



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

FERNANDA BORGES DE CARVALHO

**REGULAÇÃO E FISCALIZAÇÃO DE SANEAMENTO EM
PALMAS-TO: ESTUDO DE CASO ETE AURENY**

FERNANDA BORGES DE CARVALHO

**REGULAÇÃO E FISCALIZAÇÃO DE SANEAMENTO EM
PALMAS-TO: ESTUDO DE CASO ETE AURENY**

Projeto de monografia apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental do Campus Universitário de Palmas – UFT, como pré-requisito para a obtenção do Título de Bacharelem Engenheira Ambiental.

Orientador: Prof. Drº. Sérgio Carlos Bernardo Queiroz.

Palmas/TO
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- C331r Carvalho, Fernanda Borges de .
 Regulação e Fiscalização de saneamento em Palmas - TO: Estudo de caso
 ETE Aurenny. / Fernanda Borges de Carvalho. – Palmas, TO, 2022.
 72 f.
- Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Ambiental, 2022.
Orientador: Sérgio Carlos Bernardo Queiroz

1. Fiscalização. 2. ETE. 3. Saneamento. 4. Conformidade. I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

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

FOLHA DE APROVAÇÃO

FERNANDA BORGES DE CARVALHO

REGULAÇÃO E FISCALIZAÇÃO DE SANEAMENTO EM PALMAS-TO: ESTUDO DE CASO ETE AURENY

Projeto de monografia apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental do Campus Universitário de Palmas – UFT, como pré-requisito para a obtenção do Título de Bacharelem Engenharia Ambiental.
Orientador: Prof. Drº. Sérgio Carlos Bernardo Queiroz.

Data de aprovação: ____ / ____ / ____

Banca examinadora:

Prof. Dr. Sérgio Carlos Bernardo Queiroz, Orientador UFT.

Prof. (a) Cristina Solange Hendges, Examinadora convidada.

Prof. Dr. Aurélio Pessoa Picanço, Examinador UFT.

Palmas/TO
2022

*Dedico este Trabalho aos meus pais que
sempre me apoiaram me incentivaram a
ter uma formação superior.*

AGRADECIMENTOS

Cinco anos se passaram, conhecimentos foram adquiridos e desafios foram superados. Hoje agradeço a todos que contribuíram nesta longa caminhada, seja direta ou indiretamente para realização de algo tão importante.

Agradeço em especial aos meus amigos de sala que me fortaleceram em momentos difíceis que passei durante esse tempo. Comemoro mais essa vitória agradecendo a Deus pela a minha família, por todo o apoio e pela oportunidade de mais essa conquista em minha vida.

Agradeço ao meu orientador Dr. Sérgio Carlos por aceitar meu convite e me orientar nesta etapa tão importante, que não mediu esforços para me orientar.

Agradeço aos docentes que aceitarem fazer parte da minha banca de avaliação da minha monografia e a todo corpo docente da universidade.

Agradeço também a Universidade Federal do Tocantins (UFT) pela oportunidade.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo realizar um diagnóstico das condições técnicas e operacional da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Aurenny de palmas- TO, por meio do relatório técnico da Agência de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos de Palmas (ARP), que é realizado a partir de levantamento, coleta de dados, processamento e análise de informações levantadas, assim podendo, determinar as conformidades aplicadas e verificando as qualidade do efluente tratado e do corpo receptor. A fiscalização dos sistemas de tratamento de esgoto é feita com base nos instrumentos normativos do setor de saneamento e na experiência de agência reguladora. Através do relatório técnico foi possível elaborar uma tabela de itens para fiscalização fundamentada da análise e resoluções normativas disponíveis no site eletrônico das agências reguladoras. A listagem compreendeu toda a unidades do sistema e os aspectos referentes à qualidade do sistema. Esse estudo proporcionou o aprimoramento dos instrumentos de fiscalização e da atividade regulatória, visto que um dos objetivos da regulação é o estabelecimento de padrões e normas à adequada prestação dos serviços e à satisfação dos usuários. Adicionalmente, a padronização das não conformidades permitirá comparações mais fidedignas entre sistemas de abastecimento, favorecendo a avaliação do desempenho dos prestadores e a melhoria contínua dos serviços.

Palavras-chaves: ETE, fiscalização, saneamento.

ABSTRACT

The present study aimed to carry out a diagnosis of the technical and operational conditions of the Sewage Treatment Station in Aurený, district of the city of Palmas - TO, through the technical report of the Agency for Regulation, Control and Inspection of Public Services of Palmas, which is carried out through survey, data collection, processing and analysis of information collected, thus being able to determine the compliances applied and verifying the quality of the treated effluent and of the receiving body. The inspection of the sewage treatment systems is made based on the instruments regulations in the sanitation sector and in the experience of a regulatory agency. Through the technical report, it was possible to prepare a table of items for inspection based on the analysis and normative resolutions available on the regulatory agency's website. The list comprised all the units of the system and aspects related to the quality of the system. This study provided the improvement of inspection instruments and regulatory activity, since one of the objectives of regulation is the establishment of standards and norms for the adequate provision of services and user satisfaction. Additionally, the standardization of non-conformities will allow more reliable comparisons between supply systems, favoring the assessment of providers' performance and the continuous improvement of services

Key-words: ETE, oversight, sanitation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização da ETE Aurenny	29
Figura 2: Imagem de satélite com indicação dos pontos de amostragem.....	30
Figura 3: Tratamento Preliminar (entrada do esgoto bruto, gradeamento, desarenador manual, medidor de vazão tipo calha Parshall).....	32
Figura 4: Vista do biofiltro para controle de odores do tratamento preliminar	33
Figura 5: Falta placas de identificação do processo, reforma de guarda corpo.	34
Figura 6: Tubulação responsável pela coleta de gases do Tratamento Preliminar, suspensão cone e tijolo em local desnivelado	33
Figura 7: Vista da caixa de passagem da entrada do esgoto coberta pela vegetação	33
Figura 8: Presença de vegetação dentro da Lagoa Anaerobia	33
Figura 9: Presença de material grosseiro (sacolas plásticas, copos descartáveis) na saída da Lagoa Anaerobia para a Lagoa Aerada.....	34
Figura 10: Presença de vegetação nos taludes da Lagoa.....	34
Figura 11: Lagoa Aerada com 16 aeradores que trabalham alternadamente	34
Figura 12: Falta placas de identificação do processo.....	34
Figura 13: Vista geral da Lagoa de maturação e ultima do processo de tratamento por lagoa	34
Figura 14: Vista da Estação Elevatória que bombeia o efluente da lagoa de maturação para o processo de flotação.....	34
Figura 15: Vista da lateral e de acesso ao Flotador por Ar Dissolvido (FDA)	35
Figura 16: Material flutuante do flotador, proveniente de um processo físico-químico em que associa-se coagulante para remoção de sólidos suspensos.....	35
Figura 17: Vista superior de Flotador por Ar Dissolvido (FAD).....	35
Figura 18: Tubulação do sistema de flotação sob o flotador apresenta ruptura causando vazamento.....	35
Figura 19: Coleta do efluente tratado na saída do flotador para análise de eficiência, conforme previsto a legislação.....	35
Figura 20: Laboratório de análise de monitoramento dos processos em operação	35
Figura 21: Local do lançamento de efluente tratado no Lago UHE Luis Eduardo e área da zona de mistura	36
Figura 22: Presença de pescador logo após o lançamento, presença de lixo(copos descartáveis, sacola, resto de madeira queimada). Ausência de sinalização e informação de alerta	36
Figura 23: Cortina verde de eucalipto para contenção de odores apresenta falhas	37
Figura 24: Vista as obras de instalação do patio de Geobags como destinação do lodo gerado na ETE.....	37
Figura 25: Ausência de Identificação na entrada da ETE e informações de alerta para entrada de pessoas não autorizadas	36
Figura 26: Ausência de sinalização de indicação ao acesso da ETE	36
Figura 27: Distribuição aproximada dos sólidos do esgoto bruto (em termos de .concentrações)	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Unidades Operacionais - Bacia de esgotamento (Ribeirão Taquarussu Grande).....	31
Tabela 2: Parâmetros monitorados em 2019 e os respectivos padrões estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 430/2011 e 357/2005.	40
Tabela 3: Dados de pH em amostras de efluente bruto e de efluente tratado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019.....	421
Tabela 4: Dados de pH em amostras de água coletadas no corpo receptor do efluente tratado na ETE Aurenny, à montante e à jusante do ponto de lançamento, no período de janeiro a dezembro de 2019.....	43
Tabela 5: Análise dos resultados de DBO em amostras de efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aurenny	51
Tabela 6: Dados de concentração de DBO (mg/L) em amostras coletadas no corpo receptor do efluente tratado na ETE Aurenny, à montante e à jusante do ponto de lançamento, no período de janeiro a dezembro de 2019.	53
Tabela 7: Concentração de nitrogênio amoniacal total no corpo receptor do efluente tratado, à montante e à jusante do ponto de lançamento, entre janeiro e dezembro de 2019, e os respectivos padrões requeridos em função do pH.	57
Tabela 8: Concentração (mg/L) de nitrito no corpo receptor do efluente tratado, à montante e à jusante do ponto de lançamento, entre janeiro e dezembro de 2019.....	60
Tabela 9: Valores típicos de parâmetros de carga orgânica (mg/l) no esgoto.....	61
Tabela 10: Valores de condutividade elétrica para diferentes tipos de água.....	64

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfico com os valores das temperaturas em amostras do efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aureny	44
Gráfico 2: Gráfico com a concentração de sólidos totais em amostras de efluente bruto e tratado na ETE Aureny, de janeiro a dezembro de 2019.	44
Gráfico 3: Gráfico com a concentração de sólidos suspensos totais em amostras de efluente bruto e tratado, nos meses de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aureny	45
Gráfico 4: Gráfico com os percentuais de remoção de sólidos suspensos totais no tratamento de esgoto, considerando as concentrações do efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019	45
Gráfico 5: Presença de materiais sedimentáveis em amostras de efluente bruto e tratado na ETE Aureny, entre janeiro e dezembro de 2019.....	46
Gráfico 6: Concentração de sólidos suspensos totais em amostras de água coletadas no corpo receptor, à montante e à jusante do lançamento do efluente tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019	46
Gráfico 7: Concentração de sólidos dissolvidos totais em amostras de água coletadas no corpo receptor, à montante e à jusante do lançamento do efluente tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019	47
Gráfico 8: Monitoramento da turbidez em amostras de água coletadas à montante e à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado na ETE Aureny, no ano de 2019.....	48
Gráfico 9: Resultados das análises para o parâmetro cor verdadeira em amostras de água coletadas à montante e à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado na ETE Aureny, de janeiro a dezembro de 2019.	49
Gráfico 10: Gráfico com as concentrações de DBO do efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aureny	50
Gráfico 11: Gráfico com os percentuais de remoção da DBO, considerando as concentrações do efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aureny.	51
Gráfico 12: Gráfico com as concentrações de DQO em amostras de efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aureny	53
Gráfico 13: Gráfico com os percentuais de remoção da DQO, considerando as concentrações do efluente bruto e tratado, entre janeiro de dezembro de 2019, na ETE Aureny	53
Gráfico 14: Gráfico com as concentrações de OD em amostras de água coletadas no corpo receptor do efluente tratado na ETE Aureny, à montante e à jusante do ponto de lançamento, no período de janeiro a dezembro de 2019	54
Gráfico 15: Gráfico com os percentuais de remoção de coliformes termotolerantes, considerando as concentrações no efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aureny	55
Gráfico 16: Gráfico com as concentrações de E. coli em amostras de água coletadas no corpo receptor do efluente tratado na ETE Aureny, à montante e à jusante do ponto de lançamento, no período de janeiro a dezembro de 2019.	55
Gráfico 17: Gráfico com as concentrações de nitrogênio amoniacal total em amostras de efluente bruto e tratado da ETE Aureny, no período de janeiro a dezembro de 2019.....	57
Gráfico 18: Gráfico com as concentrações de nitrato no efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aureny	58
Gráfico 19: Gráfico com as concentrações de nitrato em amostras coletadas no corpo receptor, à montante e à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado na ETE Aureny, no período de janeiro a dezembro de 2019.	59
Gráfico 20: Gráfico com as concentrações de nitrito no efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aureny	59

Gráfico 21: Remoção de fósforo total no tratamento de esgoto na ETE Aurenny, entre janeiro a dezembro de 2019.	61
Gráfico 22: Gráfico com as concentrações de fósforo total em amostras de água coletadas no corpo receptor do efluente tratado na ETE Aurenny, à montante e à jusante do ponto de lançamento, entre janeiro e dezembro de 2019.....	62
Gráfico 23: Gráfico com as concentrações de cianobactérias no corpo receptor, em amostras coletadas em pontos à montante e à jusante do lançamento do efluente tratado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019.	62
Gráfico 24: Gráfico com as concentrações de clorofila a em amostras de água coletadas no corpo receptor do efluente tratado na ETE Aurenny, à montante e à jusante do ponto de lançamento, entre janeiro e dezembro de 2019.....	62
Gráfico 25: Gráfico com os resultados das análises de condutividade da água em amostras coletadas no corpo receptor do efluente tratado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019	65
Gráfico 26: Gráfico com as concentrações de substâncias solúveis em hexano em amostras de efluente bruto e tratado da ETE Aurenny, entre janeiro e dezembro de 2019.....	66
Gráfico 27: Remoção de substâncias solúveis em hexano na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019.	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAR	Associação Brasileira de Agências de Regulação
ANA	Agência Nacional de Água e Saneamento
ARP	Agência de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos de Palmas
BDO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química Oxigênio
EEB	Estação Elevatória de Esgoto Bruto
EEEs	Estações Elevatórias de Esgoto
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FAD	Flotação por Ar Dissolvido
pH	Potencial Hidrogeniônico
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	OBJETIVOS.....	18
2.1	Objetivo gerais.....	18
2.2	Objetivo específicos.....	18
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
3.1	Cenário atual do saneamento	19
3.2	Setor de saneamento básico: mecanismos de controle e fiscalização	21
3.3	Regulação do saneamento	22
3.4	Controle operacional e fiscalizatório de estação de tratamento de esgoto em Palmas....	23
3.5	Importância e avanços	24
4	METODOLOGIA	27
4.1	Considerações gerais	27
4.2	Enquadramento legal.....	27
4.3	Caracterização da ETE	29
4.3.1	ETE Aurenny	29
4.3.2	Monitoramento.....	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5.1	Conformidade e a não conformidade da fiscalização técnica.....	33
5.2	Padrões requeridos	40
5.3	Parâmetros monitorados	42
5.3.1	pH.....	42
5.3.2	Temperatura	43
5.3.3	Sólidos	44

5.3.4	Cor e turbidez	48
5.3.5	Substâncias que comuniquem gosto ou odor	50
5.3.6	Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	50
5.3.7	Demanda química de oxigênio	53
5.3.8	Oxigênio dissolvido(OD)	54
5.3.9	Coliformes termotolerantes e a escherichia coli	55
5.3.10	Nitrogênio	57
5.3.11	Fósforo.....	60
5.3.12	Cianobactérias e a clorofila A.....	63
5.3.13	Condutividade	64
5.3.14	Materiais flutuantes e resíduos sólidos objetáveis	66
5.3.15	Óleos e graxas e substâncias solúveis em hexano.....	66
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
7	REFERÊNCIAS	70

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico, apesar de constituir um direito de todos e dever do Estado, é um problema na atualidade. Castro (2017) estima que 80% das doenças e mais de 33% da mortalidade decorrem da falta de esgoto e da qualidade da água. A situação do esgotamento sanitário no Brasil é ainda mais alarmante, onde mais de 50% da população brasileira não possui coleta de esgoto, e somente 38% do esgoto gerado recebe tratamento. O Brasil se encontra entre os 10 piores países do mundo com falta de esgotamento sanitário, 7 milhões de brasileiros defecando diariamente ao ar livre. A falta de acesso a esgoto é particularmente alarmante na região Norte do país, onde menos de 10% da população tem coleta de esgoto, ou seja, 14 milhões de pessoas não desfrutam desses serviços (DELPUPPO, 2015).

O Decreto nº 7.217/2010, que estabelece as normas para execução da Lei Nacional do Saneamento, define regular como sendo o ato que discipline ou organize determinado serviço público, abrangendo suas características, padrões de qualidade, impacto socioambiental, direitos e deveres dos usuários e do prestador de serviços, além da definição e revisão de tarifas (BRASIL, 2010).

É necessário que as Agências disponham de pessoal técnico qualificado para elaboração e verificação do cumprimento das normas e das disposições legais em geral. Desta forma, o quadro técnico da Agência Reguladora deve ser composto por profissionais contratados mediante concurso público, remunerados com salários compatíveis ou no mínimo equivalentes aos do mercado regulado (CONFORTO, 1998; PIRES GOLDSTEIN, 2001; SALGADO, 2003). Outra característica do quadro de pessoal é a necessidade de permanente capacitação, pois os reguladores devem estar preparados para compreender a constante evolução do ambiente regulado que lida com mudanças tecnológicas, qualidade de produtos e serviços, metodologias tarifárias, entre outros (CORRÊA et al. 2006; SAPPINGTON, 1994).

O relatório de fiscalização é, portanto, um instrumento utilizado para registrar as constatações e conclusões da agência reguladora acerca da eficiência e qualidade do serviço prestado. Sendo assim, no que se refere à fiscalização de sistemas de abastecimento de água (SAAs) e de esgotamento sanitário (SES), é importante que o relatório tenha caráter investigativo e abarque as condições operacionais e de manutenção do sistema fiscalizado, além das questões relativas ao atendimento ao usuário que não estejam de acordo com a normatização pertinente e com o contrato estabelecido entre o prestador de serviços e o poder concedente (BASTOS, 2019).

Desse modo, pode-se verificar o papel importante das agências reguladoras de

saneamento como órgãos que se somam aos demais para garantir que o esgoto tenha um nível de concordância com aqueles previstos legalmente.

