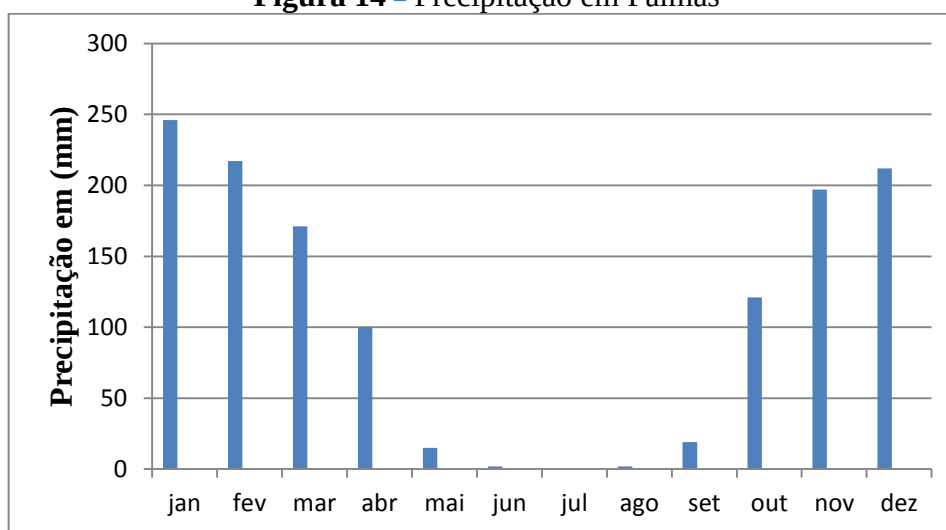
Fonte: Adaptado de (GOOGLE EARTH, 2019)

4.1.3 Clima

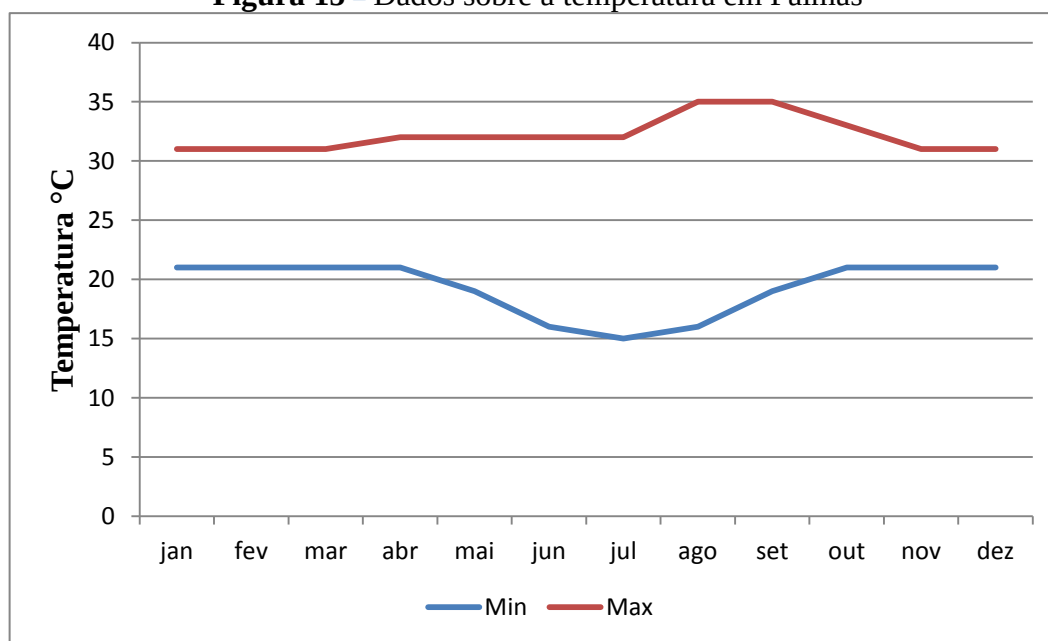
O clima predominante da região é o tropical, que de acordo com (SILVA R. C., 2018) se caracteriza por uma estação quente e chuvosa no verão, e se estende nos meses de Novembro a Abril, e um inverno quente e seco, que se estende nos meses de maio a outubro. Ao longo do ano, em geral a temperatura média pode variar de 20 °C a 35 °C em casos raros é inferior a 18 °C ou superior a 37 °C. (WEATHER SPARK, 2019)

A estação quente vai de 14 de agosto a 1 de outubro, com temperatura máxima média diária acima de 34 °C. A estação fresca permanece, de 27 de novembro a 9 de abril, com temperatura máxima diária em média abaixo de 31 °C (WEATHER SPARK, 2019). As Figuras 14 e 15 apresentam dados sobre o clima de Palmas.

Durante o ano inteiro, o clima é quente, e as maiores amplitudes térmicas ocorrem durante os meses de Maio a Setembro. Devido à alta temperatura, este tipo de clima é favorável para as lagoas de estabilização, entretanto fenômenos de estratificação térmica podem ocorrer no inverno.

Figura 14 – Precipitação em Palmas

Fonte: Adaptado de (CLIMATEMPO, 2019)

Figura 15 – Dados sobre a temperatura em Palmas

Fonte: (CLIMATEMPO, 2019)

Em Palmas, a porcentagem média de céu encoberto por nuvens sofre extrema variação sazonal ao longo do ano. A época menos encoberta do ano em Palmas começa por volta de 23 de maio terminando em torno de 14 de outubro. A época mais encoberta do ano começa por volta de 14 de outubro, terminando em torno de 23 de maio (WEATHER SPARK, 2019).

A sensação de vento em um determinado local é altamente dependente da topografia local e de outros fatores. A velocidade e a direção do vento em um instante variam

muito mais do que as médias horárias. A época de mais ventos no ano vai de 5 de junho a 11 de outubro, com velocidades médias do vento acima de 9,6 quilômetros por hora. O vento mais frequente vem do norte e do leste (WEATHER SPARK, 2019).

4.1.4 Informações ETE Aurenny

A Estação de Tratamento de efluentes da Aurenny que está localizada próxima à ponte sobre o Ribeirão Taquaruçu que recebe os esgotos de parte da região sul e tem como processo de tratamento um sistema de lagoas de estabilização em série, composto por uma lagoa anaeróbia seguida por uma lagoa facultativa e uma lagoa de maturação. A estação atendia aos bairros Aurenny I, II e III, entretanto atende atualmente efluentes oriundos da ETE Prata, ETE Taquari e ETE Santa Bárbara. A Figura 16 apresenta as localizações da ETE Aurenny e da EEE Aurenny.

Figura 16 – Localização da ETE Aurenny



Fonte: Adaptado de (GOOGLE EARTH, 2019)

4.2 Avaliação de Relatórios

Através de relatórios entregues à Fundação do Meio Ambiente sobre o corpo receptor, (SOUSA, 2018) realizou uma comparação entre os resultados dos relatórios e os critérios exigidos na Resolução do CONAMA N° 357 para o período de janeiro de 2016 a dezembro de 2017. A Figura 17 indica o local de coleta dos dados, que estão localizados nas coordenadas montante (coordenadas 793.827.00m E e 8.861.789.00m S) e a jusante (coordenadas 792.106.00 m E e 8.861.495.00 m S).

Foram avaliados também os relatórios que continha os dados do efluente para o ano de 2018 (relatório entregue anualmente), e os que continham os dados do corpo receptor para o período de fevereiro de 2018 a setembro de 2019, considerando um corpo receptor de classe 2 (relatórios entregues mensalmente). Os pontos de coleta foram os mesmos indicados na Figura 17.