Atualmente, após a aprovação da Lei 14.026/2020, a regulação dos serviços de saneamento continua sendo feita por agências regionais, estaduais ou municipais, porém a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) busca por meio do marco regulatório do saneamento a universalização da qualidade dos serviços de água e esgoto para a população, atribuindo a si a competência de instituir e elaborar as normas e padrões de referência em todo o país para a padronização dos serviços públicos de água e esgoto pelas agências reguladoras locais, assegurando juridicamente a entrega de serviços de qualidade a toda população brasileira em todo o território nacional.

LEI Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020 atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento.

A Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) decidiu pela atualização do calendário do Eixo Temático 5 – Normas de Referência da Agenda Regulatória para o período 2021-2023. Para esse período a ANA prevê a elaboração de 19 normas de referência para o setor de saneamento, o que inclui o abastecimento de água, a coleta e o tratamento de esgoto, a drenagem de águas pluviais urbanas e o manejo de resíduos sólidos (ANA, 2021).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo gerais.

Determinar o grau de conformidade do sistema fiscalizado a partir de diagnósticos das condições técnicas e operacional da ETE Aureny de Palmas – TO, tendo com base o relatório técnico da Agência de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos de Palmas.

2.2 Objetivo específicos.

- a) Fazer o levantamento e coletar todas as informações técnicas da ETE Aureny;
- b) fazer o processamento e analisar as informações levantadas;
- c) verificar os requisitos de qualidade do efluente tratado e do corpo receptor.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Cenário atual do saneamento.

O saneamento básico, de acordo com o Instituto Trata Brasil (2012, p. 9), define-se genericamente como “[...] o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e à produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica”. Sua relevância decorre das finalidades de suas medidas, de ordem ambiental, de saúde pública e de melhora econômica, o que demanda a eficaz regulação da prestação adequada desse serviço para que os anseios sociais a ele atrelados sejam alcançados.

A falta saneamento básico é um problema que influencia diretamente na saúde das pessoas. Sanear é controlar os fatores do meio físico do homem, que exerçam ou possam exercer efeito prejudicial ao seu bem-estar físico, mental ou social (LOPES, 2014).

Conforme a Lei Federal n.º 11.445/2007 saneamentos básico se caracteriza como um conjunto de infraestrutura, serviços e instalações de abastecimentos de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, que objetivam sanar as condições inadequadas de salubridade e de preservação do meio ambiente. Esta lei estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

O que se busca com a Lei 11.445/2007, conforme seu art. 2º é, entre outros objetivos, universalização do acesso; abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente; disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado; eficiência e sustentabilidade econômica; controle social.

A partir da citada lei surgiu um novo desenho para oferecer o serviço à população. Em verdade, o novo que aqui se refere tem a ver com a expressão em lei das possibilidades de prestação do serviço (diretamente pelo titular ou indiretamente mediante concessões e outros formatos). Assim, o art. 9º, II menciona que cabe ao titular prestar diretamente ou autorizar a delegação dos serviços e definir o ente responsável pela sua regulação e fiscalização, bem como os procedimentos de sua atuação. Anteriormente a esse marco legal, já havia as mesmas

possibilidades, porém sem as garantias de uma boa prestação (como a ausência de regulação e fiscalização) e baseadas em instrumentos jurídicos-contratuais precários (convênios e congêneres para lastrear uma relação entre titular e prestador que deixava margem para uma prestação ineficiente).

Entre os setores da infraestrutura brasileira, o abastecimento de água e o esgotamento sanitário são os que mais têm apresentado dificuldades econômicas e institucionais, com repercussão nos índices de atendimento e na qualidade dos serviços. Entre os principais problemas do setor estão a baixa eficiência operacional, a insuficiência de investimentos, a ausência de regulação e de controle social e a presença de déficit de atendimento, especialmente no tocante à coleta e tratamento de esgotos sanitários. Nascimento e Heller (2005) destacam como responsáveis pelo déficit dos serviços os seguintes fatores: a fragmentação de políticas públicas, com múltiplos agentes e baixo nível de integração das ações; os problemas relacionados com a concessão e a regulação dos serviços, envolvendo o poder concedente e a concessionária; a carência de instrumentos de regulamentação e de regulação; e a ausência de continuidade administrativa e de mecanismos que assegurem a implantação de ações e regulamentos oriundos do planejamento.

A Lei 11.107/2005 trata da cooperação dos entes federativos uns com os outros, em termos de execução de políticas públicas. Veio para fortalecer os laços de parceria e evitar obscuridade em termos de direitos e deveres. A natureza jurídica do consórcio poderá ser de direito público ou privado, sendo poucas as implicações na escolha de um ou outro formato. Pode-se ter consórcio público entre entes municipais, estaduais e federal, sendo que a União somente participa de consórcio com Município quando o Estado do qual faz parte integre a relação.

O Plano Nacional de Saneamento Básico - PNSB, cuja elaboração é prevista na Lei nº 11.445/2007, doravante denominado Plansab, resulta de um processo planejado e coordenado pelo Ministério das Cidades em três etapas: i) a formulação do “Pacto pelo Saneamento Básico: mais saúde, qualidade de vida e cidadania”, que marca o início do processo participativo de elaboração do Plano em 2008; ii) a elaboração, em 2009 e 2010, de extenso estudo denominado Panorama do Saneamento Básico no Brasil, que tem como um de seus produtos a versão preliminar do Plansab; iii) a “Consulta Pública”, que submeteu a versão preliminar do Plano à sociedade, promovendo sua ampla discussão e posterior consolidação de sua forma final à luz das contribuições acatadas.

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas – PMSB de 2017, a cidade possui 5 ETE's, distribuídas na região norte e sul da cidade. Cada estação dispõe de um volume

de tratamento diferente, a estação que possui maior capacidade instalada de tratamento e a ETE Norte com 240 l/s. O Sistema de esgotamento sanitário urbano em Palmas atende apenas a SEDE MUNICIPAL, em algumas quadras da Região Central e na Região Sul. As áreas atendidas com esgoto de acordo com os sistemas são: i) Parte da Região Central: - Sistema de Tratamento ETE Prata - Sistema de Tratamento ETE Norte; ii) Parte da Região Sul: - Sistema de Tratamento ETE Aurenny - Sistema de Tratamento ETE Santa Fé - Sistema de Tratamento ETE Taquari.

3.2 Setor de saneamento básico: mecanismos de controle e fiscalização.

A Lei do Saneamento define, no seu artigo 10, que “a prestação de serviços de saneamento básico por entidade que não integre a administração do titular depende da celebração de contrato”. Com isso, as empresas públicas que não pertençam ao titular, assim como as empresas privadas, devem ser submetidas a uma relação contratual.

No caso de contrato de concessão (para o setor privado) ou de contrato de programa (cooperação federativa), devem constar nesses contratos, sempre objetivando o equilíbrio econômico-financeiro da empresa e a eficiência: i) o sistema de cobrança e a composição de taxas e tarifas; ii) a sistemática de reajustes e de revisões de taxas e tarifas; e iii) a política de subsídios.

Além disso, no contrato devem constar mecanismos de controle social, de regulação e fiscalização. Essas características pretendem associar a possibilidade de participação de uma empresa (privada ou pública) sustentável economicamente com a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico. É assegurado aos usuários dos serviços amplo acesso às informações e a participação no controle social dos serviços, entre outros.

O contrato formaliza, dentre outras cláusulas, a forma, condições e critérios da prestação dos serviços; tarifas, preços, reajustes e revisões; responsabilidades, direitos e obrigações das partes; fiscalização e penalidades; extinção da concessão; prestação de contas e condições gerais e específicas para seu cumprimento.

Caberá às agências reguladoras definir aos aspectos econômicos, sociais, ambientais e de saúde pública. É assegurado aos usuários amplo acesso a informações sobre os serviços de saneamento básico prestados e a ter prévio conhecimento dos seus direitos e deveres e das penalidades a que pode estar sujeito. Caso isso não ocorra, é possível prever um risco de entrave das ações e dos procedimentos entre as instituições envolvidas (PRZYBYSZ, 2007).

Entretanto, a Lei aprovada não resolve a questão da titularidade dos serviços em regiões de interesse comum, como as metrópoles, ficando o assunto para decisão do Supremo Tribunal

Federal (FARIA, 2004).

A Lei Federal nº 11.445/2007 configurou-se como um marco regulatório do setor de saneamento. Por meio das diretrizes dessa lei, as entidades reguladoras tornaram-se essenciais na avaliação e no monitoramento da prestação dos serviços. Segundo a Associação Brasileira de Agências de Regulação (Abar), em 2015 existiam 50 agências reguladoras de saneamento no país, das quais 29 foram criadas após a edição da referida lei. Até o ano de 2014, essas agências já regulavam serviços em 2.746 municípios (ABAR, 2015).

3.3 Regulação do saneamento.

Até a terceira década do século XX, o setor de saneamento básico era formado por empresas públicas e privadas, predominantemente de origem estrangeira (ARAÚJO e BERTUSSI, 2018, p. 172). O primeiro marco normativo para a regulação dos serviços de saneamento básico e energia elétrica no país foi o Código de Águas de 1934, por meio do qual foram estabelecidos princípios de um sistema híbrido entre o regime de concessões típico do direito administrativo, com a regulação econômica realizada por meio da utilização como paradigma regulatório a taxa de retorno. Essa heterogeneidade representaria uma contraposição de “[...] uma visão liberal, de fortalecimento do Estado regulador e de descentralização de suas funções (mediante delegação para os estados federados) e uma visão centralizadora, que concentrava na esfera federal o poder decisório sobre todas as políticas mais importantes” (BRITTO, 2001, p. 1081).

Da mesma forma que a função de planejamento, a regulação e a fiscalização dos serviços de saneamento básico englobam pelo menos duas vertentes: a regulação e a fiscalização da cadeia industrial, com o objetivo de proteger a livre concorrência entre os operadores e os direitos do consumidor em geral; e a regulação e a fiscalização do serviço público, de modo a garantir o cumprimento do plano de saneamento básico, o equilíbrio econômico-financeiro do operador e a qualidade dos serviços de saneamento básico em especial.

A despeito da regulação tarifária pode-se observar que a regulação envolve aspectos tanto qualitativos quanto tarifários. São apresentadas a seguir as formas de regulação dos preços com base na teoria dos incentivos. Nessa teoria, o regulador implementa regras que estimulam a empresa a atingir determinados objetivos desejados para o setor. Para induzir as empresas a perseguirem essas metas, elas recebem algum tipo de poder. Segundo Farina, Azevedo e Picchetti (1997), na teoria dos incentivos três características são fundamentais: i) metas regulatórias previamente estabelecidas; ii) existência de algum poder discricionário para a firma; e iii) esse poder, no entanto, não é completo (existem algumas restrições e resultados que

o regulador impõe sobre a firma).

Segundo D'Oliveira (2020) o novo marco regulatório do saneamento básico, introduzido por meio da Lei nº 14.026/2020, traz algumas relevantes inovações: prevê a obrigatoriedade de os contratos dos municípios e do estado preverem metas de desempenho e de universalização dos serviços; adota como princípio a regionalização dos serviços de saneamento; promove mudanças substanciais na sua regulação; e estimula a concorrência e a privatização das empresas estatais de saneamento, entre outras.

A Lei deposita na ANA a responsabilidade de estabelecer um padrão regulatório para o setor que reverta essa situação de falta de normas de regulamentação universal para as agências locais e firmas de tratamento de água e esgoto. O novo marco legal para o saneamento (Lei 14.026/2020) estimula que os serviços de saneamento e a sua regulamentação sejam organizados, tanto quanto possível, por blocos de municípios (KELMAN J. 2020).

3.4 Controle operacional e fiscalizatório de estação de tratamento de esgoto em Palmas.

A Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que dispõe sobre as diretrizes para o saneamento básico, determina em seu Artigo 43 que a autoridade ambiental competente estabelecerá metas progressivas para que a qualidade dos efluentes de estações de tratamento de esgotos domésticos atenda aos padrões das classes dos corpos hídricos em que forem lançados, a partir dos níveis presentes de tratamento e considerando a capacidade de pagamento das populações e usuários envolvidos. Dessa forma, evidencia-se que o conceito de progressividade para atingir as metas do enquadramento foi inserido como diretriz do setor de saneamento.

Rodrigues e Arend (2006) definem gerenciamento de recursos hídricos como ações destinadas a regular o uso e o controle e a avaliar a conformidade da situação atual com os princípios estabelecidos pela política de recursos hídricos.

Já a Resolução nº. 430, de 13 de maio de 2011, estabelece em suas diretrizes que os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão realizar o automonitoramento, para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores, sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado. O responsável por fonte poluidora dos recursos hídricos deve apresentar ao órgão competente, até o dia 31 de março de cada ano, Declaração de Carga Poluidora, referente ao ano anterior (BRASIL, 2011).

Na esfera municipal, a Lei Complementar nº. 1.011/2001 prevê a Política Municipal de Controle de Poluição e Manejo dos Recursos Hídricos com os seguintes objetivos:

I - Proteger a saúde, o bem-estar e a qualidade de vida da população;

II - Proteger e recuperar os ecossistemas aquáticos, com especial atenção para as áreas de nascentes e outros relevantes para a manutenção dos ciclos biológicos;

III - Restringir o lançamento de poluentes nos corpos d'água;

IV - Compatibilizar e controlar os usos efetivos e potenciais da água, tanto qualitativa quanto quantitativamente;

V - Controlar os processos erosivos que resultem no transporte de sólidos, no assoreamento dos corpos d'água e da rede pública de drenagem;

VI - Assegurar o acesso e o uso público às águas superficiais, exceto em áreas de nascentes e outras de preservação permanente, quando expressamente disposto em norma específica;

VII - Adequar o tratamento dos efluentes líquidos, visando preservar a qualidade dos recursos hídricos.

Segundo a FUNASA (2004), sob o aspecto sanitário, o destino adequado dos dejetos humanos, visa, fundamentalmente, aos seguintes objetivos: i) evitar a poluição do solo e dos mananciais de abastecimento de água; ii) evitar o contato de vetores com as fezes; iii) propiciar a promoção de novos hábitos higiênicos na população; iv) promover o conforto e atender ao senso estético.

O sistema de esgotamento sanitário de Palmas atende apenas a sede municipal, representando 50,3% da população urbana do município, sendo que, deste montante, 100% do volume coletado é tratado. Já os distritos de Buritirana e Taquaruçu não possuem sistema de esgotamento sanitário (PALMAS, 2015).

Na Região Sul atualmente apenas três bairros possuem sistema de coleta de esgotos sanitários: o Aurený I, II e III. Os efluentes são conduzidos para tratamento na ETE Aurený.

O processo de tratamento da ETE Aurený é constituído das seguintes etapas: i) Tratamento preliminar (grades de limpeza manual, desarenador manual tipo canal, medidor de vazão tipo Parshall); tratamento biológico (Lagoas de Estabilização; Lagoa Anaeróbia; Lagoa facultativa; Lagoa de maturação); iii) tratamento terciário – Sistema de flotação para remoção de algas e de fósforo

3.5 Importância e avanços.

O déficit de saneamento básico no Brasil é democrático, afetando todas as regiões brasileiras, de norte a sul e, impactando negativamente vários outros setores, como saúde, educação, turismo e meio ambiente. Para o Instituto Trata Brasil, ter saneamento básico é essencial para o desenvolvimento de um país, levando à melhoria da qualidade de vidas das

pessoas, melhorias na educação, expansão do turismo, valorização dos imóveis, despoluição dos rios e preservação dos recursos hídricos etc. E mais, a água é o recurso que impõe o limite para o crescimento econômico e desenvolvimento, já que grande parte dos processos industriais dependem da disponibilidade desta.

Observam-se, assim, dois dos grandes desafios da gestão pública atual. Desafios consubstanciados na necessidade de efetuar a gestão dos serviços públicos de saneamento básico de forma a atender princípios de universalidade para a satisfação do interesse coletivo, ainda que submetido ao regime de direito público, e as dificuldades decorrentes deste regime: escassez de recursos para financiar o serviço, falhas de mercado, monopólio, entraves da máquina burocrática estatal e a própria defasagem da legislação em face dos desafios de gestão enfrentados.

A despeito de esforços nas últimas décadas, as melhorias no setor de saneamento no Brasil avançam de maneira vagarosa, principalmente no que se refere à coleta e ao tratamento de esgoto doméstico, como indicam os dados de 2014 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). A última pesquisa divulgada em 2016 apontou que a média nacional de coleta de esgotos em áreas urbanas é de 57,6%, o índice de tratamento dos esgotos gerados chega a 40,8% e o dos esgotos coletados, a 70,9% (BRASIL, 2016).

Diante desse cenário, priorizar políticas públicas relacionadas ao setor e planejar ações que conduzam à universalização do acesso ao saneamento básico e à estruturação do setor são atitudes fundamentais para o país (BRASIL, 2007).

Conforme Galvão Junior (2006), o papel da regulação é assegurar que todos os serviços públicos sejam prestados de maneira adequada, ou seja, que atendam aos princípios básicos de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia e modicidade, itens também destacados no art. 2º da Lei nº 11.445/2007. Adicionalmente, a agência reguladora deve atuar para garantir o equilíbrio entre usuários, prestador de serviços e poder concedente.

Ainda de acordo com Galvão Junior (2006), a atividade regulatória é operacionalizada pelo ato de fiscalizar os serviços prestados, momento no qual será verificado o cumprimento do disposto em leis, decretos, normas relacionadas à atividade, bem como em resoluções editadas pelo ente regulador e em contrato de programa ou de concessão. Como produto, além dos documentos referentes aos procedimentos administrativos, tem-se o relatório de fiscalização, que inclui análises de dados e documentos recebidos do prestador de serviços, informações levantadas durante a inspeção de campo, não conformidades identificadas pelo fiscal, além de determinações e recomendações da agência reguladora.

Outro elemento importante será a consideração de que os titulares dos serviços de saneamento deverão deter as condições adequadas para a prestação deste serviço. E, por condições adequadas devem ser entendidas não só as condições de cunho financeiro e estrutural, mas também as condições ambientais que podem ultrapassar os limites territoriais de municípios e mesmo dos estados.

O fato é que, apenas com a Lei 11.445/2007, insere-se de forma legal, o princípio de que os serviços públicos de saneamento básico precisam ser regulados e fiscalizados pelo poder público, instituindo a necessidade um ente regulador e explicitando de que forma esta regulação deverá ocorrer.

Criada em 2 de janeiro de 2007, através da lei N° 1.758, a Agência Tocantinense de Regulação, Controle e Fiscalização (ATR) tem o objetivo de regular, controlar e fiscalizar os serviços públicos de saneamento no estado do Tocantins, compreendendo o abastecimento de água e esgotamento sanitário, o transporte intermunicipal rodoviário e aquaviário de passageiros, os terminais rodoviários e demais serviços delegados por outros entes da Federação, assegurando ao cidadão a continuidade, eficiência, segurança, cortesia e modicidade tarifária na prestação dos serviços (ATR 2021).

Já a Agência de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos de Palmas (ARP) foi criada pela Lei nº 2.297, de 30 de março de 2017, com a finalidade de regular, fiscalizar e controlar os serviços públicos concedidos, permitidos ou autorizados no âmbito do Município de Palmas (ARP 2021).

4 METODOLOGIA

4.1 Considerações gerais.

Este estudo foi realizado por meio de uma análise do relatório técnico disponível no site da prefeitura de Palmas-TO, foi realizado a vistoria técnica através da ARP (Agência de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos de Palmas) de âmbito municipal e no conteúdo de dispositivos normativos que disciplinam esses serviços. Para a proposição de padrão de não conformidades aplicadas à fiscalização são definidas algumas condições: i) A fiscalização é de rotina, ou seja, programada pela agência reguladora, não sendo um atendimento à demanda específica; ii) solicitação prévia de informações à Prestadora dos serviços objetos de estudo; iii) processamento e análise das informações levantadas em campo e obtidas diretamente da Concessionária.

O presente estudo é baseado no relatório técnico disponível no site da prefeitura, que teve como base para a realização uma visita técnica com um formulário de inspeção de campo, listando um conjunto de perguntas sobre o sistema fiscalizado em relação de não conformidades passíveis de serem identificadas pelo fiscal. O relatório técnico foi feito por base em fotos.

4.2 Enquadramento legal.

O município de Palmas através da Lei Municipal nº 2.297, de 30 de março de 2017, dispõe sobre a criação da Agência de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos de Palmas, com a finalidade de regular, fiscalizar e controlar os serviços públicos concedidos, permitidos ou autorizados no âmbito do município de Palmas.

Tabela 1: Principais leis, decretos, resoluções e portarias que norteiam as fiscalizações realizadas pela ARP.

Legislação	Descrição
Lei Federal nº 11.445/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico e dá outras providências.
Decreto Federal nº 7.217/2010	Regulamenta a Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.
Resolução	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para

CONAMA n° 357/2005	o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
Resolução CONAMA n° 430/2011	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.
Portaria MS n° 2914/2011	Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
Portaria MS n° 443/BSB/ 1978	Estabelece os requisitos sanitários mínimos a serem obedecidos no projeto, construção, operação e manutenção dos serviços de abastecimento público de água para consumo humano, em obediência ao disposto no artigo 9º do Decreto no 79.367 de 09 de março de 1977.
Resolução ARP n°004/2017	Procedimentos de Fiscalização de Prestação dos Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário, de Aplicação de Penalidades e dá Outras Providências.
Resolução ARP n°008/2018	Procedimentos de Consultas e Reclamações dos Usuários dos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário.
NBR 12208/1992	Dispõe das condições exigíveis para a elaboração de projeto hidráulico sanitário de estações elevatórias de esgoto sanitário com emprego de bombas centrífugas, observada a regulamentação específica das entidades responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento do sistema de esgoto sanitário.
NBR 12209/1992	Dispõe das condições exigíveis para elaboração de projeto hidráulico-sanitário de estação de tratamento de esgoto sanitário (ETE), observada a regulamentação específica das entidades responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento do sistema de esgoto sanitário.
NBR 13035/1993	Dispõe de condições exigíveis para planejamento e instalação de laboratórios para análises e controle de águas, a fim de que sejam economicamente viáveis, funcionais, eficientes e seguros em seu desempenho sob os pontos de vista biológico, microbiológico e físico-químico.
NBR 12216/1992	Estabelece condições exigíveis na elaboração de projeto de estação de

		tratamento de água destinada à produção de água potável para abastecimento público.
NR 10/NR 15/NR 23	10/NR 15/NR 23	NR 10 - Art. 10.9/NR 15/NR 23-Art.32.1

4.3 Caracterização da ETE

Os serviços públicos de coleta, afastamento, tratamento e disposição final de esgotos no Município de Palmas é realizado pela SANEATINS/BRK Ambiental. Segundo os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2018, o índice de atendimento urbano com o serviço de esgotamento sanitário em Palmas era de 87,57%, por sua vez, o índice de coleta de esgoto era de 66,92% e 100% do esgoto coletado é tratado.

Atualmente estão em operação no Município de Palmas 3 (três) estações de tratamento de esgoto que fazem parte do sistema público: ETE Norte, ETE Aureny e ETE Santa Fé. O presente trabalho trata do monitoramento da ETE Aureny. Desta forma, no item a seguir, foi feita uma descrição do sistema de tratamento que é utilizado nesta estação.

4.3.1 ETE Aureny.

De acordo com as informações prestadas pela firma que realiza o tratamento do esgoto sanitário na ETE Aureny no município de Palmas, o tratamento preliminar é realizado por grades de limpeza manual, desarenador manual e medidor de vazão (calha Parshall). Esta etapa do tratamento tem como objetivo a remoção de sólidos grosseiros e areia:

As principais finalidades da remoção dos *sólidos grosseiros* são:

- proteção dos dispositivos de transporte dos esgotos (bombas e tubulações);
- proteção das unidades de tratamento subsequentes;
- proteção dos corpos receptores;

(...)

As finalidades básicas da remoção de *areia* são:

- evitar abrasão nos equipamentos e tubulações;
- eliminar ou reduzir a possibilidade de obstrução em tubulações, tanques, orifícios, sifões etc.;
- facilitar o transporte do líquido, principalmente a transferência de lodo, em suas diversas fases. (VON SPERLING, 2005, p. 265-266).

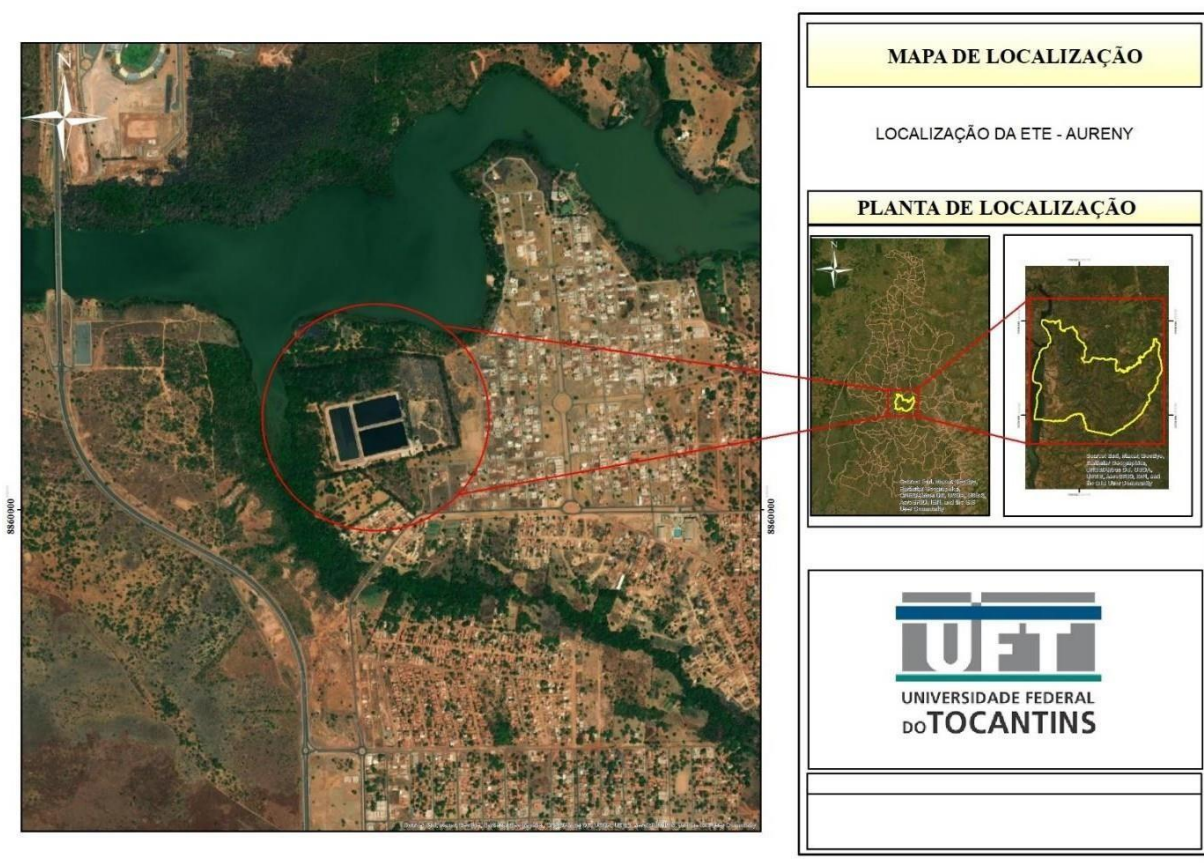
Ainda conforme informações prestadas pela SANEATINS/BRK Ambiental, a ETE Aureny possui capacidade para tratamento de 130 l/s, tem tratamento do tipo terciário e o lançamento do efluente tratado é feito no lago da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães.

A ETE Aureny está localizada na chácara Irmã Dulce, Av. T. Bonifácio, QD. 37, Setor

Bertaville, na região sul de Palmas/TO e, segundo informações prestadas pela Concessionária, atende cerca de 50.900 habitantes. A localização da estação em questão pode ser observada na Figura 1.

A partir das informações sobre o processo de tratamento realizado e a demanda necessária dos serviços, foi levado em conta as normas regulatórias para análise das desconformidades existentes no local de funcionamento.

Figura 1: Localização da ETE Aurenny



Fonte: Pesquisa.

4.3.2 Monitoramento.

O monitoramento da Estação de Tratamento de Esgoto Aurenny é realizado pela SANEATINS/BRK Ambiental e encaminhado mensalmente para a Fundação Municipal de Meio Ambiente de Palmas, em atendimento às exigências estabelecidas no licenciamento ambiental.

É monitorada a qualidade da água do corpo receptor em pontos à montante e à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado, a qualidade do efluente bruto e tratado, além da qualidade da água subterrânea, com amostras coletadas em 5 (cinco) piezômetros.

Por meio do acesso aos dados de monitoramento da qualidade da água do efluente que recebe a descarga do esgoto tratado, foi possível analisar as desconformidades existentes nos parâmetros de qualidade do corpo receptor.

Figura 2: Imagem de satélite com indicação dos pontos de amostragem.



Fonte: SANEATINS/BRK Ambiental.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O sistema de esgotamento sanitário da ETE Aurenny de redes coletoras de esgoto bruto é drenado por gravidade para as Estações Elevatórias que, por meio de bombeamento são direcionadas a ETE, atualmente a ETE Aurenny recebe contribuição dos esgotos das Estações Elevatórias de Esgoto - EEEs União Sul, Flor do Cerrado, Santa Barbara, Aeroporto e Taquari. A vazão média de afluente de esgotos tratado da ETE Aurenny é entorno de 88,9l/s, no entanto, está dimensionada para uma capacidade máxima de 130 l/s.

No tratamento preliminar existe um biofiltro para captação dos gases gerados nessa etapa, com o intuito de reduzir o mau odor gerado.

Após o tratamento preliminar, o esgoto passa por uma lagoa anaeróbia, seguida de uma lagoa aerada e de uma lagoa de maturação. Ademais, antes de ser lançado no corpo receptor, o efluente passa por um sistema de flotação por ar dissolvido.

A classificação das lagoas de estabilização se dá de acordo com a forma pela qual ocorre a estabilização da matéria orgânica.

Tabela 1: Unidades Operacionais - Bacia de esgotamento (Ribeirão Taquarussu Grande).

Nome da Unidade Operacional	Tipo de Tratamento	Vazão do Projeto (l/s)	Vazão Média Atual (l/s)
ETE AURENYY	Estação Elevatória de Esgoto Bruto – Tratamento Preliminar – Lagoa Anaeróbia – Lagoa Aerada – Lagoa de Maturação – Flotadores – Emissário Final	131,34	88,90
Ponto de lançamento do esgoto tratado.	Lago da UHE Luis Eduardo Magalhães		

Elevatória de Esgoto Bruto - EEB: Ponto de chegada do efluente na estação, bombeia o esgoto para a primeira lagoa do sistema.

Tratamento Preliminar: Consiste em Grades de limpeza manual, Desarenador manual tipo canal e calha com medidor de vazão tipo Parshall.

Lagoa Anaeróbia: Tratamento primário da unidade. Trata-se de uma lagoa profunda que

remove matéria orgânica sem a presença de oxigênio. O efluente desta lagoa, com a carga orgânica reduzida em cerca de 50 %, alimenta a Lagoa Aerada.

Lagoa Aerada: Tratamento secundário do sistema, é um sistema predominantemente aeróbio e de dimensões mais reduzidas. Possui 16 (dezesseis) aeradores instalados, que trabalham alternadamente.

Lagoa de Maturação: O efluente líquido é encaminhado da Lagoa Aerada para a Lagoa de Maturação existente. Sua principal finalidade é a remoção de organismos patogênicos, sólidos em suspensão e eficácia na remoção de nutrientes. Por ser menos profunda, permite maior penetração dos raios solares.

Flotadores: O sistema de Flotação por Ar Dissolvido (FAD), visa a melhoria na remoção de sólidos em suspensão, fósforo e algas, melhorando a qualidade do efluente para lançamento no corpo receptor.

Emissário Final – Lançamento do Efluente Tratado: Após o processo no Flotador o esgoto tratado é direcionado pelo emissário final para lançamento no Lago da UHE Luís Eduardo Magalhães (Outorga ANA).

5.1 Conformidade e a não conformidade da fiscalização técnica.

O presente estudo teve como objetivo propor a identificação de conformidades e não conformidades que foram identificadas através de fotos do local de funcionamento da ETE.



Figura 3: Tratamento Preliminar (entrada do esgoto bruto, gradeamento, desarenador manual, medidor de vazão tipo calha Parshall)



Figura 4: Vista do biofiltro para controle de odores do tratamento preliminar.



Figura 5: Falta placas de identificação do processo, reforma de guarda corpo.



Figura 5: Tubulação responsável pela coleta de gases do Tratamento Preliminar, suspensão cone e tijolo em local desnivelado.



Figura 6: Vista da caixa de passagem da entrada do esgoto coberta pela vegetação.



Figura 7: Presença de vegetação dentro da Lagoa Anaerobia.



Figura 8: Presença de material grosseiro (sacolas plásticas, copos descartáveis) na saída da Lagoa Anaerobia para a Lagoa Aerada.



Figura 9: Presença de vegetação nos taludes da Lagoa.



Figura 10: Lagoa Aerada com 16 aeradores que trabalham alternadamente.



Figura 11: Falta placas de identificação do processo.



Figura 12: Vista geral da Lagoa de maturação e última do processo de tratamento por lagoa.



Figura 13: Vista da Estação Elevatória que bombeia o efluente da lagoa de maturação para o processo de flotação.



Figura 14: Vista da lateral e de acesso ao Flotador por Ar Dissolvido (FDA).



Figura 15: Material flutuante do flotador, proveniente de um processo físico-químico em que associa-se coagulante para remoção de sólidos suspensos.



Figura 17: Vista superior de Flotador por Ar Dissolvido (FAD).



Figura 19: Tubulação do sistema de flotação sob o flotador apresenta ruptura causando vazamento.



Figura 16: Coleta do efluente tratado na saída do flotador para análise de eficiência, conforme previsto a legislação.



Figura 18: Laboratório de análise de monitoramento dos processos em operação.



Figura 21: Local do lançamento de efluente tratado no Lago UHE Luis Eduardo e área da zona de mistura.



Figura 20: Presença de pescador logo após o lançamento, presença de lixo(copos descartáveis, sacola, resto de madeira queimada). Ausência de sinalização e informação de alerta.



Figura 22: Cortina verde de eucalipto para contenção de odores apresenta falhas.



Figura 23: Vista as obras de instalação do patio de Geobags como destinação do lodo gerado na ETE.



Figura 24: Ausência de identificação na entrada da ETE e informações de alerta para entrada de pessoas não autorizadas.



Figura 25: Ausência de sinalização de indicação ao acesso da ETE.

Após revisão da relação de itens para apuração da fiscalização e respectivas fotos, foram identificados aqueles que podem ser enquadrados como não conformidade, que, segundo Galvão Junior (2006, p. 17), caracteriza a constatação, fato inerente à prestação dos serviços, “como em desacordo com os dispositivos legais que regulamentam a concessão, não atende ao contrato de concessão ou mesmo desobedece à legislação do setor de saneamento”. Ressalta-se que itens foram considerados de acordo com as recomendações da agência.

Foram encontradas algumas não conformidades evidenciadas na unidade operacional da BRK Ambiental, referente ao Sistema de Abastecimento de Água da ETA 006:

Foto 5 – Falta de sinalização de advertência e identificação do processo.

Determinação: Execução de um plano de identificação e sinalização.