Figura 17 – Localização dos pontos de Coleta de amostras do corpo receptor



Fonte: Adaptado de (GOOGLE EARTH, 2019)

4.3 Coleta de Dados

Durante os dias de 20 de Setembro a 24 de Setembro foram realizados testes com um medidor de gás sulfídrico modelo Altair 4x apresentado na Figura 18, em diferentes

pontos e horários do dia, no Bairro Bertaville. Os horários escolhidos foram 8:00h; 12:00h; 15:00 e 19:00, pois dentro deste intervalo estão os horários de pico de vazão da ETE. Já os pontos foram selecionados seguindo os critérios de proximidade com a ETE e EEE, e à distância de 300m; 500m e 1000m. A Figura 19 apresenta os locais onde foram coletadas amostras com o aparelho.

Figura 18 – Medidor de Gás Sulfídrico Altair 4x



Fonte: (AMAZON, 2019)

Figura 19 – Locais de coleta de amostra



Fonte: (GOOGLE EARTH, 2019)

4.4 Medidas adotadas na ETE Aurenny para controle de Odores

Para a averiguação das medidas adotadas na ETE Aurenny foram avaliados relatórios Fundação do Meio Ambiente sobre controle de odores, além de uma visita de campo realizada em dezembro de 2019.

4.5 Alternativas para redução de odores

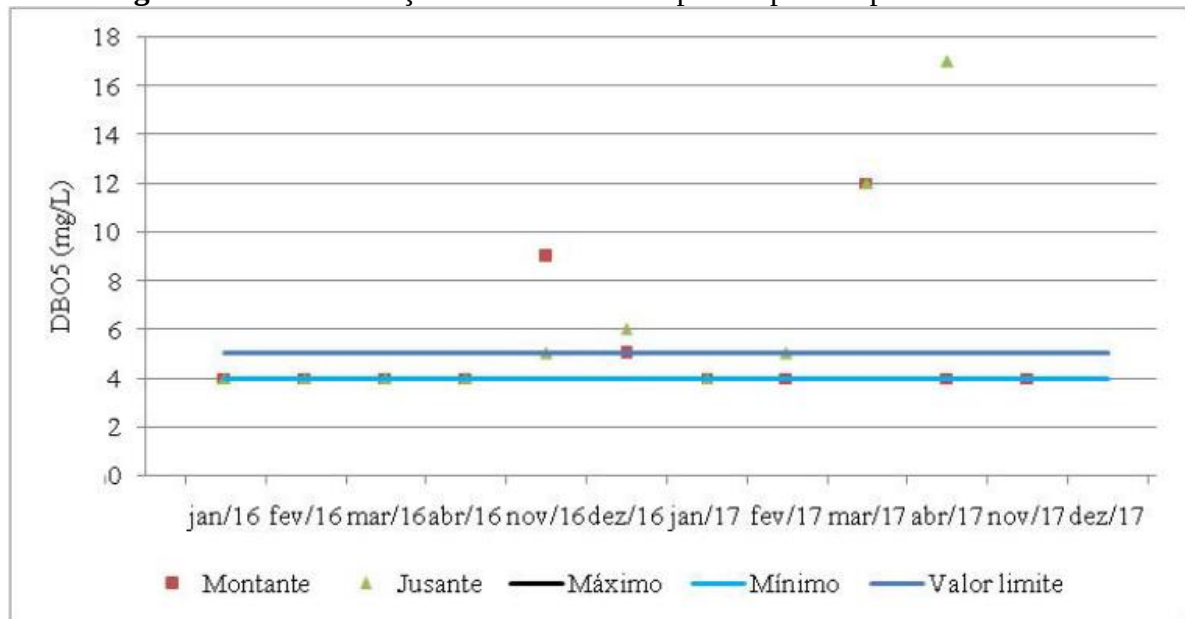
As alternativas propostas foram obtidas a partir de pesquisa bibliográfica, que visam à solução do problema proposto.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

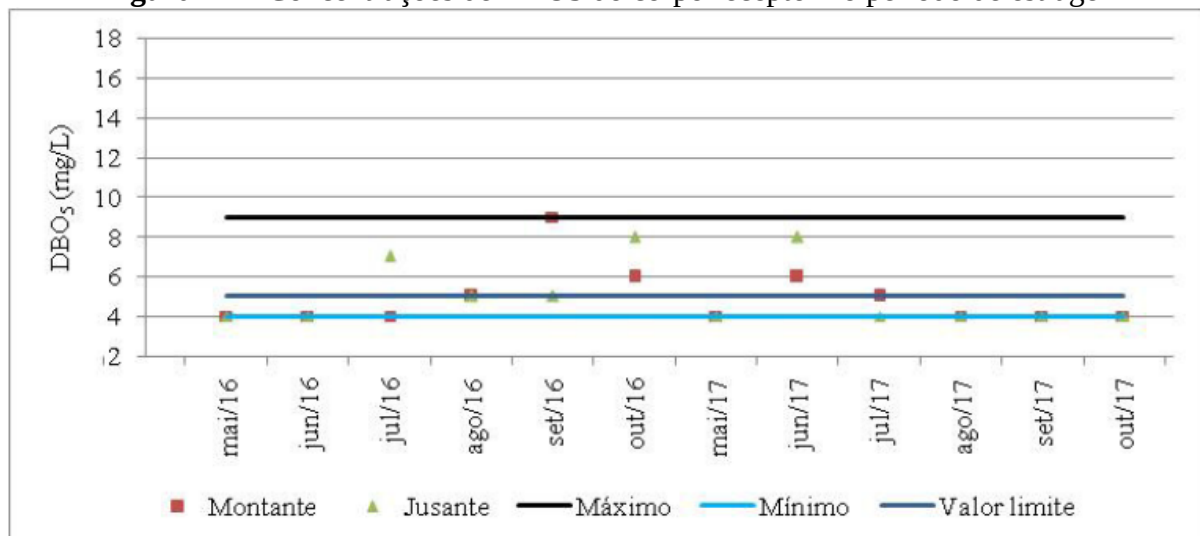
5.1 Resultados dos parâmetros do corpo receptor entre 2016 e 2017

Os parâmetros do corpo receptor devem seguir critérios expressos conforme a Resolução CONAMA nº 357, de março de 2005. Os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final do seu enquadramento, no caso do lago da UHL, corpo receptor da ETE Aurenny, considerado como Classe 2 (SOUSA, 2018).

Os valores da DBO_5 aferidas a montante a jusante do corpo receptor estiveram iguais de janeiro a junho de 2016 e em janeiro, maio e de agosto a outubro de 2017 (4 mg/L), sendo que nos meses de julho, outubro e dezembro de 2016, esse parâmetro ultrapassou o limite preconizado pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 para corpos de água de Classe 2 que é de 5 mg/L. Nos meses de abril e novembro de 2017, os valores de DBO_5 tiveram um aumento considerável. No mês de março de 2017, os valores de DBO_5 , tanto a montante quanto a jusante apresentaram-se acima dos 5 mg/L (SOUSA, 2018), como mostram as Figuras Figura 20 e Figura 21.