Levando em conta a grande importância da sinalização de segurança, é necessário adotá-la. Fazer a sinalização de segurança corretamente ajuda o colaborador a saber como deve se comportar em determinado local ou situação.

Foto 6 – Ancoragem inadequada (tijolo) da tubulação da coleta de gases do tratamento primário.

Determinação: nivelamento da estrutura de sustentação da tubulação e adequá-la as normas técnicas de construção.

A padronização é um processo constante de melhoria. A determinação de padrões e normalização dos materiais de produção também exige a adequação por parte da equipe envolvida nas obras, tornando-a mais preparada quanto ao uso e desenvolvimento de materiais mais resistentes, duráveis e de qualidade. Os equipamentos de uma tubulação devem ser aplicados nos locais determinados pelo projeto, atendendo-se ao disposto para a execução das juntas em tubulações, no que couber, e às recomendações e especificações dos fabricantes. Devem ser alinhados com mais rigor do que a tubulação em geral. No caso de necessitarem de apoios através de ancoragem. Os sistemas de ancoragem e de apoio devem ser de concreto.

Foto 7 - Falta de manutenção e limpeza a margem da cerca de isolamento da lagoa anaeróbia.

Recomendação: Limpeza da área e roçagem.

Nos longos períodos com temperatura baixas e tempo nublado, na lagoa anaeróbia, 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. Necessitando também de roçagem em torno do lago.

Foto 8, 9 e 10 – Presença de vegetação nos taludes, dentro da lagoa e material sobrenadante;

Determinação: Remoção de toda vegetação e material sobrenadante.

A manutenção deve ocorrer diariamente por todo o perímetro do sistema de lagoas, verificando as condições da cerca, vazamentos de líquido pelos taludes entre outros. Para Kellner e Pires (1998), deve-se retirar os sobrenadantes e enterrá-las em valas apropriadas ou encaminhá-las a um aterro sanitário licenciado, manter as margens isentas de qualquer vegetação e não permitir a passagem de material flutuante para a lagoa subsequente neste caso para a Lagoa aerada.

Um dos principais aspectos ambientais nas lagoas de estabilização é a questão da proliferação de insetos, principalmente de mosquitos em área de doenças endêmicas como dengue, febre amarela e malária. Para que isso não ocorra, é importante que não haja vegetação muito perto das lagoas (LA ROVERE, 2002).

Foto 18 – Tubulação do sistema de flotação sob o flotador apresenta ruptura causando vazamento.

Determinação: estancado de maneira imediata do vazamento.

As causas principais dos vazamentos em tubulações são falhas na estrutura das tubulações, que se originam de problemas mecânicos, físicos ou químicos. Os vazamentos nas tubulações sempre causam prejuízos, atrapalhando o andamento das tarefas. Além de ter uma perda de produtividade e de desperdícios.

Foto 21 e 22 – Ausência de placa de identificação do ponto de lançamento do efluente tratado, sinalização e delimitação da área de zona de mistura, sinalização de advertência e de dispositivo que impeça a prática de pesca e lazer.

Determinação: Instalação de placas de advertência, sinalização com boias para delimitação da área de zona de mistura.

A zona de mistura é a região do corpo receptor na qual ocorre a mistura entre o efluente tratado lançado e o recurso hídrico, sendo delimitada desde o ponto que recebe o efluente tratado até a seção na qual há mistura completa, o art. 4º da Resolução CONAMA nº 357/2005, diz que:

Art. 4º Para efeito desta Resolução adotam-se as seguintes definições, em complementação àquelas contidas no art. 2º da Resolução CONAMA nº 357, de 2005:

(...)

XIV - Zona de mistura: região do corpo receptor, estimada com base em modelos teóricos aceitos pelo órgão ambiental competente, que se estende do ponto de lançamento do efluente, e delimitada pela superfície em que é atingido o equilíbrio de mistura entre os parâmetros físicos e químicos, bem como o equilíbrio biológico do efluente e os do corpo receptor, sendo específica para cada parâmetro. (BRASIL, 2005, s.p.).

Foto 23 - Falha na cortina verde de eucalipto

Recomendação: Replantio de novas mudas, substituição de árvores mortas e danificadas.

As cortinas vegetais são instrumentos que podem contribuir para a minimização dos odores gerados pelos processos de tratamento das estações, a utilização de barreiras vegetais como técnica para controle de odores é utilizada em diversas situações em todo o mundo. Sendo assim, deve-se dar grande importância à reposição das mudas mortas, pois as falhas na barreira podem ocasionar afunilamento dos ventos e aumento na dispersão dos odores característicos das ETEs.

Fotos 25 e 26 – Identificação da ETE, placas de advertência para entrada de pessoas na área, placas de indicação ao acesso a ETE Aurenny.

Determinação: Instalações de Placas

As placas de sinalização são uma importante ferramenta de comunicação além de grande utilidade para a segurança das pessoas, elas são essenciais para sinalizar: advertências, serviços e localização.

As não conformidades são irregularidades verificadas nas condições da prestação de serviços ou nos procedimentos realizados e que não estavam de acordo com a legislação, com o contrato ou com as normas técnicas de saneamento expedidas pela agência reguladora.

5.2 Padrões requeridos.

Os padrões a se manter nos corpos d'água e os padrões de lançamento de efluentes estão dispostos nas Resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011.

A Resolução CONAMA 357/2005 dividiu as águas superficiais em doces, salobras e salinas, e, em função dos usos previstos, há 13 classes e, a em função destas classes, deve ser mantida uma determinada qualidade no corpo d'água.

A Resolução CONAMA 430/2011, por sua vez, estabeleceu condições e padrões mínimos de qualidade para o lançamento de efluentes. No caso em tela, as condições e padrões

requeridos são: aqueles exigidos para águas doces de classe 2, dispostos no art. 15 da Resolução CONAMA 357/2005; os estabelecidos pelos artigos 16 e 21 da Resolução CONAMA 430/2011.

Na tabela 2, a seguir, mostra os parâmetros que foram analisados e subsidiaram o monitoramento da Estação de Tratamento de Esgoto Aurenny em 2019 e do corpo receptor dos efluentes tratados, e os respectivos padrões estabelecidos pelas Resoluções CONAMA supracitadas.

Tabela 2: Parâmetros monitorados em 2019 e os respectivos padrões estabelecidos pelas Resoluções CONAMA 430/2011 e 357/2005.

Parâmetro	Unidade	Resolução CONAMA 430/2011 Art. 16 e 21	Resolução CONAMA 357/2005 Art. 15
pH a 25 °C	-	5 a 9	6 a 9
Temperatura	°C	40 °C	-
Materiais sedimentáveis	mL/L	1	-
DBO	mg/L	120	< 5
DQO	mg/L	-	-
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	-	-
Materiais flutuantes	-	Virtualmente ausentes	Virtualmente ausentes
Fósforo total	mg/L	-	Ambiente lântico, VMP = 0,03 mg/L; Ambiente intermediário, VMP = 0,05 mg/L; Ambiente Lótico, VMP = 0,1 mg/L.
Nitrogênio amoniacal total	mg/L	-	pH ≤ 7,5 VMP = 3,7 mg/L; pH > 7,5 e pH ≤ 8,0 VMP = 2,0 mg/L; pH > 8,0 e pH ≤ 8,5 VMP = 1,0 mg/L; pH > 8,5 VMP = 0,5 mg/L.
Sólidos suspensos totais	mg/L	-	-
Nitrato	mg/L	-	10
Nitrito	mg/L	-	1,0
Sólidos totais	mg/L	-	-
Sólidos fixos	mg/L	-	-
Sólidos voláteis	mg/L	-	-
Sólidos suspensos fixos	mg/L	-	-
Sólidos suspensos voláteis	mg/L	-	-
Substâncias solúveis em hexano	mg/L	100 mg/L	-
Oxigênio dissolvido	mg/L	-	> 5
Condutividade	µS/cm	-	-
Turbidez	uT	-	100
Cianobactérias	cél./mL	-	50.000
Óleos e graxas	-	-	Virtualmente ausentes
Clorofila a	µg/L	-	30
Cor verdadeira	UC	-	75
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	-	500

Escherichia coli	NPM/100 mL	-	1000
Substâncias que comuniquem gosto ou odor	-	-	Virtualmente ausentes
Resíduos sólidos objetáveis	-	-	Virtualmente ausentes
Corantes provenientes de fontes antrópicas	-	-	Virtualmente ausentes

5.3 Parâmetros monitorados.

Neste item foi feita uma breve descrição dos parâmetros monitorados, além de apresentados e discutidos os resultados das análises dos parâmetros elencados na tabela 2.

5.3.1 pH

O pH representa a concentração de íons hidrogênio H^+ , indicando a condição de acidez ($pH < 7$), neutralidade ($pH = 7$) ou alcalinidade da água ($pH > 7$), não tendo implicação em termos de saúde pública, a não ser que os valores sejam extremamente baixos ou elevados (VON SPERLING, 2005).

De acordo com o mesmo autor, em termos de tratamento de águas residuárias, valores de pH afastados da neutralidade tendem a afetar as taxas de crescimento dos microrganismos; já em termos de corpos d'água, valores elevados de pH podem estar associados à proliferação de algas.

No efluente tratado, a Resolução CONAMA 430/2011 estabelece que o valor do pH deve estar entre 5 e 9. Na Tabela 3 estão apresentados os resultados das análises de pH realizadas em amostras de efluente bruto e de efluente tratado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019.

No efluente bruto, o pH variou de 6,74 a 7,44. Já no efluente tratado, o pH variou de 4,22, em agosto, e 8,05, em novembro. Portanto, no mês de agosto, o resultado do parâmetro pH, em amostra de efluente tratado, não atendeu ao padrão estabelecido na Resolução CONAMA 430/2011.

Tabela 3: Dados de pH em amostras de efluente bruto e de efluente tratado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019.

Ponto monitorado	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Efluente bruto	7,18	7,28	7,2	7,29	7,35	7,33	7,19	7,44	7,39	7,17	6,85	6,74
Efluente tratado	6,61	6,53	6,41	6,3	6,68	6,23	6,47	4,22	7,74	7,6	8,05	6,92

Fonte: Elaboração própria, dados da concessionária.

No entanto, conforme pode ser observado na Tabela 4, no mês de agosto/2019, o valor do pH na amostra de água coletada em um ponto à jusante do lançamento do efluente tratado atendeu aos limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005 (o pH deve estar entre 6 e 9). Desta forma, apesar da não conformidade do resultado do efluente tratado no mês de agosto

para o parâmetro pH, não houve uma deterioração da qualidade da água do corpo receptor.

Tabela 4: Dados de pH em amostras de água coletadas no corpo receptor do efluente tratado na ETE Aurenny, à montante e à jusante do ponto de lançamento, no período de janeiro a dezembro de 2019.

Ponto monitorado	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Montante	7,13	6,89	6,38	6,51	6,95	6,58	6,95	6,72	6,81	6,93	5,98	8,10
Jusante	7,99	8	6,53	7,99	7,36	7,24	7,02	6,91	7,53	8,12	7,70	8,27

Fonte: Dados da ARP.

Ainda na Tabela 4, observa-se que no mês de novembro, no ponto à montante do lançamento, o valor do parâmetro pH não atendeu ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005.

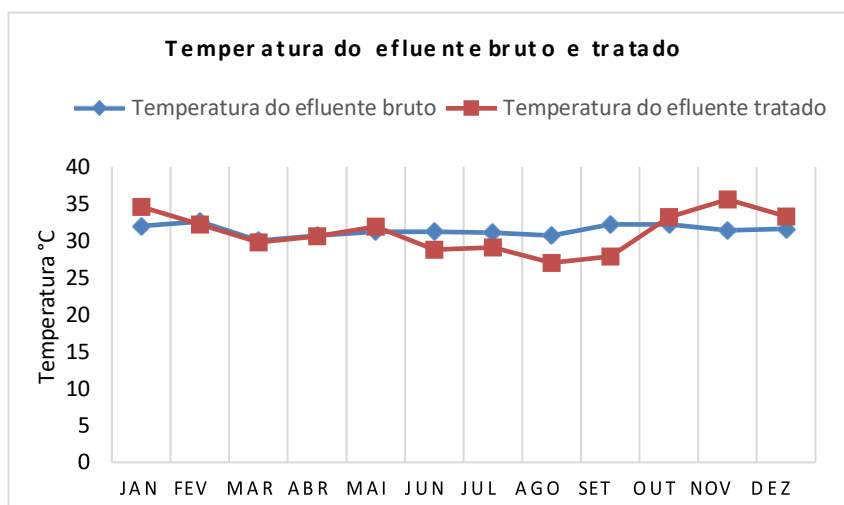
5.3.2 Temperatura

Em temperaturas elevadas, as taxas das reações físicas, químicas e biológicas aumentam, sendo que a faixa ideal para a atividade biológica é de 25 a 35°C. Além disso, o aumento da temperatura reduz a solubilidade dos gases (inclusive do oxigênio) e aumenta a taxa de transferência dos mesmos, podendo causar a liberação de gases mau cheirosos (JORDÃO E PESSÔA, 2011; VON SPERLING, 2005).

No gráfico 1 estão apresentados os dados da temperatura de amostras de efluente bruto e tratado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019. No efluente bruto, os valores variaram de 30 a 32,6°C, apresentando uma média de 31,41°C, portanto, dentro da faixa ideal para a atividade biológica, o que favorece o funcionamento adequado da tecnologia de tratamento utilizada na estação de tratamento de esgoto em tela.

Quanto ao efluente tratado, as temperaturas variaram de 27 a 35,6°C, apresentando uma média de 31,17°C, atendendo, portanto, ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 430/2011.

Gráfico 1: Gráfico com os valores das temperaturas em amostras do efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aurenny.

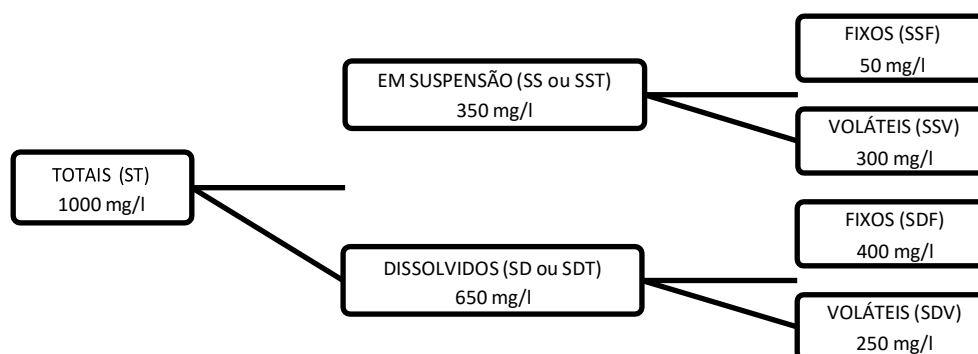


Fonte: Dados da ARP.

5.3.3 Sólidos

Segundo Von Sperling (2005), todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos e esses podem ser classificados de acordo com: i) o seu tamanho e estado (sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos); ii) as suas características químicas (sólidos voláteis e sólidos fixos); e iii) a sua decantabilidade ou sedimentabilidade (sólidos em suspensão sedimentáveis e sólidos em suspensão não sedimentáveis). Na Figura 27 está apresentada a distribuição aproximada dos sólidos no esgoto bruto.

Figura 26: Distribuição aproximada dos sólidos do esgoto bruto (em termos de concentrações).



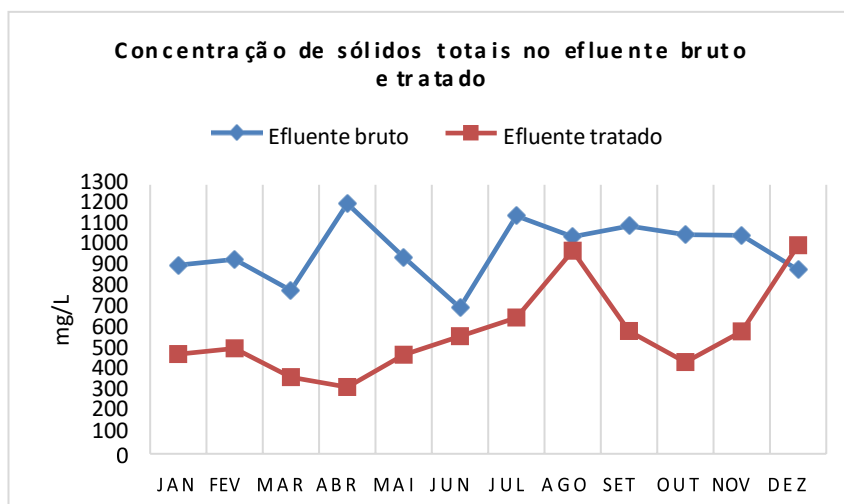
Fonte: Von Sperling, 2005, pág. 88.

O monitoramento realizado pela SANEATINS/BRK Ambiental abrange análises de toda a série de sólidos. Entretanto, foram escolhidos alguns parâmetros da série para discussão.

No gráfico 2 estão disponíveis os resultados das análises do parâmetro sólidos totais em amostras de efluente bruto e tratado na ETE Aurenny, no período compreendido entre janeiro e dezembro de 2019.

As amostras de efluente bruto apresentaram uma concentração média de sólidos totais equivalente a 984 mg/L, próxima da concentração típica de esgotos brutos apresentada por Von Sperling (2005), e os valores variaram de 706 a 1209 mg/L. No efluente tratado, a média da concentração de sólidos totais no mesmo período foi de 584 mg/L e apresentou um desvio padrão de 213,82 mg/L.

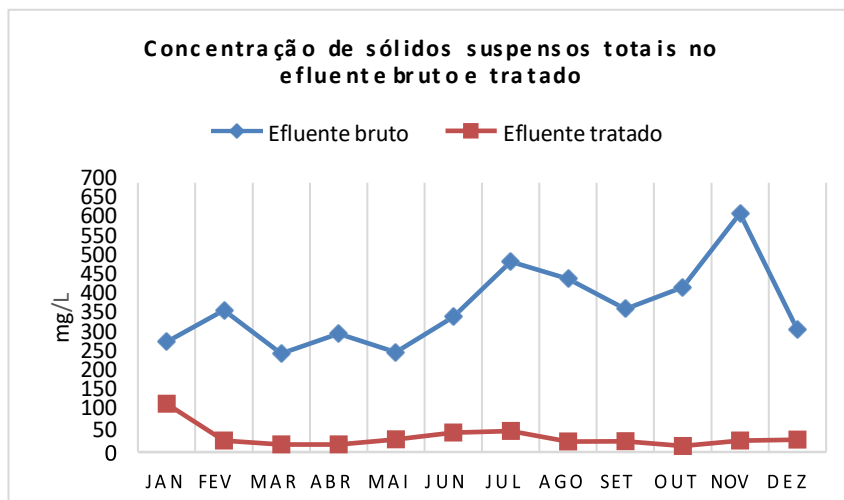
Gráfico 2: Gráfico com a concentração de sólidos totais em amostras de efluente bruto e tratado na ETE Aurenny, de janeiro a dezembro de 2019.



Fonte: Dados da ARP.

No período analisado, a concentração de sólidos suspensos totais no efluente bruto e tratado apresentou uma média de 375 mg/L e 38 mg/L, respectivamente. No gráfico 3 podem ser observados os valores mês a mês.

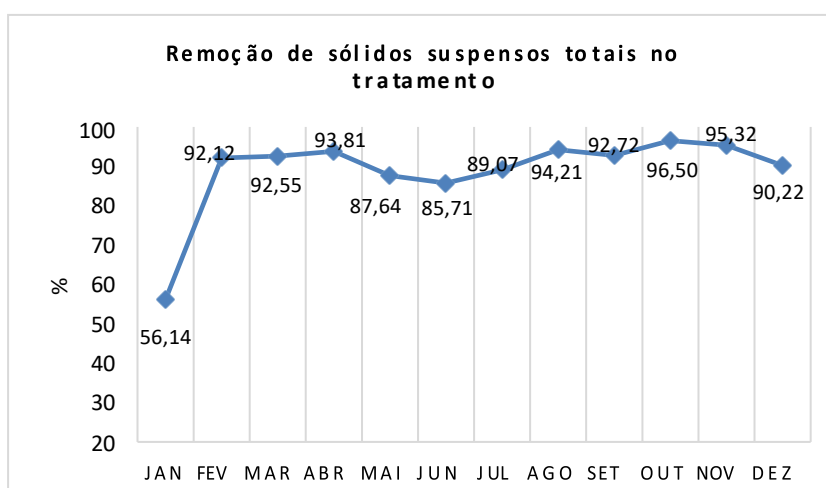
Gráfico 3: Gráfico com a concentração de sólidos suspensos totais em amostras de efluente bruto e tratado, nos meses de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aurenay.



Fonte: Dados da ARP.

Em termos percentuais, a média de desempenho da ETE Aurenay na remoção de sólidos suspensos totais ao longo de 2019 foi de 88,8%, sendo que o pior desempenho ocorreu em janeiro, 56,1%, e o melhor em outubro, 96,5% (ver gráfico 4). Ademais, durante a maior parte do ano, a remoção de sólidos suspensos totais, comparando-se dados do efluente bruto e tratado, foi superior a 90%.

Gráfico 4: Gráfico com os percentuais de remoção de sólidos suspensos totais no tratamento de esgoto, considerando as concentrações do efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019.

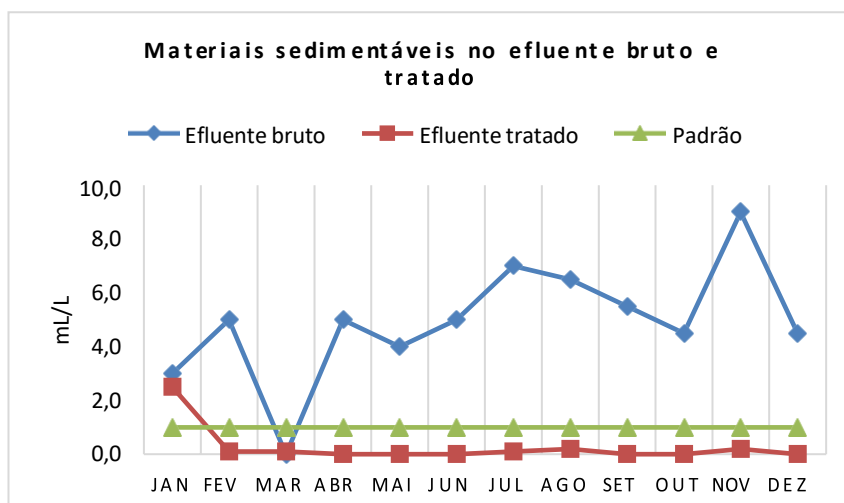


Fonte: Dados da ARP.

O gráfico com os resultados das análises do parâmetro materiais sedimentáveis para amostras de efluente bruto e tratado na ETE Aurenay, no período de janeiro a dezembro de 2019, está apresentado no gráfico 5.

A Resolução CONAMA 430/2011 estabelece como valor máximo permitido para este parâmetro a presença de 1 ml/L no efluente tratado. Portanto, com exceção do mês de janeiro, as amostras analisadas atendem à legislação aplicável.

Gráfico 5: Presença de materiais sedimentáveis em amostras de efluente bruto e tratado na ETE Auren, entre janeiro e dezembro de 2019.

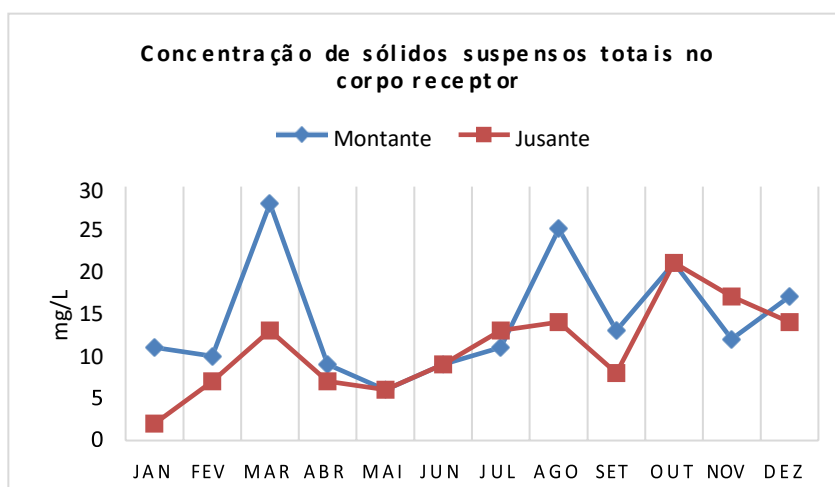


Fonte: Dados da ARP.

No corpo receptor, os resultados das análises realizadas em amostras coletadas à montante do ponto de lançamento do efluente tratado apresentaram uma concentração de sólidos suspensos totais que variou de 6 a 28 mg/L, enquanto nas amostras coletadas à jusante esta variação foi de 2 a 21 mg/L.

No gráfico 6 é possível identificar que na maior parte do tempo, a concentração de sólidos suspensos totais foi maior nas amostras coletadas no ponto à montante do local de lançamento do efluente tratado.

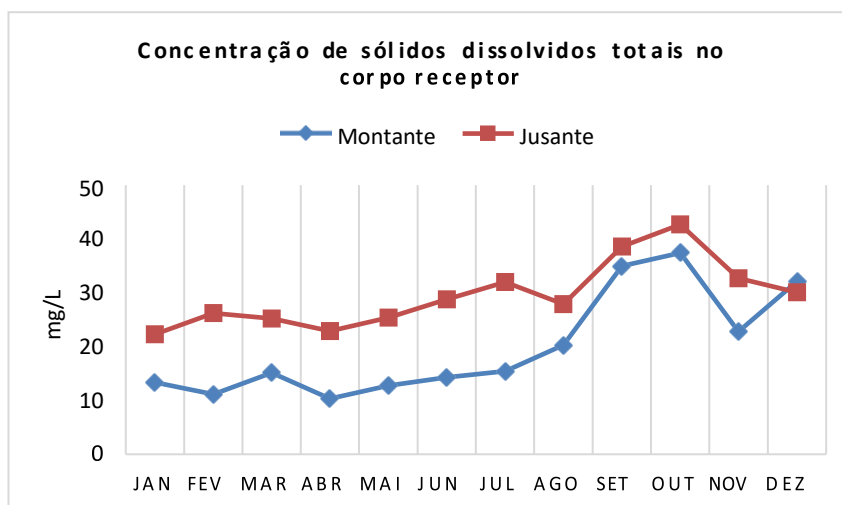
Gráfico 6: Concentração de sólidos suspensos totais em amostras de água coletadas no corpo receptor, à montante e à jusante do lançamento do efluente tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019.



Fonte: Dados da ARP.

Os dados do monitoramento do parâmetro sólidos dissolvidos totais no corpo receptor do efluente tratado, ao longo de 2019, estão apresentados no gráfico 7 e, considerando que o valor máximo permitido para este parâmetro é de 500 mg/L, todas as amostras analisadas atendem à Resolução CONAMA 357/2005.

Gráfico 7: Concentração de sólidos dissolvidos totais em amostras de água coletadas no corpo receptor, à montante e à jusante do lançamento do efluente tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019.



Fonte: Dados da ARP.

Portanto, apesar do desempenho inferior ao desejável quanto a remoção de sólidos suspensos totais e materiais sedimentáveis durante o tratamento de esgoto realizado na ETE Aurenny no mês de janeiro/2019, os resultados do monitoramento do corpo receptor indicam que não houve uma degradação da qualidade da água em decorrência disso.

5.3.4 Cor e turbidez.

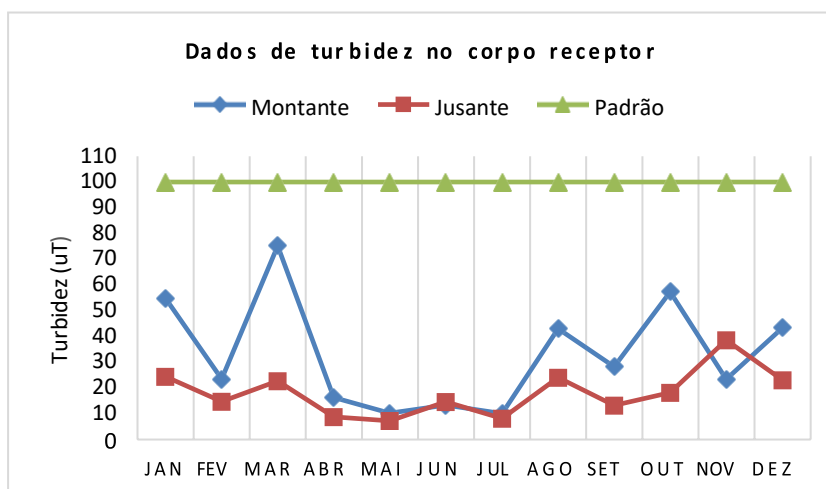
A cor é causada por matéria em solução na água, enquanto a turbidez é causada pela presença de matéria em suspensão e ambos parâmetros são de interesse em relação ao aspecto estético (JORDÃO E PESSÔA, 2011).

A cor da água pode ter origem natural (decomposição da matéria orgânica, ferro e manganês) ou antropogênica (resíduos industriais e esgotos domésticos). Caso seja de origem natural, não representa risco direto à saúde, entretanto podem gerar desconfiança e recusa por parte dos usuários (VON SPERLING, 2005).

A turbidez representa o grau de interferência na passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma, podendo reduzir a penetração da luz e prejudicar a fotossíntese. Também não causa inconvenientes sanitários diretos e pode ter origem natural (partículas de rocha, argila e silte, algas e outros microrganismos) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais, microrganismos, erosão) (VON SPERLING, 2005).

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que a turbidez e a cor verdadeira, em água doce classe 2, devem ser de até 100 UNT e 75 mg pt/L, respectivamente. Em 2019, todas as amostras de água coletadas à jusante e à montante do ponto de lançamento do efluente tratado na ETE Aurenny apresentaram resultados para o parâmetro turbidez dentro dos limites estabelecidos pela resolução supracitada. Os dados podem ser analisados no gráfico 8.

Gráfico 8: Monitoramento da turbidez em amostras de água coletadas à montante e à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado na ETE Aurenny, no ano de 2019.

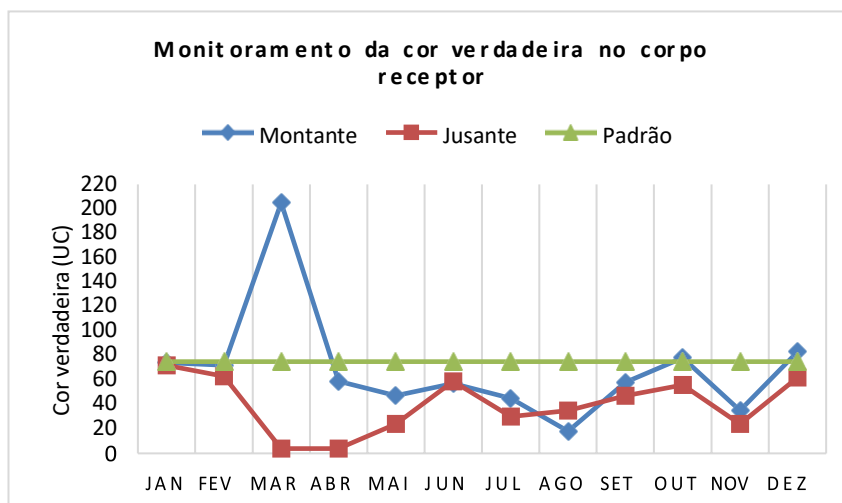


Fonte: Dados da ARP.

Quanto ao monitoramento do parâmetro cor verdadeira, no gráfico apresentado no gráfico 9 nota-se que, no período analisado, todas as amostras de água coletadas à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado na ETE Aurenny apresentaram resultados dentro dos limites estabelecidos pela legislação aplicável.

Já os resultados das análises de amostras de água coletadas à montante do lançamento, ou seja, acima do ponto de lançamento do efluente tratado, nos meses de março, outubro e dezembro/2019 os valores encontrados estavam acima do disposto na Resolução CONAMA 357/2005.

Gráfico 9: Resultados das análises para o parâmetro cor verdadeira em amostras de água coletadas à montante e à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado na ETE Aurenny, de janeiro a dezembro de 2019.



Fonte: Dados da ARP.

5.3.5 Substâncias que comuniquem gosto ou odor

O gosto e o odor da água são consequência de sólidos em suspensão e dissolvidos no meio, além da presença de gases dissolvidos. Podem ter origem natural (matéria orgânica em decomposição, microrganismos, gases) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais, gases dissolvidos) e não representam risco à saúde (VON SPERLING, 2005).

Nas amostras de água coletadas no corpo receptor, à montante e à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019, estiveram virtualmente ausentes substâncias que comunicam gosto ou odor à água.

5.3.6 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

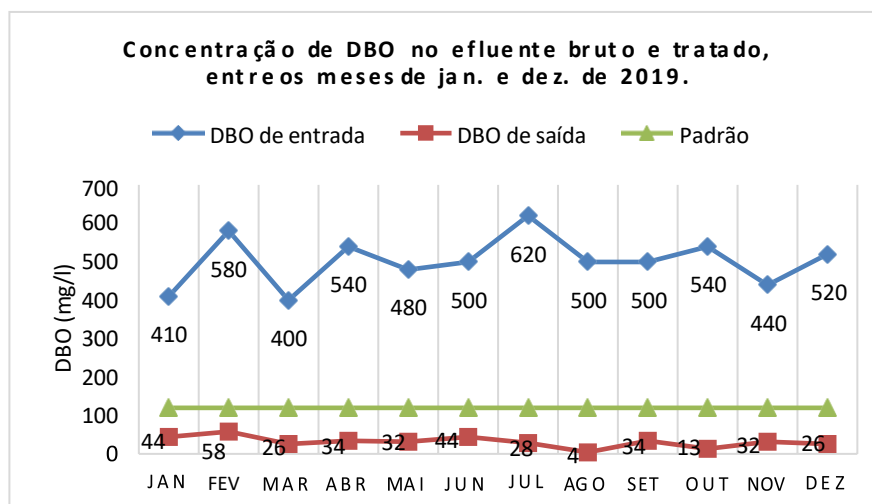
A forma mais utilizada para se medir a quantidade de matéria orgânica presente é através da determinação da DBO, que mede a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar biologicamente a matéria orgânica presente numa amostra, após um certo tempo e a uma temperatura padrão (JORDÃO E PESSÔA, 2011):

A quantidade de matéria orgânica presente – indicada pela determinação da DBO – é importante para se conhecer o grau de poluição de uma água residuária, para se dimensionar as estações de tratamento de esgotos e medir sua eficiência. Quanto maior o grau de poluição orgânica, maior a DBO do corpo d'água; paralelamente, à medida que ocorre estabilização da matéria orgânica, decresce a DBO.

Normalmente a DBO dos esgotos domésticos varia entre 100 e 400 mg/l, de acordo com a condição do esgoto, e nos tratamentos secundários deseja-se atingir uma redução de DBO até uma faixa de 20 a 30 mg/l. (JORDÃO E PESSÔA 2011, p. 52 e 53).

No gráfico 10 estão apresentados os dados de monitoramento da DBO no efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aurenny.

Gráfico 10: Gráfico com as concentrações de DBO do efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aurenny.



Fonte: Dados da ARP.

No que diz respeito ao efluente bruto, conforme apresentado na Tabela 5, a concentração de DBO variou entre 400 mg/L, no mês de março, e 620 mg/L, no mês de julho, sendo que 25% das amostras apresentaram valores abaixo de 470 mg/L.