Figura 20 – Concentrações de DBO5 do corpo receptor no período de chuva

Fonte: (SOUSA, 2018)

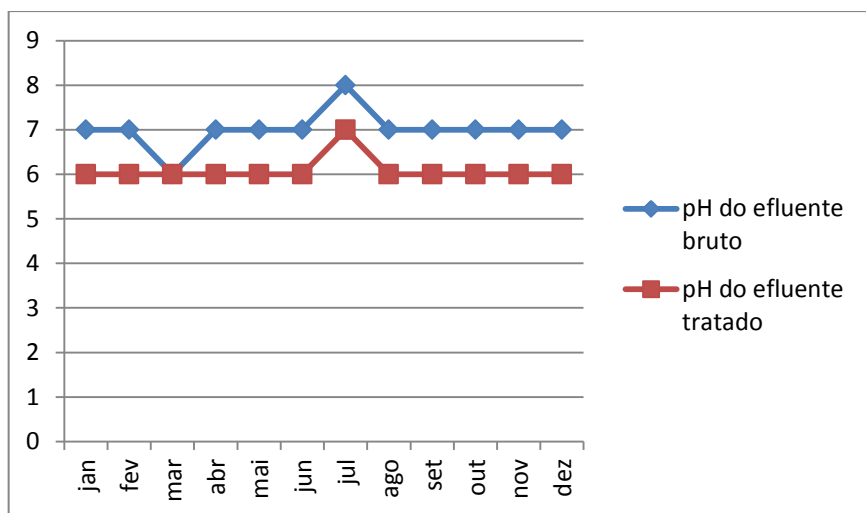
Figura 21 – Concentrações de DBO5 do corpo receptor no período de estiagem

Fonte: (SOUSA, 2018)

5.2 Resultados dos parâmetros do efluente para o ano de 2018

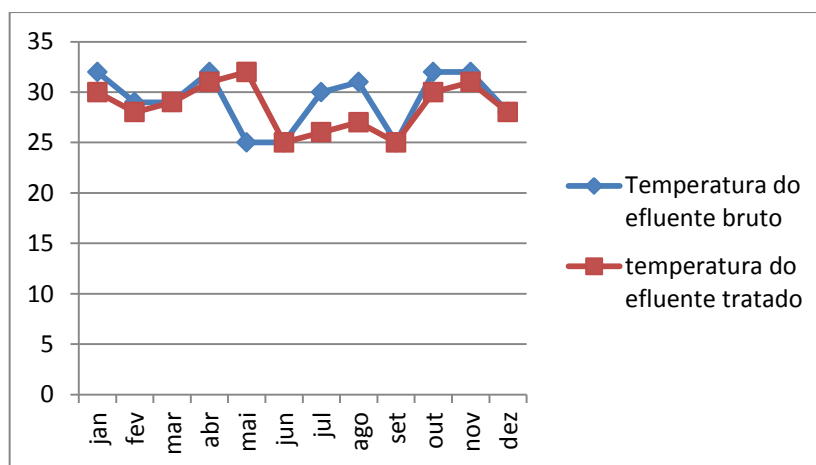
Os parâmetros considerados para avaliar a eficiência da estação foram: pH a 25°C, temperatura, DBO₅, fósforo total e sólidos suspensos totais.

De acordo com a Resolução CONAMA N° 430 de 2011, o pH do efluente para lançamento no corpo receptor deve estar entre 5 e 9, o que atende aos critérios expressos pela resolução, como mostra a Figura 22.

Figura 22 – pH médio do efluente a 25 °C

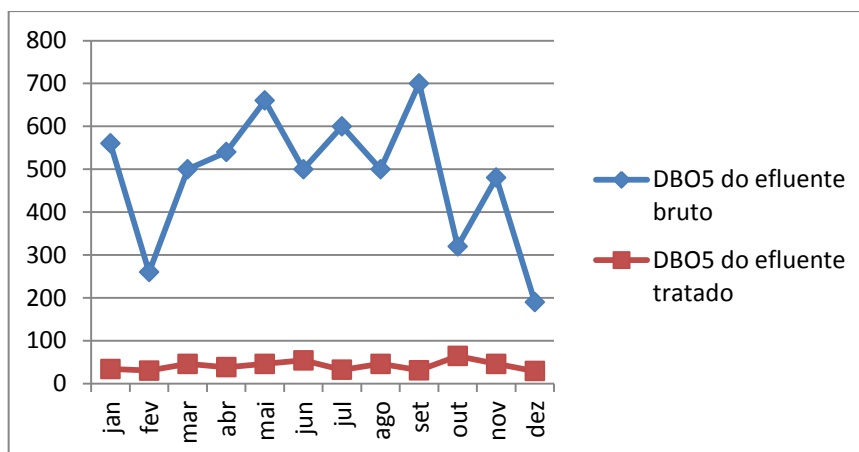
Fonte: (Fundação do Meio Ambiente, 2018)

A Resolução CONAMA N° 430 de 2011, exige que a temperatura do efluente para lançamento no corpo receptor deve ser no máximo de 40 °C. A Figura 23 mostra que o efluente atendeu aos critérios.

Figura 23 – Temperatura média do efluente (°C)

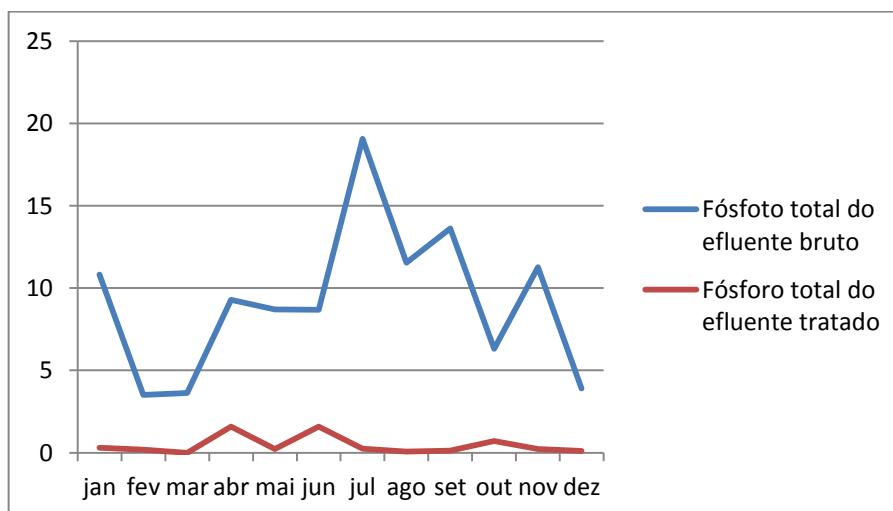
Fonte: (Fundação do Meio Ambiente, 2018)

De acordo com a Resolução CONAMA N° 430 de 2011, a DBO₅ do efluente para lançamento no corpo receptor deve ser de no máximo 120mg/L. O efluente da ETE Aurenny atendeu aos critérios estabelecidos, como mostra a Figura 24.

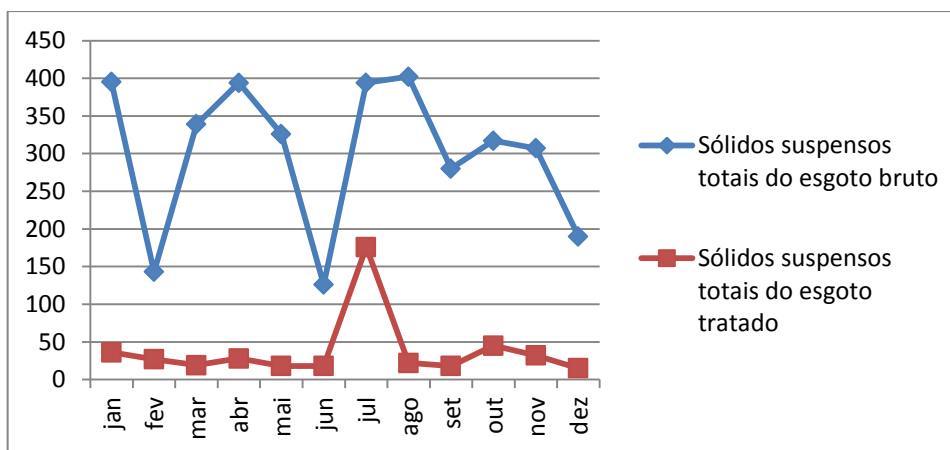
Figura 24 – DBO₅ média do efluente (mg/L)

Fonte: (Fundação do Meio Ambiente, 2018)

A Figura 25 mostra a quantidade de fósforo total, a Resolução CONAMA N° 430 de 2011, define incumbência de órgãos ambientais na definição de níveis, para evitar a eutrofização (crescimento inadequado de organismos autótrofos aquáticos). A Figura 26 apresenta os sólidos suspensos do efluente, a Resolução CONAMA N° 430 de 2011, exige uma remoção mínima de 20% após a desaneração.