Desta forma, a DBO do esgoto bruto tratado na ETE Aurenny apresentou valores superiores àqueles apontados por Jordão e Pessôa (2011) como característicos aos esgotos domésticos. Quanto ao efluente tratado, a concentração de DBO variou entre 4 mg/L, em agosto, e 58 mg/L, em fevereiro, sendo que 75% das amostras apresentaram concentrações abaixo de 36,5 mg/L. Todas amostras apresentaram concentrações dentro dos padrões determinados pela Resolução CONAMA 430/2011 para efluente tratado, ou seja, abaixo de 120mg/L.

Tabela 5: Análise dos resultados de DBO em amostras de efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aurenny.

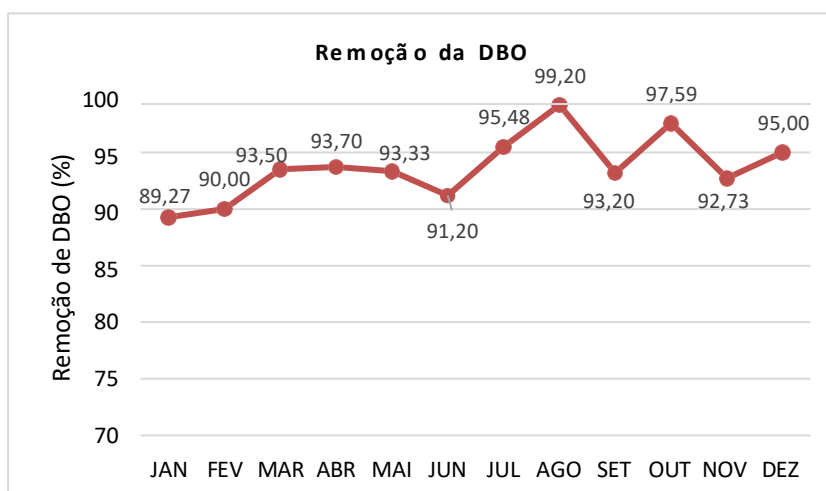
Estatística	DBO do efluente bruto (mg/L)	DBO do efluente tratado (mg/L)
Percentil 25%	470	26
Percentil 50% (mediana)	500	32
Percentil 75%	540	36,5
Mínimo	400	4
Máximo	620	58

Fonte: Dados da ARP.

No gráfico 11, observa-se os percentuais de remoção de DBO, resultado do tratamento de esgoto realizado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019. O percentual de remoção da DBO no período apresentou uma média de 93,68% e um desvio padrão de 2,88%.

O percentual de remoção da DBO pode ser utilizado para medir a eficiência do tratamento, desta forma, é possível afirmar que, dentre o período analisado, nos meses de janeiro e fevereiro/2019 a referida estação apresentou menor eficiência, enquanto nos meses de agosto e outubro o tratamento foi mais eficiente. Entretanto, é válido ressaltar que mesmo nos meses de menor eficiência, o percentual de remoção da DBO foi acima de 89%.

Gráfico 11: Gráfico com os percentuais de remoção da DBO, considerando as concentrações do efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aurenny.



Fonte: Dados da ARP.

Chama a atenção o fato dos meses de janeiro e fevereiro apresentarem como característica comum a ocorrência de precipitações pluviométricas frequentes no Município de Palmas e os meses de agosto e outubro serem mais secos. A ocorrência de precipitações intensas pode influenciar no desempenho de uma estação de tratamento de esgoto que utiliza tratamento biológico, uma vez que nesses períodos ocorre a diluição do esgoto bruto.

Em relação ao monitoramento do corpo receptor, na Tabela 6 estão apresentados os resultados das análises de DBO de amostras coletadas à montante e à jusante do lançamento do efluente tratado. Segundo o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, a concentração de DBO em corpos d'água classe 2 deve ser de até 5 mg/L.

Sendo assim, nos meses de junho e novembro, apesar da ETE ter apresentado uma eficiência acima de 90%, os resultados obtidos para as amostras de água coletadas no corpo receptor à jusante do lançamento do efluente tratado não satisfazem o limite previsto na resolução supramencionada.

No entanto, no mês de novembro a concentração de DBO à montante era de 6 mg/L, ou seja, não houve uma deterioração da qualidade da água após o lançamento do efluente tratado.

Tabela 6: Dados de concentração de DBO (mg/L) em amostras coletadas no corpo receptor do efluente tratado na ETE Aureny, à montante e à jusante do ponto de lançamento, no período de janeiro a dezembro de 2019.

Ponto de monitoramento	Mês/2019											
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Montante	< 4	6	< 4	< 4	< 4	5	< 4	< 4	4	< 4	6	< 4
Jusante	< 4	4	< 4	5	4	6	< 4	< 4	< 4	< 4	6	< 4

Fonte: Dados da ARP.

5.3.7 Demanda química de oxigênio

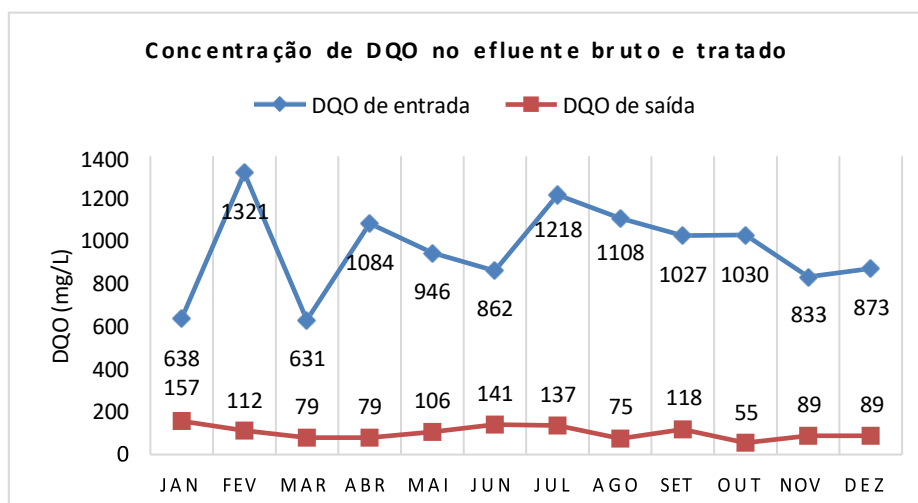
Conforme descrito por Jordão e Pessôa (2011, p. 59), a DQO corresponde à quantidade de oxigênio necessária para oxidar a fração orgânica de uma amostra que seja oxidável pelo permanganato ou dicromato de potássio em solução ácida. Segundo os mesmos autores, o teste da DQO engloba não somente a demanda de oxigênio satisfeita biologicamente (como a DBO), mas tudo o que é susceptível a demandas de oxigênio, e tipicamente varia entre 200 e 800 mg/l nos esgotos domésticos.

No gráfico 12 estão apresentados os dados de monitoramento da DQO no efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aureny. No período avaliado, as amostras de efluente bruto apresentaram uma média de DQO de 964,25 mg/L e um desvio padrão igual a 210,79 mg/L, sendo que apenas 25% das amostras apresentaram valores abaixo de 854,75 mg/L.

Portanto, em 2019, o esgoto bruto tratado na ETE Aureny apresentou valores de DQO superiores àqueles apresentados por Jordão e Pessôa (2011) para esgotos domésticos.

Quanto ao efluente tratado, a concentração de DQO variou entre 55 mg/L e 157 mg/L, apresentando uma média de 103,08 mg/L.

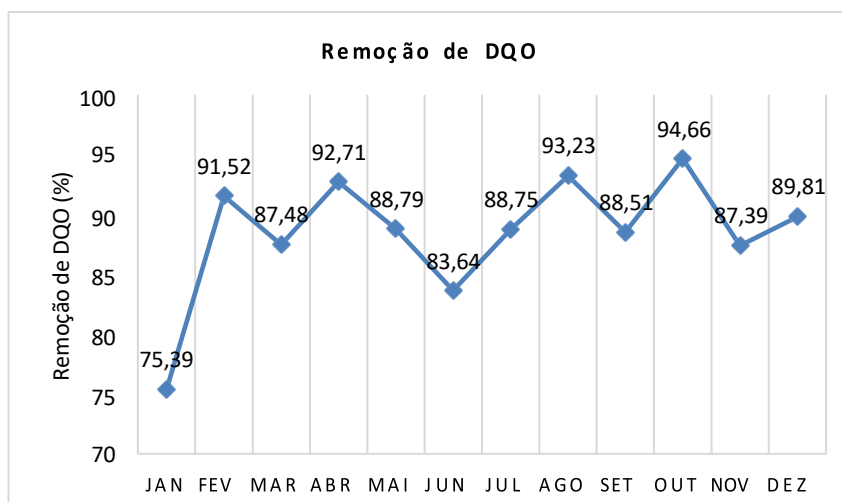
Gráfico 12: Gráfico com as concentrações de DQO em amostras de efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aurenny.



Fonte: Dados da ARP.

O gráfico 13 apresenta dados percentuais da remoção da DQO alcançada no tratamento realizado na ETE Aurenny, entre os meses de janeiro a dezembro de 2019. O percentual de remoção da DQO variou entre 75,39%, em janeiro, e 94,66%, em outubro, e apresentou uma média de 88,49%.

Gráfico 13: Gráfico com os percentuais de remoção da DQO, considerando as concentrações do efluente bruto e tratado, entre janeiro de dezembro de 2019, na ETE Aurenny.



Fonte: Dados da ARP.

Quanto aos resultados obtidos nas análises de água coletadas no corpo receptor do efluente, à montante e à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado, todos os resultados indicaram uma DQO menor que 25 mg/L.

5.3.8 Oxigênio dissolvido (OD)

O OD é de essencial importância para os organismos que vivem na presença de

oxigênio, por isso é o parâmetro que melhor caracteriza a qualidade de um corpo d'água, existindo uma concentração de saturação em água que é função da temperatura, da salinidade e da altitude (JORDÃO E PESSÔA, 2011; VON SPERLING, 2005).

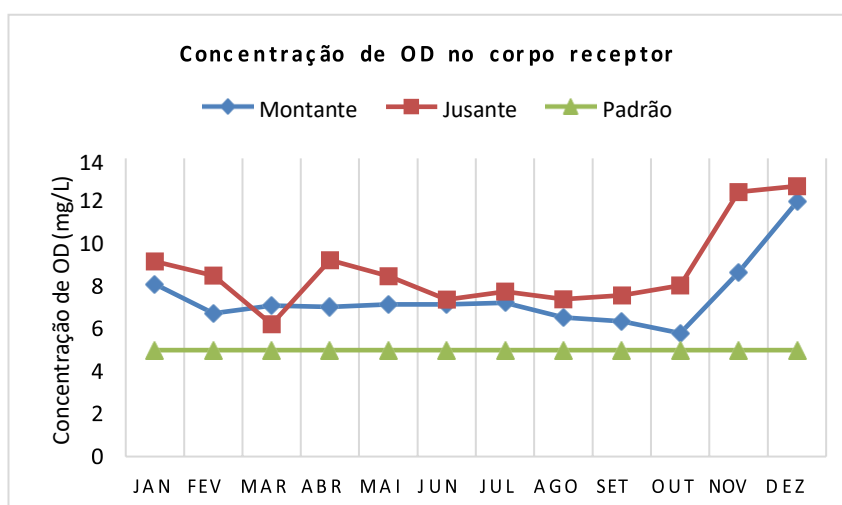
Nos processos aeróbios, o OD é fundamental para a respiração dos microrganismos aeróbios que realizam a degradação da matéria orgânica e, durante este processo, podem causar uma redução na concentração de OD e, dependendo da magnitude deste fenômeno, podem vir a morrer diversos seres aquáticos, inclusive os peixes (JORDÃO E PESSÔA, 2011; VON SPERLING, 2005).

Segundo o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, a concentração de OD em corpos d'água classe 2 não pode ser inferior a 5 mg/L.

No gráfico 14 estão apresentados os dados de monitoramento do OD no corpo receptor do efluente tratado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019. Observa-se que a concentração de OD ao longo de todo o período analisado, tanto nas amostras de montante quanto de jusante, foi maior do que a mínima exigida pela Resolução CONAMA 357/2005.

Chama atenção o fato da concentração de OD ser maior nas amostras de água coletadas à jusante do lançamento do efluente tratado do que nas amostras coletadas à montante, durante todo período analisado, com exceção do mês de março.

Gráfico 14: Gráfico com as concentrações de OD em amostras de água coletadas no corpo receptor do efluente tratado na ETE Aurenny, à montante e à jusante do ponto de lançamento, no período de janeiro a dezembro de 2019.



Fonte: Dados da ARP.

5.3.9 Coliformes termotolerantes e a escherichia coli

Os coliformes termotolerantes constituem um subgrupo dos coliformes totais, diferenciando-se destes por serem tolerantes a temperaturas mais elevadas, sendo praticamente de origem exclusivamente fecal e as espécies mais abundantes são *Escherichia coli* e *Klebsiella*

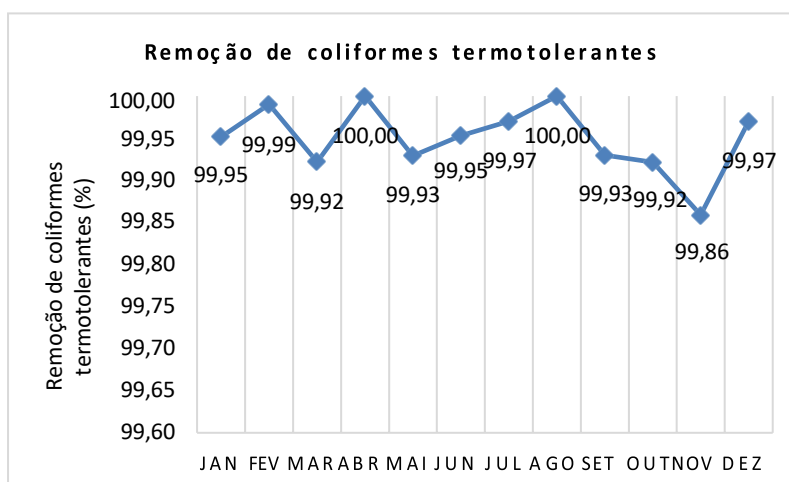
(JORDÃO E PESSÔA, 2011).

A *Escherichia coli* é o único coliforme que se desenvolve apenas na flora intestinal dos animais de sangue quente, sendo, portanto, um indicador exclusivo da contaminação fecal (JORDÃO E PESSÔA, 2011). No entanto, a sua detecção não dá garantia de que a contaminação seja humana, já que a *E. coli* pode ser encontrada também em fezes de outros animais (VON SPERLING, 2005).

Segundo Von Sperling (2005), na interpretação dos testes dos indicadores de contaminação fecal em corpos d'água, é bastante importante uma inspeção sanitária da bacia para se estabelecer a origem da contaminação fecal (presença de lançamentos de esgotos domésticos ou de despejos da criação de animais), complementando as informações fornecidas pelos testes laboratoriais.

O desempenho da ETE Aurenny no que diz respeito a remoção de coliformes termotolerantes em 2019 foi em média 99,95%, com desvio padrão de 0,041%. O gráfico com o desempenho mensal do tratamento no que diz respeito a remoção de coliformes termotolerantes, em termos percentuais, está apresentado no gráfico 15.

Gráfico 15: Gráfico com os percentuais de remoção de coliformes termotolerantes, considerando as concentrações no efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aurenny.



Fonte: Dados da ARP.

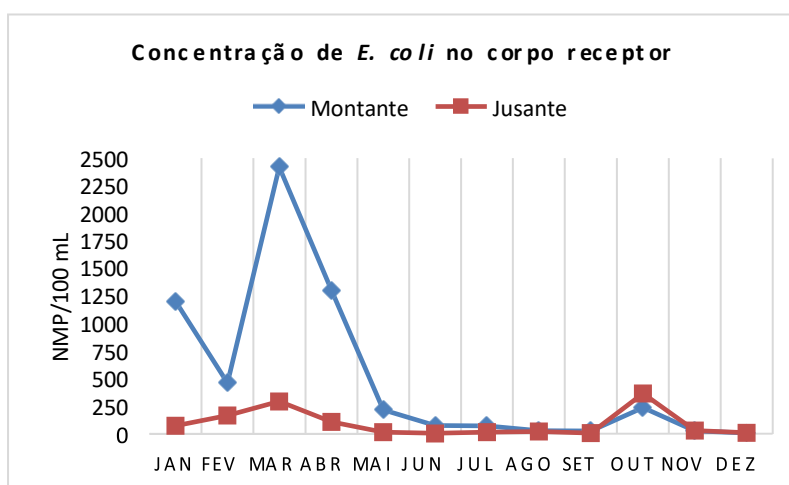
Com relação a qualidade da água, a Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que o valor máximo permitido de coliformes termotolerantes é de 1000/100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral e, segundo a mesma resolução, a *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliforme termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

No gráfico 16 estão apresentados os resultados das análises para *Escherichia Coli* em

amostras coletadas no corpo receptor, à montante e à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado na ETE Aurenny, de janeiro a dezembro de 2019.

Observa-se que todas as amostras de água coletadas à jusante do lançamento possuem uma concentração de *E. coli* inferior a 400/100mL. No que diz respeito às amostras coletadas à montante do ponto de lançamento do efluente tratado, as amostras referentes aos meses de janeiro, março e abril/2019 apresentaram concentrações de *E. coli* acima de 1000/100 mL.

Gráfico 16: Gráfico com as concentrações de *E. coli* em amostras de água coletadas no corpo receptor do efluente tratado na ETE Aurenny, à montante e à jusante do ponto de lançamento, no período de janeiro a dezembro de 2019.



Fonte: Dados da ARP.

5.3.10 Nitrogênio

Na natureza, o nitrogênio pode ser encontrado em diversas formas e estados de oxidação. Sua presença no meio aquático pode ser de origem natural (constituente de proteínas e vários outros compostos biológicos, da composição celular de microrganismos) ou antropogênica (despejos domésticos, despejos industriais, excrementos de animais, fertilizantes) (VON SPERLING, 2005).