Figura 25 – Fósforo total do efluente (mg/L)

Fonte: (Fundação do Meio Ambiente, 2018)

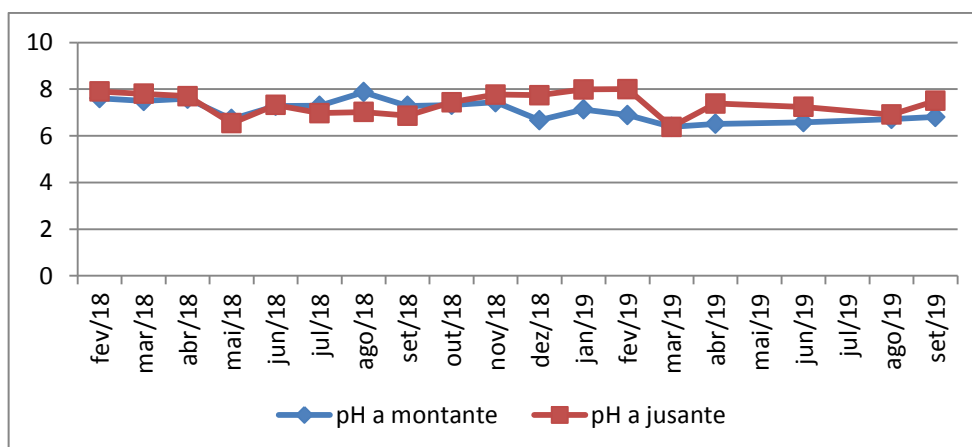
Figura 26 – Sólidos suspensos totais do efluente (mg/L)

Fonte: (Fundação do Meio Ambiente, 2018)

5.3 Resultados dos parâmetros do corpo receptor entre 2018 e 2019

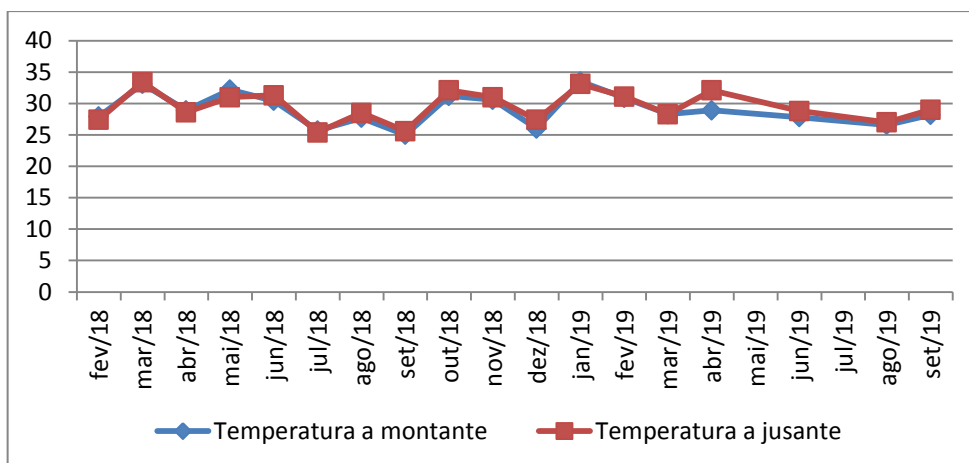
Os parâmetros considerados para avaliar a qualidade do corpo receptor foram pH, temperatura, oxigênio dissolvido e DBO₅.

O pH do corpo receptor ao longo do período de estudo é representado na Figura 27, e atendeu aos critérios estabelecidos na Resolução CONAMA N° 357 de 2005, que é de 6 a 9.

Figura 27 – pH do corpo receptor

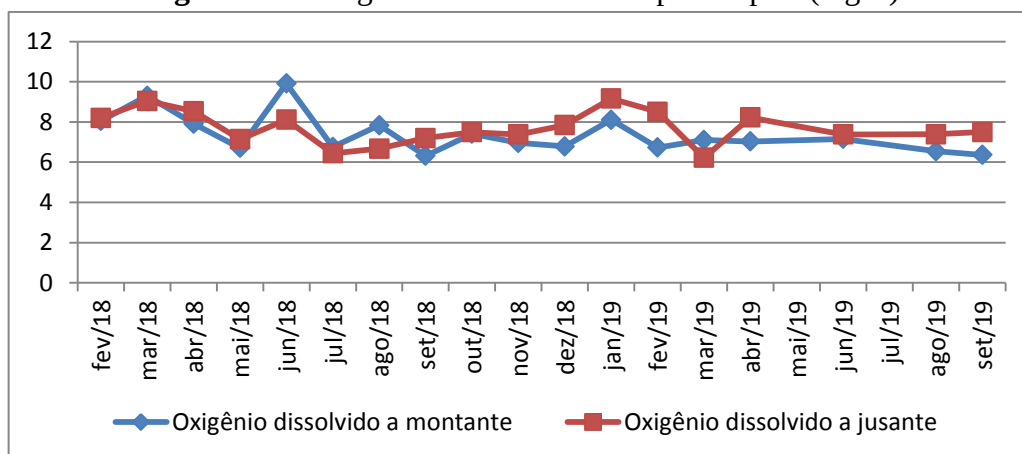
Fonte: (Fundação do Meio Ambiente, 2018-2019)

A temperatura do corpo receptor também atendeu aos critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357 de 2005, que é no máximo 40 °C conforme a Figura 28.

Figura 28 – Temperatura do corpo receptor (°C)

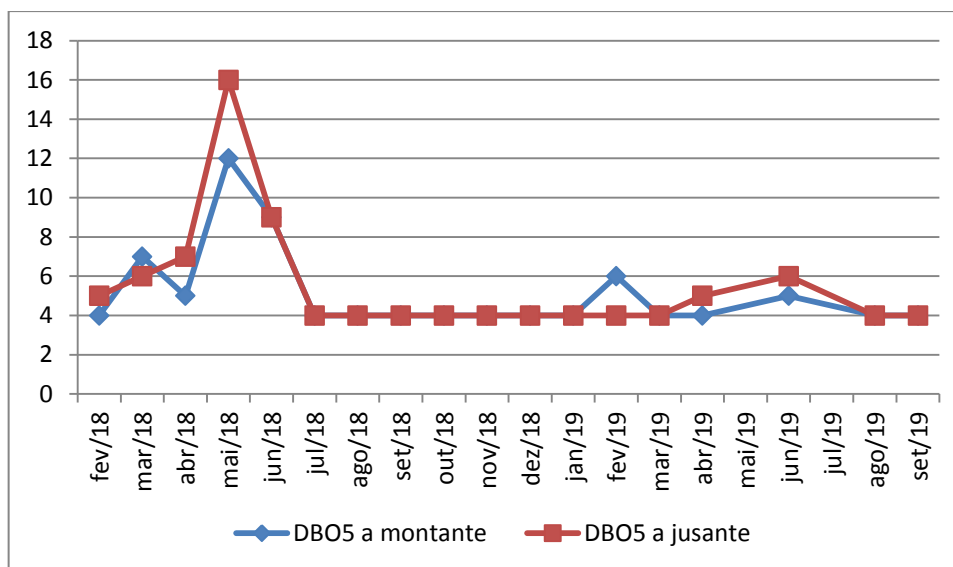
Fonte: (Fundação do Meio Ambiente, 2018-2019)

A quantidade de OD no corpo receptor é apresentada na Figura 29, e obedeceu aos padrões impostos na Resolução CONAMA N° 357 de 2005 que é de 5mg/L.