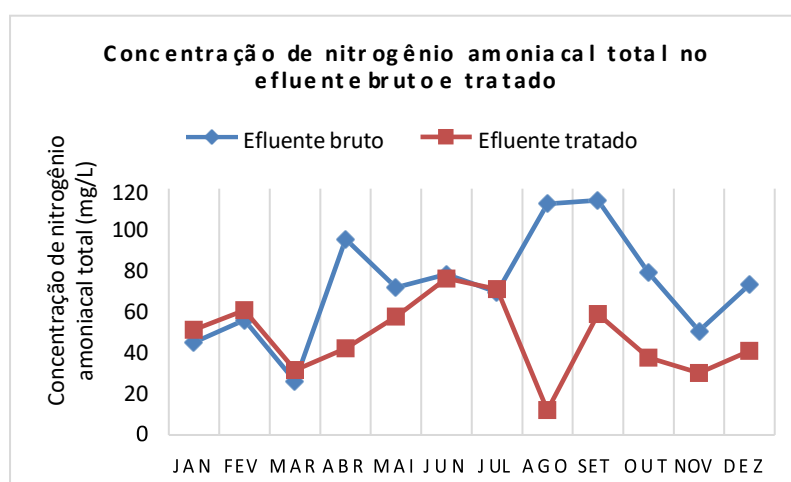
As bactérias, no seu trabalho de oxidação biológica, transformam o nitrogênio presente primeiramente em amônia, depois em nitritos e depois em nitratos (JORDÃO E PESSÔA, 2011):

Em um corpo d'água, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição (poluição recente está associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, enquanto uma poluição mais remota está associada ao nitrogênio na forma de nitrato). (VON SPERLING 2005, p. 36).

Segundo o mesmo autor, o nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos, processo denominado eutrofização. Além disso, quando na forma de amônia livre, é diretamente tóxico aos peixes

Na Tabela 7 podem ser observados os valores típicos das formas do nitrogênio no esgoto bruto. As concentrações de nitrogênio amoniacal total em amostras de efluente bruto e tratado da ETE Aurenny, referente ao ano de 2019, estão apresentadas no gráfico 17. No efluente bruto, as concentrações variaram de 26 a 114 mg/L, sendo que os maiores valores foram observados em agosto e setembro. Quanto ao efluente tratado, a média da concentração de nitrogênio amoniacal total no período analisado foi de 48 mg/L, e os valores variaram de 12 a 76 mg/L.

Gráfico 17: Gráfico com as concentrações de nitrogênio amoniacal total em amostras de efluente bruto e tratado da ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019.



Fonte: Dados da ARP.

Nos meses de janeiro, fevereiro, março e julho as concentrações de nitrogênio amoniacal total foram maiores para as amostras de efluente tratado do que do efluente bruto.

No entanto, conforme os dados de concentração de nitrogênio amoniacal no corpo receptor disponíveis para consulta na Tabela 7, durante todo o período monitorado os valores atenderam à legislação vigente.

Tabela 7: Concentração de nitrogênio amoniacal total no corpo receptor do efluente tratado, à montante e à jusante do ponto de lançamento, entre janeiro e dezembro de 2019, e os respectivos padrões requeridos em função do pH.

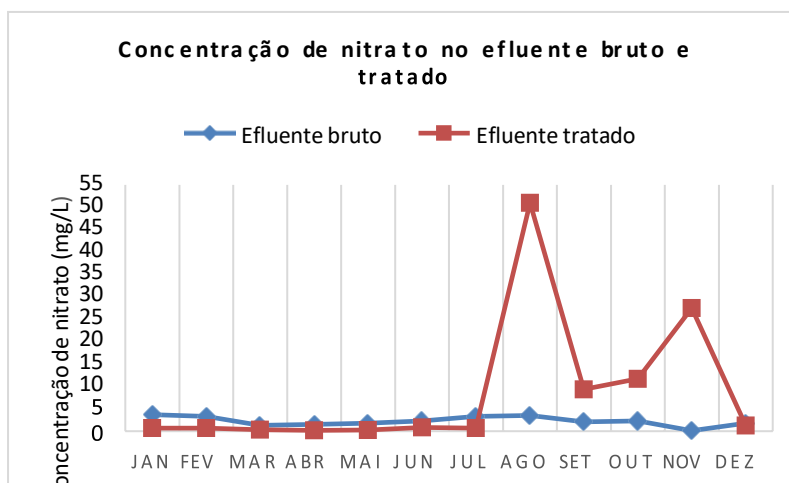
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Montante	0,643	0,293	1,155	0,229	0,226	0,512	0,514	0,719	0,405	0,558	0,193	0,320
Padrão Montante	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	1,0
Jusante	0,380	0,293	0,206	0,077	0,946	1,634	1,429	0,768	< LQ	0,278	0,042	< LQ
Padrão Jusante	2,0	2,0	3,7	2,0	3,7	3,7	3,7	3,7	2,0	1,0	2,0	1,0

Fonte: Dados da ARP.

As concentrações de nitrato no efluente bruto e tratado na ETE Aurenny durante o período

analisado podem ser observadas no gráfico 18. No efluente bruto, as maiores concentrações de nitrato foram observadas em janeiro e agosto, respectivamente, 3,7 e 3,5 mg/L.

Gráfico 18: Gráfico com as concentrações de nitrato no efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aurenny.

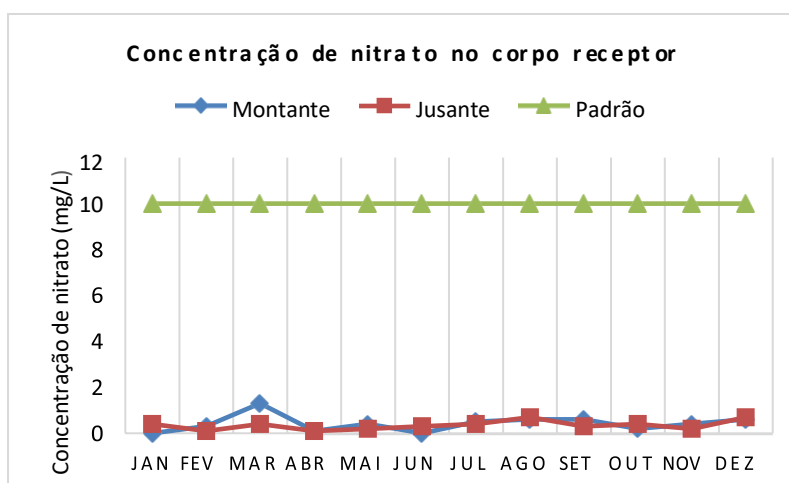


Fonte: Dados da ARP.

No que diz respeito ao efluente tratado, nota-se na Figura 22 que as maiores concentrações de nitrato foram observadas de agosto a novembro, período no qual a concentração de nitrato chegou a 51 mg/L e o efluente tratado apresentou uma concentração maior do que o efluente bruto.

No entanto, apesar da situação relatada no parágrafo acima, as concentrações de nitrato nas amostras coletadas no corpo receptor, à montante e à jusante do lançamento, atenderam ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, que é de 10 mg/L, conforme pode ser visualizado no gráfico 19.

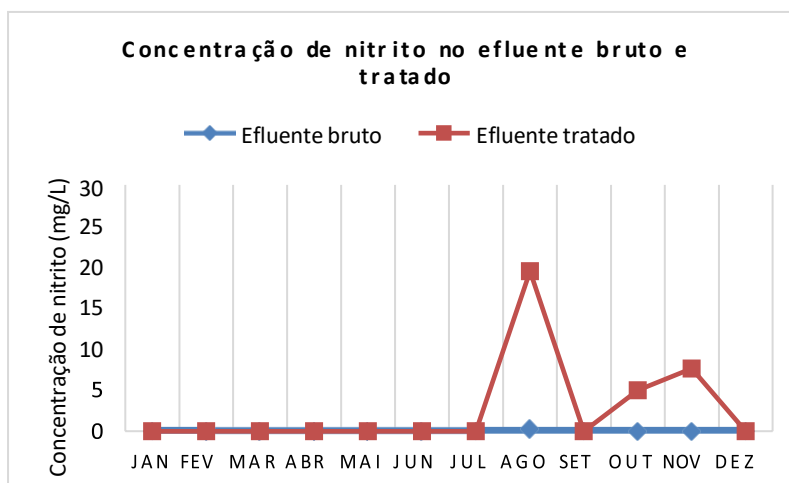
Gráfico 19: Gráfico com as concentrações de nitrato em amostras coletadas no corpo receptor, à montante e à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019.



Fonte: Dados da ARP.

Quanto a análise do parâmetro nitrito no efluente bruto e tratado, no gráfico 20 está apresentado um gráfico com os valores observados no período de janeiro a dezembro de 2019.

Gráfico 20: Gráfico com as concentrações de nitrito no efluente bruto e tratado, no período de janeiro a dezembro de 2019, na ETE Aurenny.



Fonte: Dados da ARP.

No gráfico 20, acima, nota-se que nos meses de agosto, outubro e novembro/2019, as concentrações de nitrito foram maiores nas amostras de efluente tratado do que naquelas de efluente bruto. Apesar disso, as concentrações de nitrito nas amostras coletadas no corpo receptor, à montante e à jusante do lançamento, atenderam ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, que é de 1,0 mg/L, conforme pode ser visualizado na Tabela 8.

Tabela 8: Concentração (mg/L) de nitrito no corpo receptor do efluente tratado, à montante e à jusante do ponto de lançamento, entre janeiro e dezembro de 2019.

Ponto de coleta	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Montante	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Jusante	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,15	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Fonte: Dados da ARP.

5.3.11 Fósforo

O fósforo na água pode ter origem natural (dissolução de compostos do solo e decomposição da matéria orgânica) ou antropogênica (despejos domésticos, despejos industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes), e apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico (VON SPERLING, 2005).

Trata-se de um nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica e o seu lançamento nos corpos d'água e, em quantidades excessivas, gera o crescimento excessivo de algas (JORDÃO E PESSÔA, 2011; VON

SPERLING, 2005).

A concentração de fósforo nos corpos d'água pode ser usada como indicativo do estado de eutrofização de lagos. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece os seguintes valores máximos permitidos para o parâmetro fósforo total nos corpos d'água: ambiente lântico, 0,03 mg/L; ambiente intermediário, 0,05 mg/L; e ambiente lótico, 0,1 mg/L.

Na Tabela 9 estão apresentados valores típicos de parâmetros da matéria orgânica no esgoto doméstico, dentre eles, os de fósforo total, orgânico e inorgânico (ortofosfato e polifosfato).

Tabela 9: Valores típicos de parâmetros de carga orgânica (mg/l) no esgoto.

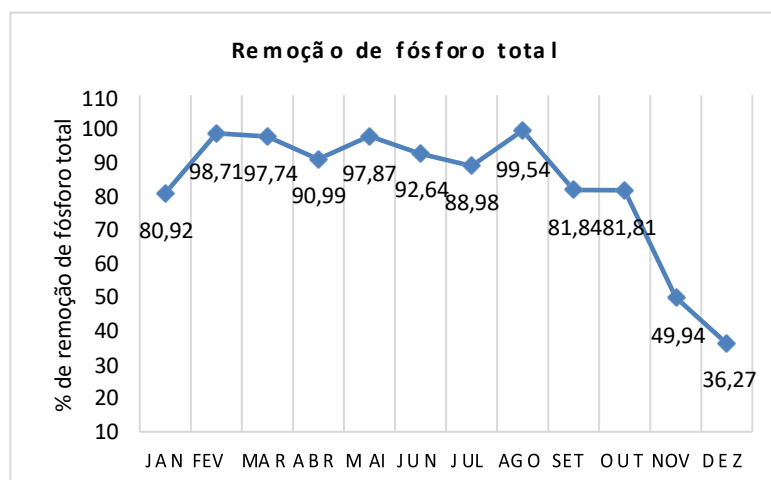
PARÂMETRO	ESG. FORTE	ESG. MÉDIO	ESG. FRACO
DQO	800	400	200
DBO	400	200	100
OD	0	0	0
Nitrogênio Total	85	40	20
Nitrogênio orgânico	35	20	10
Amônia livre	50	20	10
Nitrito	0,10	0,05	0
Nitratos	0,40	0,20	0,10
Fósforo total	20	10	5
Fósforo orgânico	7	4	2
Fósforo inorgânico	13	6	3

Fonte: Jordão e Pessoa, 2011, pág. 60.

Em 2019, a concentração média de fósforo total em amostras de efluente bruto e tratado da ETE Aurenny foram, respectivamente, 9,45 e 1,57 mg/L. No efluente bruto, a menor concentração de fósforo total foi de 4,15 mg/L e a maior foi de 13,26 mg/L. Já no efluente tratado, a concentração deste elemento variou de 0,06 a 5,16 mg/L.

No período analisado, a remoção média de fósforo total na ETE Aurenny foi de 83,11%, com um desvio padrão de 20,08%. Os piores desempenhos foram observados nos meses de novembro e dezembro, conforme pode ser visualizado no gráfico 21.

Gráfico 21: Remoção de fósforo total no tratamento de esgoto na ETE Aurenny, entre janeiro a dezembro de 2019.

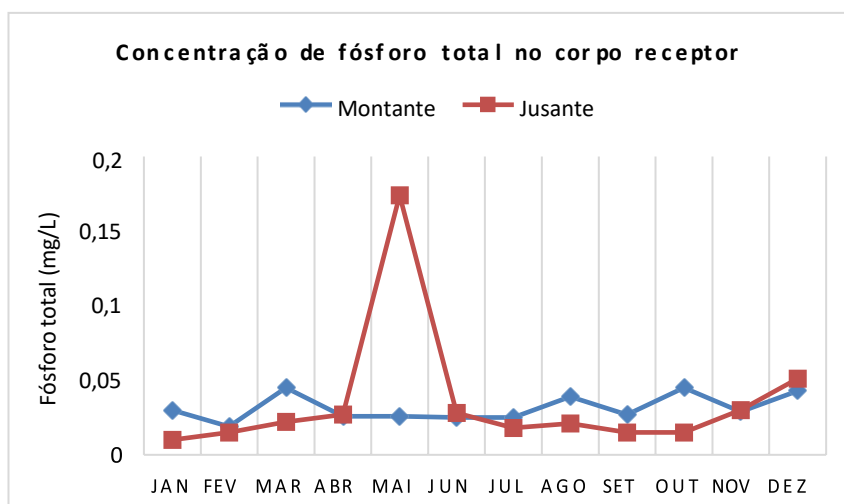


Fonte: Dados da ARP.

No gráfico 22 estão apresentados os resultados das análises para o parâmetro fósforo total em amostras de água coletadas no corpo receptor, à montante e à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019.

Observa-se que todas as amostras de água coletadas à montante do lançamento atendem ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005. No que diz respeito às amostras coletadas à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado, somente a amostra referente ao mês de maio/2019 não atende ao limite estabelecido pela legislação aplicável.

Gráfico 22: Gráfico com as concentrações de fósforo total em amostras de água coletadas no corpo receptor do efluente tratado na ETE Aurenny, à montante e à jusante do ponto de lançamento, entre janeiro e dezembro de 2019.



Fonte: Dados da ARP.

5.3.12 Cianobactérias e a clorofila A

O aumento da concentração de nutrientes, a baixa velocidade da água e o aumento da temperatura tornam os corpos d'água propícios para o desenvolvimento de microalgas e cianobactérias (MARINO, 2017).

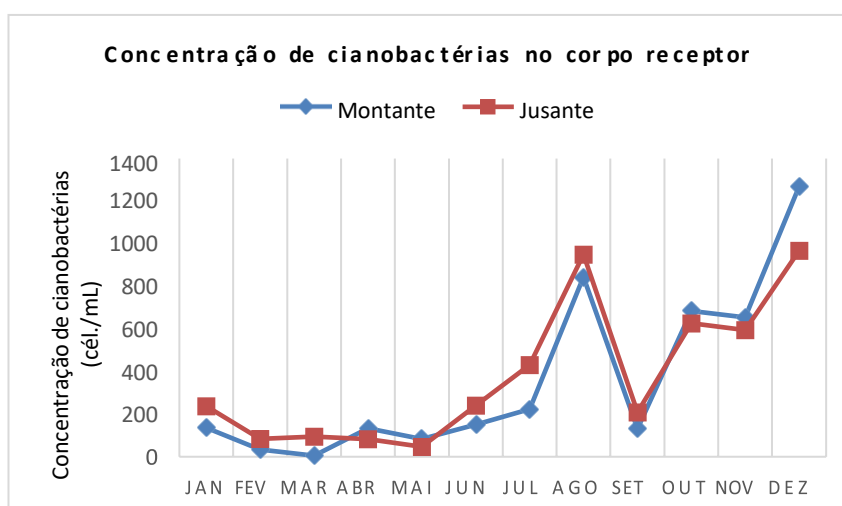
A preocupação em relação às cianobactérias é pelo fato de serem potencialmente produtoras de cianotoxinas, que são causam alterações no cheiro, na cor e no sabor das águas, além de produzir toxidez (MARINO, 2017; VASCONCELOS *et al.*, 2011).

Segundo Sant'Anna *et al.* (2006) *apud* Marino (2017), as cianobactérias contêm diferentes pigmentos fotossintéticos, tais como clorofila a, que dá coloração esverdeada, ficocianina, que é azul, e algumas espécies possuem também um pigmento vermelho, a ficoeritrina.

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que os valores máximos permitidos de cianobactérias e clorofila a nos corpos d'água classe 2 são, respectivamente, 50.000 cel./mL e 30 µ/L.

No gráfico 23 estão apresentadas as concentrações de cianobactérias no corpo receptor, à montante e à jusante do lançamento de efluente tratado. Todas as amostras apresentaram valores que atendem ao limite estabelecido na legislação aplicável.