Figura 29 – Oxigênio dissolvido no corpo receptor (mg/L)

Fonte: (Fundação do Meio Ambiente, 2018-2019)

A Figura 30 apresenta a quantidade de DBO_5 presente no corpo receptor, que nos meses de Março, Abril, Maio e Junho de 2018 e Junho de 2019 não atenderam aos padrões exigidos na Resolução CONAMA N° 357 de 2005 que é de no máximo 5mg/L.

Figura 30 – DBO₅ no corpo receptor (mg/L)

Fonte: (Fundação do Meio Ambiente, 2018-2019)

5.4 Resultados para a coleta de dados

Os resultados podem ser encontrados na Figura 31. Não foram obtidos resultados significativos com o medidor de gás sulfídrico devido à baixa precisão do aparelho (1ppm). Para uma correta avaliação seria necessário um aparelho de maior precisão, como o Jerome 631-X que tem precisão de 0,001ppm. Durante a pesquisa, foi possível identificar a presença de mau odor apenas nos pontos A e D, que são próximos à ETE e EEE respectivamente, e em parte da Avenida Teotônio Segurado.

A Figura 32 apresenta um mapa teórico de percepção feito com base nos dados obtidos através da pesquisa. O mapa representa apenas uma amostra, podendo variar bastante com base na época do ano, sensibilidade ao odor e horário de coleta.

Figura 31 - Resultados da coleta de dados

Data	Horário	Temperatura	Tempo	Leituras instrumentais					Percepção de odor				
				A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
20/09/2019	08:00	30°	Céu com muitas nuvens	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não
20/09/2019	12:00	37°	Céu aberto	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não
20/09/2019	15:00	37°	Céu aberto	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não
20/09/2019	19:00	28°	Céu aberto	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não
21/09/2019	08:00	27°	Chuvoso	0	0	0	0	0	não	não	não	não	não
21/09/2019	12:00	30°	Nublado	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não
21/09/2019	15:00	33°	Céu com muitas nuvens	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não
21/09/2019	19:00	25°	Céu aberto	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não
22/09/2019	08:00	30°	Céu aberto	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não
22/09/2019	12:00	30°	Céu com muitas nuvens	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não
22/09/2019	15:00	30°	Nublado	0	0	0	0	0	não	não	não	não	não
22/09/2019	19:00	30°	Céu aberto	0	0	0	0	0	sim	não	não	não	não
23/09/2019	08:00	29°	Céu com muitas nuvens	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não
23/09/2019	12:00	38°	Céu com poucas nuvens	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não
23/09/2019	15:00	35°	Céu com poucas nuvens	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não
23/09/2019	19:00	26°	Céu com muitas núvens	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não
24/09/2019	08:00	30°	Céu com muitas nuvens	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não
24/09/2019	12:00	28°	Nublado	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não
24/09/2019	15:00	27°	Chuvoso	0	0	0	0	0	não	não	não	não	não
24/09/2019	19:00	26°	Céu com muitas núvens	0	0	0	0	0	sim	não	não	sim	não

Fonte: Pesquisa Própria

Figura 32 - Mapa de percepção de odor

Fonte: Adaptado de (GOOGLE EARTH, 2019)

5.5 Medidas que foram adotadas na ETE Aurenny

Para mitigar o problema de maus odores a responsável pela ETE Aurenny realizou vários procedimentos, entre eles está o plantio de Eucalipto entre 2013 a 2015 (espécie *Eucalyptus citriodora*) ao longo do perímetro da ETE. A implantação da barreira vegetal tem como finalidade mitigar os maus odores e controlar a velocidade dos ventos (Fundação do Meio Ambiente, 2019). Outra medida adotada consiste na retirada de materiais superficiais na lagoa anaeróbia, primeira etapa de tratamento biológico, que, apesar de não provocar interferência na qualidade do efluente tratado, podem contribuir com a formação do gás sulfídrico. Essa ação é utilizada sempre que é visualizado pela equipe de operação in loco o acúmulo de material em suspensão na lagoa (Fundação do Meio Ambiente, 2019).

A desativação da Lagoa de despejo de caminhões limpa-fossa, que era responsável por reter o volume de esgoto proveniente das fossas sépticas coletadas em Palmas para análise previa atestando a observância de ausência de produtos derivados de petróleo e alta temperatura para então serem inseridos no processo de tratamento da ETE Aurenny. Há cerca de três anos essa unidade de retenção foi desativada, porem material liquido permaneceu, e por se tratar de um efluente com alto teor de matéria orgânica, com baixo índice de degradação biológica, essa substancia juntamente com o lodo disposto nessa lagoa, permaneciam em processo de decomposição anaeróbia, gerando odores. A unidade desativada recebeu uma camada de solo argiloso seco impermeabilizante, eliminando a geração de gases (Fundação do Meio Ambiente, 2019).

A Vedação de Poços de Visitas e caixas da ETE, a adequação da tubulação de entrada da lagoa anaeróbia, a cobertura e isolamento do tratamento preliminar também foram adotados para reduzir a incidência de gases provenientes do esgoto bruto. Na ETE Aurenny, foi instalado um sistema de biofiltração, reduzindo a emissão de gases odorantes para a atmosfera, esses sistemas estão combinados com diversas ações de vedação de estrutura, na qual por meio delas, o gás é direcionado por meio de exaustores para serem tratados no leito de biomassa (Fundação do Meio Ambiente, 2019).

A medida mais impactante no sistema foi a instalação de aeradores superficiais do tipo cachoeira na Lagoa Facultativa existente na ETE, tornando-a uma Lagoa Aerada de Mistura Completa, os aeradores entraram em funcionamento em julho/2019 (Fundação do Meio Ambiente, 2019).

5.6 Aumento da Vazão de Operação

A ETE Aurenny recebia para tratamento os esgotos dos caminhões limpa fossa que descarregavam o esgoto coletado antes do tratamento preliminar em uma lagoa (SOUSA, 2018). Porém, a lagoa de sedimentação foi desativada em 2015 e o ponto de despejo foi reestruturado de forma a reduzir o contato com o esgoto bruto e a incidência de gases no ambiente (Fundação do Meio Ambiente, 2019).

A ETE Aurenny atendia aos dados de outorga de vazão de 49,48 L/s (ALVES, 2016). Para aumentar a capacidade de tratamento, foram realizadas medidas na ET E, visando melhorar a eficiência do sistema, como a implantação de aeradores mecânicos na lagoa facultativa. Dessa forma, foi requisitada uma nova outorga na ANA (Agência Nacional de Águas), órgão de controle governamental responsável pelos recursos hídricos do país, que na data de 14 de Janeiro de 2019 promulgou através do Diário Oficial da União o deferimento da requisição para a ETE em questão. A nova outorga para ETE passou para 472,84 m³/h, o que representa aproximadamente 131L/s (BRASIL A. N., 2019).

Durante o ano de 2017 a ETE Aurenny operava com uma vazão de aproximadamente 45,91L/s (ALVES, 2016 e SOUSA, 2018), já no limiar da capacidade, e de acordo com informações obtidas da responsável pela ETE, hoje opera com aproximadamente 100L/s. O aumento expressivo na vazão da ETE Aurenny entre os anos de 2017 e 2019 se deve a desativação de outras três ETES (Taquari, Prata e Santa Bárbara), e posterior redirecionamento do efluente para esta unidade (SOUSA, 2018).

5.7 Alternativas que reduziram odores na ETE Aurenny

Para mitigar o problema, algumas técnicas podem ser adotadas. Visando diminuir a produção de Gás Sulfídrico (H₂S) nas lagoas anaeróbias (VON SPERLING, 2002, p. 177), cita algumas medidas que podem ser adotadas como:

- “Recircular o efluente da lagoa facultativa ou de maturação para a entrada da lagoa anaeróbia (razão de recirculação de aproximadamente 1/6);”

A recirculação do efluente reduzirá a carga orgânica aplicada na lagoa, e consequentemente a produção de gás sulfídrico, reduzindo sua emissão para o ambiente.

- “No caso do sobrecarga, eventual by-pass parcial para a lagoa facultativa (caso esta suporte elevações da carga);”

A passagem de parte do efluente que seria destinado à lagoa anaeróbia diretamente para a lagoa facultativa pode reduzir um possível sobrecarga na lagoa anaeróbia, levando assim a uma menor produção de gás sulfídrico. Entretanto só é possível se a lagoa facultativa possuir condições de suportar a carga orgânica extra.

- “Adicionar nitrato de sódio em vários pontos da lagoa;”

A adição de nitrato de sódio tem como objetivo o aumento do pH da lagoa, através da ação de bactérias desnitrificantes que irão reduzir o nitrato de sódio (NaNO_3) em gás nitrogênio (N_2) sequestrando os íons de hidrogênio para isso.

- “Adicionar cal 12 g por m^3 de lagoa (para elevar o pH, reduzindo as condições ácidas responsáveis pela inibição da metanogênese e pela maior presença do sulfeto na forma livre, tóxica);”

A cal pode aumentar o pH da lagoa, por ser uma base muito forte, algo próximo de 12,8 inibirá a redução de íons sulfato em gás sulfídrico, este que possui maior formação em meio ácido.

- “Adicionar produtos que sequestrem os sulfatos;”

Um produto que pode ser usado para reduzir a quantidade de sulfatos nas lagoas anaeróbias é o óxido de ferro (III), que converte os íons de sulfato em enxofre elementar, este que se apresenta na forma sólida em temperatura ambiente, e é inodoro (SZARBLEWSK, SCHNEIDER, & MACHADO, 2012).

Para as lagoas facultativas, (VON SPERLING, 2002, p. 179) também cita medidas que podem ser utilizadas para combater os maus odores, tanto para problemas de sobrecargas orgânicas quanto para más condições climáticas:

Maus odores causados por sobrecarga:

- “Recircular o efluente na razão de 1/6; e considerar entradas múltiplas do afluente, para evitar caminhos preferenciais;”

Igualmente como citado para as lagoas anaeróbias, recircular o efluente reduzirá a carga orgânica para a lagoa facultativa, reduzindo assim a redução do sulfato em sulfetos.

- “No caso de sobrecargas consistentes, considerar a inclusão de aeradores na lagoa;”

Os aeradores mecânicos irão aumentar a eficiência do sistema, concedendo-lhe uma maior capacidade de carga orgânica.

Maus odores causados por más condições climáticas, como a baixa insolação ou redução da temperatura:

- “Diminuir a altura da lâmina d'água;”

Ao diminuir a lâmina d'água, a luz do sol penetrará em uma maior profundidade, reduzindo a zona anaeróbia da lagoa, e conseqüentemente maior produção de oxigênio e menor produção de gás sulfídrico.

- “Instalar aeradores superficiais próximos à entrada do afluente;”

A instalação de aeradores superficiais irá atuar na mistura entre o oxigênio presente no ar atmosférico e a lagoa facultativa, suprimindo assim o déficit de oxigênio causado pela produção ineficiente de oxigênio através da fotossíntese.

6. CONCLUSÕES

6.1 Proximidade da ETE com as residências

Por possuir uma etapa anaeróbia no processo de estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 2002) sugere um afastamento mínimo de 500 metros de residências para o controle de odores, o que não é respeitado no bairro em questão, como pode ser observado na Figura 33, o que demanda da Estação de Tratamento um controle ainda mais rigoroso nos processos para contenção de odores. O círculo amarelo representa o afastamento mínimo necessário de 500m.

Figura 33 – Proximidade das residências com a ETE Aurenny



Fonte: (GOOGLE EARTH, 2019)

6.2 Extravasamentos na Elevatória

A Figura 34 apresenta a Estação Elevatória de Esgoto da ETE Aurenny em agosto de 2019. De acordo com relatórios da Fundação do Meio Ambiente de Palmas, em Janeiro de 2017 ocorreu um transbordamento da EEE, motivado por excesso na vazão de entrada, como mostram as Figuras Figura 35 e Figura 36. Em Novembro de 2019 ocorreu um novo transbordamento na elevatória, derrubando parte do muro que a circundava. Foram colocados tapumes para isolamento da área, como mostra a Figura 37. O extravasamento da EEE gera contato entre o efluente bruto e o manancial. O efluente bruto, além de poluir o manancial, libera altas concentrações de H_2S no ar, causando um extremamente desagradável.

Figura 34 – EEE Aurenny atualmente



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 35 – Transbordamento EEE Aurenny



Fonte: (BRASIL F. d., 2017)

Figura 36 – Transbordamento EEE Aurenny



Fonte: (BRASIL F. d., 2017)

Figura 37 – Tapumes colocados na parte do muro que cedeu



Fonte: Acervo pessoal

6.3 Elevada DBO5 no corpo receptor

Após a avaliação dos dados encontrados no (Relatório de Análise de Efluente entregue à Fundação do Meio Ambiente, 2018) é possível concluir que o efluente lançado da ETE Aurenny ao Ribeirão Taquaruçu Grande atendeu aos requisitos exigidos pela (Resolução CONAMA Nº 430, 2011) ao longo do período pesquisado. Entretanto, de acordo com (Relatório de Análise de Amostra do Corpo Receptor, entregue à Fundação do Meio

Ambiente, 2018-2019), o Ribeirão Taquaruçu Grande não atendeu aos requisitos da (Resolução CONAMA Nº 357, 2005) durante os meses de Março, Abril, Maio e Junho de 2018 e Junho de 2019, em relação à DBO_5 presente. Ainda assim, a (Resolução CONAMA Nº 430, 2011) só exige a eficiência mínima do sistema, não tratando a respeito de maus odores, evidenciando que não existem leis, para que o controle de odores na ETE não seja devidamente implantado.

6.4 Ausência de resultados no medidor de gás sulfídrico

Para a coleta de concentrações de odores, não foi possível identificar níveis de H_2S no ar, devido à baixa precisão do aparelho utilizado, ainda assim foi possível perceber a presença de odor em pontos próximos à EEE e da ETE Aureny, o que caracteriza a presença de H_2S em concentrações abaixo de 1ppm. As baixas concentrações poderiam ser facilmente identificadas com a utilização do aparelho Jerome 631-X, mas tal aparelho não foi encontrado para locação.

6.5 Medidas adotadas visam apenas o aumento da eficiência da ETE

As medidas adotadas na ETE Aureny não são suficientes para o controle de odores na região, sendo necessária a desativação ou mesmo a selagem da lagoa anaeróbia ou sua aeração. Caso a empresa responsável migre para o sistema de lodo ativado, será necessária a selagem da lagoa anaeróbia, pois mesmo desativada, a mesma ainda pode produzir maus odores. A empresa responsável não comentou se tomaria tais atitudes, ou se faria como ocorreu na ETE Norte, que mesmo após a desativação do primeiro sistema de lagoas de estabilização e implantação do sistema de lodo ativado, ela ainda funciona no período de chuvas. A responsável pela ETE Aureny comentou sobre estudos para implantação de uma nova tecnologia importada da Holanda denominada Nereda. A tecnologia consiste na seleção de organismos específicos e prover condições favoráveis ao seu desenvolvimento, que irão degradar a matéria orgânica e remover nutrientes em um só reator.

Ao instalarem aeradores na lagoa facultativa da ETE Aureny, ela passou a funcionar como uma lagoa aerada de mistura completa. O efluente oriundo dessa lagoa que era destinado à lagoa de maturação, entretanto como este efluente possui grande concentração de lodo em suspensão, que vai decantar no fundo da lagoa, retirando seu propósito original que era de remover organismos patológicos, então a antiga lagoa de maturação depois da implantação dos aeradores em julho de 2019, passou a operar como lagoa de sedimentação.

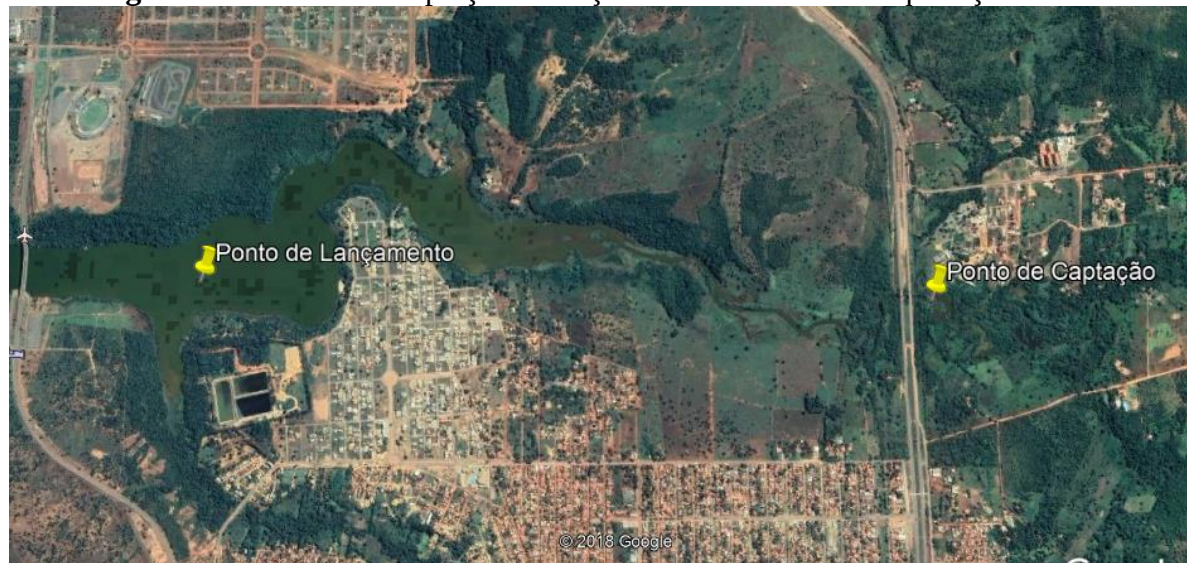
Então, como próxima à ETE existe uma pequena praia onde moradores locais utilizam como balneário, se faz necessário acompanhamento da condição de balneabilidade desta “prainha”.

Apesar das varias medidas empregadas pela responsável pela ETE Aurenny, por si só, não foram suficientes, a instalação de aeradores apenas na lagoa facultativa aumentou a eficiência do sistema, entretanto nenhuma medida foi realizada na lagoa anaeróbia, que com o aumento da vazão de operação pode ter gerado uma sobrecarga na mesma. Lagoas anaeróbias naturalmente produzem maus odores, e se estiverem sobrecarregadas agrava ainda mais a situação.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Acompanhamento dos dados de eficiência e as alterações do sistema, para verificação entre eficiência proposta e obtida com o novo sistema, acompanhando ao longo do ano a geração de odor.
- Determinar causas que levam o bairro Bertaville a não possuir coleta e tratamento de esgoto.
- Realizar o monitoramento do braço do lago, e controle da balneabilidade na prainha do Bertaville.
- O ponto de lançamento da ETE Aurenny é uma área de remanso do lago e também é o ponto de captação de água da ETA 06, unidade do sistema de abastecimento de água de Palmas que opera com a maior vazão de captação, e que está passando por um processo de aumento da capacidade instalada. Então esse “braço” de lago deveria ser mais monitorado, a Figura 38 ilustra os pontos de Captação da ETA 06 e Lançamento da ETE Aurenny.

Figura 38 - Pontos de Captação e Lançamento do Ribeirão Taquaruçu Grande



Fonte: (GOOGLE EARTH, 2019)

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário.** Rio de Janeiro, 1986.
- _____. **NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto.** Rio de Janeiro, 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12208: Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário.** Rio de Janeiro, 1992.
- ALVES, T. D. **Análise de desempenho de estações de tratamento de esgoto visando condições de outorga e enquadramento de corpos hídricos: o caso das ETES Aurenny e Prata.** Palmas, 2016.
- AMAZON. **Medidor de Gás Sulfídrico Altair 4x.** Acesso em 7 de Novembro de 2019, disponível em Site da Amazon: <https://www.amazon.com/MSA-ALTAIR-4XR-Bluetooth-Meter/dp/B07JG7MYZL>
- AMETEK, B. **Gold Film Hydrogen Sulfide Analyzer:** Acesso em 19 de Novembro de 2019, disponível em Site da Ametek: <https://www.azic.com/jerome/jerome-631/>
- ANALÍTICA WEB. (2019). **Espectrômetro de massa quádrupo.** Acesso em 25 de 06 de 2019, disponível em Site da Analítica Web: <https://www.analiticaweb.com.br/p.php?tit=espectrometro-massa-ms-gc-ms-quadrupolo-ionizacao-quimica-sonda-de-insercao-thermo-scientific&Bid=p46bc8ac1bba57>
- ARTHUR, J. P. **Notes on the design and operation of waste stabilization ponds in warm climates.** *Technical paper n° 07.* Washington: World Bank, 1983.
- BARROS, R. (Julho de 2017). **A história do saneamento básico e tratamento de água e esgoto.** Acesso em 25 de Julho de 2019, disponível em Site da EOS Consultores: <https://www.eosconsultores.com.br/historia-saneamento-basico-e-tratamento-de-agua-e-esgoto/>
- BENEVENTI, D. (Dezembro de 2011). **Estações Elevatórias de Esgoto.** Acesso em 6 de Julho de 2019, disponível em Infraestrutura Urbana: <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/12/3-estacoes-elevatorias-de-esgoto-instalacao-e-usada-para-250994-1.aspx>

BRASIL, Agência Nacional de Águas. **OUTORGA Nº 19, DE 14 DE JANEIRO DE 2019.**

Diário Oficial da União. Acesso em 19 de Novembro de 2019. Disponível em:
http://arquivos.ana.gov.br/_viewpdf/web/?file=/resolucoes/2019/Outorgas/0019-2019_Outorga_de_Direito_de_Uso.pdf.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 357.** Diário Oficial da União. 17 de Março de 2005.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 430.** Diário Oficial da União. 13 de Maio de 2011.

BRASIL, Fundação do Meio Ambiente. **Relatório de Fiscalização Ambiental.** Palmas Tocantins, 2017.

BRASIL, Fundação do Meio Ambiente. **Relatório de Análise de Efluente entregue à Fundação do Meio Ambiente pela empresa responsável pela ETE Aurenny.** Palmas Tocantins, 2018.

BRASIL, Fundação do Meio Ambiente. **Relatórios de Análise de Amostra do Corpo Receptor entregue à Fundação do Meio Ambiente pela empresa responsável pela ETE Aurenny.** Palmas Tocantins, 2018-2019.

BRASIL, Fundação do Meio Ambiente. **Relatório de Controle de Odores entregue à Fundação do Meio Ambiente pela empresa responsável pela ETE Aurenny.** Palmas Tocantins, 2019.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Manual de Procedimentos para Auditoria no Setor Saneamento Básico.** Novembro de 2002. Acesso em 21 de Setembro de 2019. Disponível em:
http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/06manual_auditoria_saneamento.pdf

BRASIL, Palácio do Planalto. (5 de Janeiro de 2007). **Lei Nº 11.445.** Acesso em 6 de Julho de 2019, disponível em Site do Planalto:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm

BRASIL, Prefeitura Municipal de Palmas. (2017). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas - TO.** Acesso em 26 de Julho de 2019, disponível no Site da Prefeitura Municipal de Palmas:

https://www.palmas.to.gov.br/media/doc/arquivoservico/plano_municipal_de_Saneamento__B%C3%A1sico.pdf

BRITO, L., DA SILVA, L., DA SILVA, G., & DE LIMA, S. **Tratamento de esgoto sanitário por meio do uso de lagoas aeradas**. Maceió, Novembro de 2015.

CESAN. (Jullho de 2013). **Apostila Tratamento de Esgoto**. Acesso em 22 de Julho de 2019, disponível no Site da CESAN: https://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA_TRATAMENTO_ESGOTO.pdf

CLIMATEMPO. **Clima de Palmas - TO**. Acesso em 26 de Outubro de 2019, disponível no Site da CLIMATEMPO: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/593/palmas-to>

CRIFFER. **Medidor de Gás Sulfídrico Gasalert Microclip XL** Acesso em 25 de 06 de 2019, disponível no Site da Criffer: https://www.criffer.com.br/locacoes/locacao-de-1-detector-de-4-gases?parceiro=4101&gclid=Cj0KCQjwrjdjBRDXARIsAEcE5Ym2MO5UMXdtHIDPsVdoeRg4c13xEWZySUwHscqv4TDAc4QfTjhMnB0aAt-uEALw_wcB

DE OLIVEIRA, R. **The Performance of Deep Waste Stabilization Ponds in Northeast Brazil**. Ph.D. Thesis, University of Leeds, U.K, 1990.

DE OLIVEIRA, R. **Avaliação do desempenho de uma série longa de lagoas de estabilização tratando esgoto doméstico**. Campina Grande: Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários da UFPB. 16p. (Relatório técnico para o CNPq - 2a etapa), 1995.

ELLIS, K. V. **Stabilization ponds: design and operation. Critical Reviews in Environmental Control**. 13(2), pp. 69-102. (1983).

GOOGLE EARTH. (25 de Junho de 2019). Google Earth. Palmas, Tocantins.

JUNIOR, G. N. **Lagoas Facultativas**. Acesso em 2019 de Junho de 21, disponível em <https://slideplayer.com.br/slide/11622323/>. (2017).

KELLNER, E., & PIRES, E. C. **Lagoas de estabilização: projeto e operação**. Rio de Janeiro, 1998.

- LOPES, A. R. (Maio de 2017). **Evolução dos Sistemas de Esgoto**. Acesso em 20 de Julho de 2019, disponível em Slideshare: <https://pt.slideshare.net/larissarfreire/aula-2-evoluo-dos-sistemas-de-esgotos>
- MARA, D. D. **Sewage Treatment in Hot Climates**. Chichester : John Wiley & Sons. (1976).
- MARA, D. D; MILLS, S. W.; PEARSON, H. W. and ALABASTER, G. P. **Waste stabilization ponds: a viable alternative for small community treatment**. Journal of the Institution of Water & Environmental Management, 6, pp. 72-78.(1992)
- MARA, D. D., & PEARSON, H. W. **Artificial freshwater environment : Waste stabilization ponds**. In: Biotechnology - A comprehensive treatise, Vol. 8, Chapter 4. (Ed. H. J. Rehm and G. Reed). Weinheim: Verlagsgesellschaft, pp. 177-206. (1986).
- MARAIS, G. v. **Faecal bacterial kinetics in the stabilization ponds**. *Journal of the Environmental Engineering Division*, 100 (EE 1), pp. 119-139.(1974)
- METCALF, & EDDY. **Wastewater Engineering - Treatment, Disposal and Reuse**. MCGraw hill (1991)
- NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reúso Agrícola**.^{1ª} Edição. Editora Edgard Blucher LTDA. FATEC - SP, 2003.
- OLIVEIRA, S. V. **Modelo para tomada de decisão na escolha de sistema de tratamento de esgoto sanitário**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.
- OSWALD, W. J. **Advances in anaerobic ponds systems design**. *Advanced in Water Quality Improvement*, vol. 1, Austin. The University of Texas Press, 1968.
- PEARSON, H. W. **Estimation of chlorophyll a as a measure of algal biomass in waste stabilization ponds**. Presented at the Regional Seminar on Waste Stabilization Ponds Research, CEPIS, Lima, Peru, 3-7 March 1986.
- PEARSON, H. W. **Algae associated with sewage treatment**. In: **Microbial Technology in the Developing World**. (Ed. E. J. da Silva, Y. R. Dommergues, E. J. Nyns and C. Ratledge). New York: Oxford University Press, pp. 260-288. (1987).

- PEDROSA, H. T. **Otimização em Estação Elevatória de Sistemas de Abastecimento de Água Buscando a Eficiência Energética**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2015.
- PENA, R. A. (Fevereiro de 2015). **Água de reúso na agricultura**. Acesso em 20 de Outubro de 2019, disponível em Brasil Escola: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/agua-reuso-na-agricultura.htm>
- SILVA, R. C. (26 de Abril de 2018). **Clima de tocantins**. Acesso em 24 de Julho de 2019, disponível em Site da infoescola: <https://www.infoescola.com/geografia/clima-de-tocantins/>
- SILVA, S. A. **On the Treatment of Domestic Sewage in Waste Stabilization Ponds in Northeast Brazil**. *Ph. D. Thesis, University of Dundee, UK*, 1982.
- SOUSA, N. D. **Análise da eficiência das ETEs de Palmas – TO e do monitoramento dos corpos receptores nos anos 2016 e 2017**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal do Tocantins. Palmas, 2018.
- SZARBLEWSK, M. d., SCHNEIDER, R. d., & MACHADO, E. L. **Métodos para a remoção de sulfeto de hidrogênio de efluentes gasosos aplicáveis a reatores anaeróbios**. Revista Jovens Pesquisadores. Santa Cruz do Sul, 2012.
- TRUPPEL, A. **Redução de odores de uma lagoa de estabilização de esgoto sanitário e avaliação da qualidade de seu afluente**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.
- TSUTIYA, M. T., & SOBRINHO, P. A. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 2ª Edição. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Univ. de São Paulo, 2000.
- VELASCO, C. (19 de Fevereiro de 2017). **Saneamento melhora, mas metade dos brasileiros segue sem esgoto no país**. Acesso em 02 de Julho de 2019, disponível em Site do G1: <https://g1.globo.com/economia/noticia/saneamento-melhora-mas-metade-dos-brasileiros-segue-sem-esgoto-no-pais.ghtml>

VON SPERLING, M. ***Lagoas de Estabilização*** - Principios do tratamento biológico de águas residuárias. 2ª Edição. Volume 3. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA. Universidade Federal de Minas Gerais, *Belo Horizonte*, 2002.

WEATHER SPARK. **Clima característico em Palmas Brasil durante o ano**. Acesso em 20 de Novembro de 2019, disponível em Site da Spark Weather: <https://pt.weatherspark.com/y/30127/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Palmas-Brasil-durante-o-ano>