Gráfico 23: Gráfico com as concentrações de cianobactérias no corpo receptor, em amostras coletadas em pontos à montante e à jusante do lançamento do efluente tratado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019.



Fonte: Dados da ARP.

As maiores concentrações de cianobactérias foram observadas no mês dezembro: 1270 cel./mL na amostra de água coletada à montante do lançamento do efluente tratado; e 968 cel./mL na amostra de água coletada à jusante.

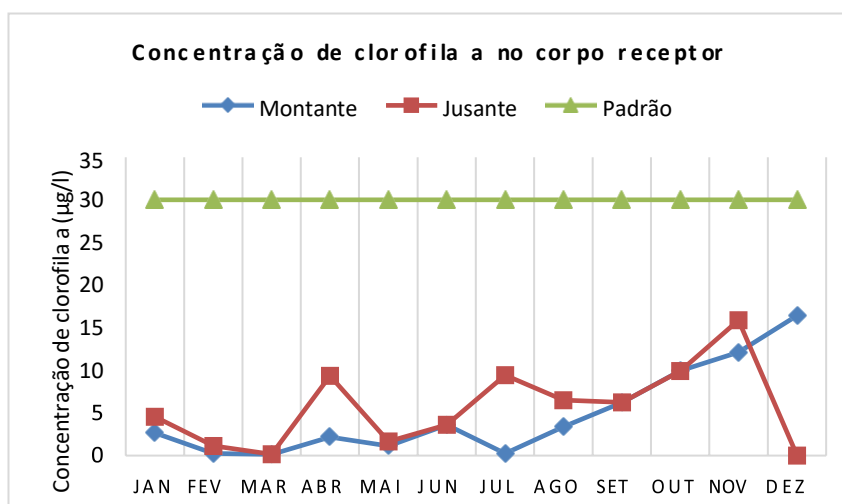
As amostras de água coletadas à montante do lançamento apresentaram uma

concentração média de cianobactérias equivalente a 363,17 cel./mL, com um desvio padrão de 401,88 cel./mL. Quanto as amostras coletadas à jusante, a média da concentração de cianobactérias ao longo do ano foi de 380,58 cel./mL, com um desvio padrão de 332,49 cel./mL.

Por sua vez, as concentrações de clorofila a no corpo receptor, à montante e à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado, ao longo de 2019, podem ser observadas no gráfico 24. Nota-se que todas as amostras apresentaram valores que atendem ao limite estabelecido na legislação aplicável.

As amostras de água coletadas à montante do lançamento apresentaram uma média de 4,86 μL , com um desvio padrão de 5,29 μL . Já nas amostras coletadas à jusante, a concentração média foi de 5,69 μL e o desvio padrão foi de 4,82 μL .

Gráfico 24: Gráfico com as concentrações de clorofila a em amostras de água coletadas no corpo receptor do efluente tratado na ETE Aurenny, à montante e à jusante do ponto de lançamento, entre janeiro e dezembro de 2019.



Fonte: Dados da ARP.

5.3.13 Condutividade

Conforme definido por Ribeiro *et al.* (2005), a condutividade elétrica é a variável mais empregada para se avaliar o nível de salinidade, ou a concentração de sais solúveis na água, e corresponde à medida da capacidade de uma água conduzir eletricidade, crescendo proporcionalmente à medida em que a concentração de sais aumenta.

O conhecimento da composição iônica da água é primordial quando se deseja avaliar a sua qualidade para fins agrônômicos e, mais especificamente, para uso na irrigação (MAIA *et al.*, 2001 *apud* ARRAES, 2009).

Na Tabela 10 estão apresentados valores típicos de condutividade elétrica para diferentes tipos de água.

Tabela 10: Valores de condutividade elétrica para diferentes tipos de água.

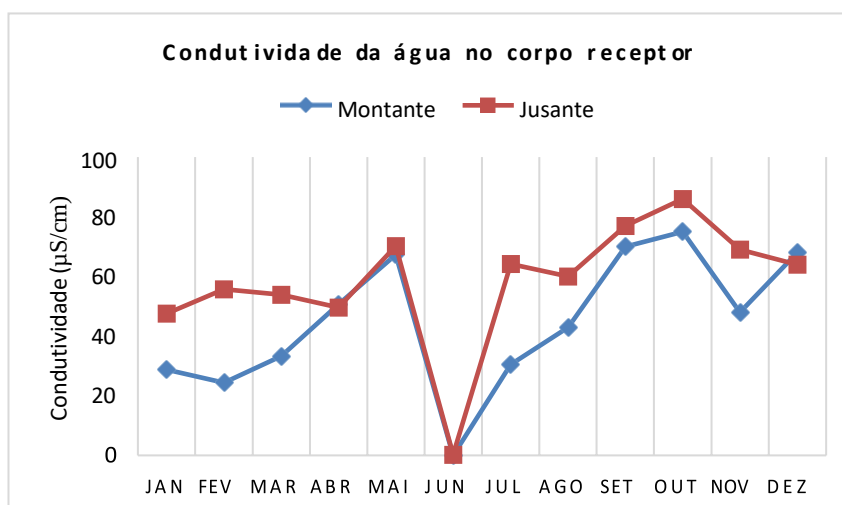
Tipos de água	Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Água deionizada	0,055 - 1
Água destilada	0,5 – 0,3
Neve derretida	2 - 42
Água da torneira	50 – 800
Água potável	30 - 1500
Fontes de água doce	100 - 2000
Água industrial	10000
Água do mar	55000

Fonte: adaptado de Alves (2016).

No gráfico 25 estão apresentados os resultados obtidos para o parâmetro condutividade elétrica em amostras de água coletadas no corpo receptor, à montante e à jusante do lançamento de efluente tratado, no ano de 2019.

No ponto à montante do lançamento, a condutividade elétrica variou de 24,4 a 75 $\mu\text{S}/\text{cm}$, enquanto as amostras coletadas no ponto à jusante do lançamento apresentaram resultados na faixa de 0,3 a 86 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Portanto, os resultados encontrados estão abaixo daqueles normalmente apresentados em fontes de água doce, indicando baixa concentração de sais solúveis na água.

Gráfico 25: Gráfico com os resultados das análises de condutividade da água em amostras coletadas no corpo receptor do efluente tratado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019.



Fonte: Dados da ARP.

5.3.14 Materiais flutuantes e resíduos sólidos objetáveis

É observada a presença de materiais e objetos na superfície da água, inclusive espumas não naturais. Nos resultados das análises das amostras de água coletadas no corpo receptor, à montante e à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019, estiveram virtualmente ausentes materiais flutuantes e resíduos sólidos objetáveis.

Da mesma forma, não foram identificados materiais flutuantes nas amostras de efluente bruto e tratado coletadas na ETE Aurenny, entre janeiro e dezembro de 2019.

5.3.15 Óleos e graxas e substâncias solúveis em hexano

Óleos e graxas estão sempre presentes nos esgotos domésticos, provenientes da preparação e do uso de alimentos (óleos vegetais, manteiga, carne, etc.), além disso, podem estar presentes também sob a forma de óleos minerais derivados do petróleo (querosene, óleo lubrificante), e neste caso têm origem em posto de gasolina ou indústrias (JORDÃO E PESSÔA, 2011).

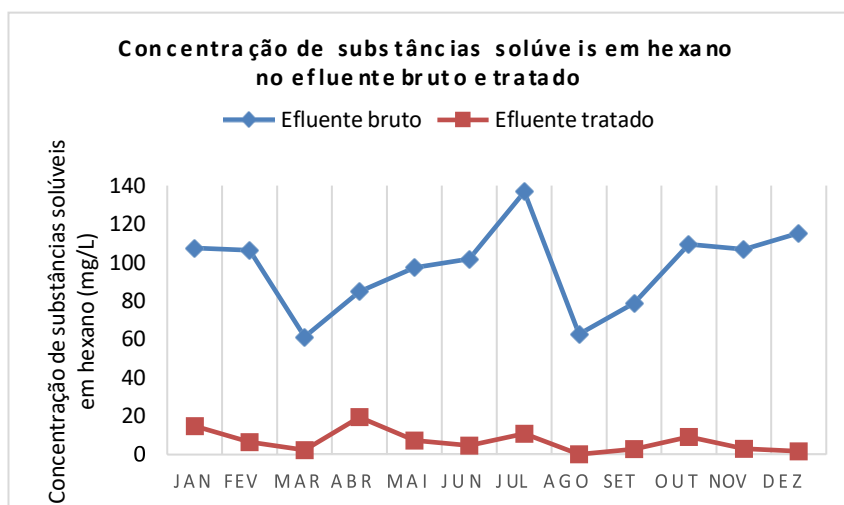
Segundo os autores supramencionados, a concentração típica de gordura nos esgotos domésticos, medida em termos de óleos e graxas solúveis em hexano, é de 100 mg/L, variando entre 50 e 150 mg/L. Nas amostras de água coletadas no corpo receptor, à montante e à jusante do ponto de lançamento do efluente tratado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019, estiveram virtualmente ausentes óleos e graxas visíveis.

Quanto aos dados obtidos nas análises de substâncias solúveis em hexano, em amostras de efluente bruto e tratado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019, estes estão apresentados no gráfico 26.

No efluente bruto, a concentração média das amostras analisadas foi de 97,35 mg/L, com um desvio padrão de 21,98 mg/L. Portanto, os resultados obtidos nas análises de amostras do efluente bruto estão próximos daqueles citados por Jordão e Pessôa (2011) como concentração típica de óleos e graxas solúveis em hexano em esgotos domésticos.

A concentração média das amostras de efluente tratado foi de 6,89 mg/L e o desvio padrão encontrado foi de 5,82 mg/L. A Resolução CONAMA nº 430/2011 estabelece o limite máximo de 100 mg/L de substâncias solúveis em hexano para o efluente tratado. Portanto, todas as amostras de efluente tratado analisadas atenderam à legislação vigente.

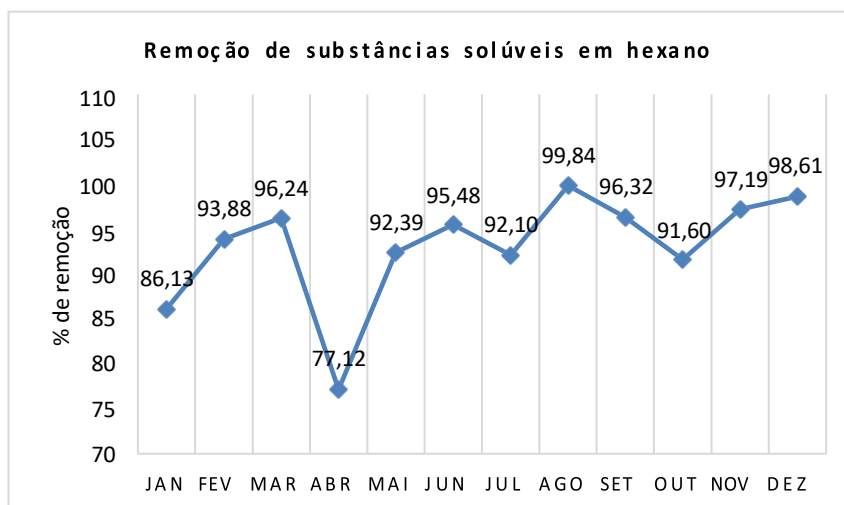
Gráfico 26: Gráfico com as concentrações de substâncias solúveis em hexano em amostras de efluente bruto e tratado da ETE Aurenly, entre janeiro e dezembro de 2019.



Fonte: Dados da ARP.

O desempenho da ETE Aurenly no que diz respeito a remoção de substâncias solúveis em hexano em 2019 foi em média 93,07%, com desvio padrão de 6,23%. O gráfico com o desempenho mensal do tratamento está apresentado no gráfico 27.

Gráfico 27: Remoção de substâncias solúveis em hexano na ETE Aurenly, no período de janeiro a dezembro de 2019.



Fonte: Dados da ARP.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle operacional do sistema de tratamento de esgoto depende da correta operação das unidades que compõem o tratamento, deve-se estabelecer uma rotina operacional de forma que a manutenção dos taludes, limpeza das grades, caixa de areia, vertedores, dispositivos de alimentação, pela saída e regulação dos fluxos, por medir as vazões horárias, cuidar do paisagismo e urbanismo de toda a área de tratamento.

No entanto, em termos de gerenciamento, um dos aspectos fundamentais a serem ponderados para a avaliação de um sistema de tratamento de esgotos refere-se ao apropriado funcionamento do sistema em relação à qualidade do efluente tratado quando confrontado com os níveis estabelecidos pela legislação ambiental.

Diante disso, foi emitido um de Termo de Notificação para a Concessionária para que esta apresente manifestação acerca das não conformidades e constatações apontadas.

Diante dos dados avaliados, foram identificados os seguintes parâmetros que não tiveram um resultado dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente: i) No mês de agosto/2019, o resultado do parâmetro pH na amostra de efluente tratado foi de 4,22, não atendendo ao padrão estabelecido na Resolução CONAMA 430/2011 (de 5 a 9); ii) Em janeiro/2019, a amostra de efluente tratado apresentou resultado para o parâmetro materiais sedimentáveis igual a 2,5 mL/L, portanto, acima do limite estabelecidos pela Resolução CONAMA 430/2011 (1 mL/L); iii) Nos meses de junho e novembro/2019, apesar da ETE ter apresentado uma eficiência acima de 90% na remoção de DBO, os resultados obtidos para as amostras de água coletadas no corpo receptor à jusante do lançamento do efluente tratado não satisfazem o limite previsto para a concentração de DBO em corpos d'água classe 2. Ambas amostras apresentaram uma concentração de 6 mg/L, enquanto o limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 é de 5 mg/L; iv). Quanto ao parâmetro fósforo total, a amostra de água do corpo receptor coletada à jusante do ponto de lançamento, referente ao mês de maio/2019, não atendeu ao limite estabelecido pela legislação aplicável. v) A respeito das amostras coletadas no corpo receptor à montante do lançamento, ou seja, antes do ponto de lançamento do efluente tratado, seguem os parâmetros que não apresentaram um resultado dentro dos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 e os respectivos meses: *Escherichia coli*, em janeiro, março e abril; DBO, em fevereiro e novembro; Cor verdadeira, nos meses de março, outubro e dezembro; e pH, em novembro.

Ademais, apesar das inconformidades apontadas, de maneira geral, o tratamento de esgoto doméstico realizado na ETE Aurenny, no período de janeiro a dezembro de 2019, apresentou resultados eficientes e dentro daqueles esperados, tendo em vista a tecnologia de tratamento empregada e as características do esgoto bruto e do corpo d'água receptor do

efluente tratado.

Para estudos e análises futuras, sugere-se a realização de uma análise de correlação entre a eficiência do tratamento e os índices pluviométricos de Palmas/TO, com o intuito de quantificar a interferência do aporte de água pluvial no tratamento do esgoto na ETE Aurenny, pois, apesar do sistema ser do tipo separador absoluto, é comum existir o lançamento clandestino de água pluvial na rede coletora de esgotos.

Assim, a fiscalização pelo órgão regulador tem um papel fundamental na manutenção das condições adequadas de saneamento a fim de atingir padrões oficiais de qualidade e para proteger a saúde da população.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. S. **Desenvolvimento de Medidor de Condutividade Elétrica da Água para fins de Monitoramento Ambiental**. Porto Alegre: UFRGS, 2016.

ANA. **Novo Marco Regulatório do Saneamento**. (2021). Disponível em <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/saneamento-basico/novo-marco-legal-do-saneamento>>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2022.

ARRAES, F. D. D., ANDRADE, E.M. de, PALÁCIO, H. A. de Q., FROTA JÚNIOR, J. I., SANTOS, J. C. N. dos. **Identificação dos íons determinantes da condutividade elétrica nas águas superficiais da bacia do Curu, Ceará**. In: Ver. Ciênc. Agron., Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 346-355, jul-set, 2009.

ARAÚJO, Flávia Camargo de; BERTUSSI, Geovana Lorena. **Saneamento básico no Brasil: estrutura tarifária e regulação**, in Planejamento e políticas públicas, n. 51, jul.-dez. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AGÊNCIAS DE REGULAÇÃO (ABAR). **Saneamento Básico: Regulação 2015**. Brasília: Ellite Gráfica e Editora, 2015. 72 p.

BASTOS, Mayara Milaneze; LIBÂNIO, Marcelo. **Proposta de padronização para não conformidades aplicadas à fiscalização de sistemas de abastecimento de água por agências reguladoras**. Engenharia Sanitária e Ambiental. Brasil, 2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Diário Oficial da União, Brasília, DF, nº. 92, 16 mai. 2011**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 14 de dezembro de 2021.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.445**, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF, 2007.

BRASIL. **Decreto Federal nº 7.217**, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Brasília, DF, 2010.

BRASIL. **Lei Federal nº 14.026**, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Brasília, DF, 2020.

BRASIL, Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**. Brasília: Ministério das Cidades, 2013.

BRASIL. **Lei nº 11.445/2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>.

BRASIL. (2016) Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2014**. Brasília: SNSA/MCIDADES. 212 p.

BRASIL, Instituto Trata. **Manual do saneamento básico: entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica**. 2012. Disponível em: Acesso em 16

de dez. 2021.

BRASIL. **Lei Federal n.º 11.445/2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF, 2007.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Política e Plano Municipal de Saneamento Básico**. Brasília: MS: FUNASA, ASSEMAE, 2012.

CONFORTO, G. **Descentralização e regulação da gestão de serviços públicos**. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, v. 32, n. 1, p. 27-40, jan./fev. 1998.

CORREA, P. et al. **Regulatory governance in infrastructure industries – assessment and measurement of Brazilian regulators**. Washington DC: World Bank, 2006.

CUKIERT, T., RIBEIRO W. **ANA inicia regulação dos serviços de saneamento**. (2021). Disponível em: <<https://www.migalhas.com.br/depeso/343964/ana-inicia-regulacao-dos-servicos-de-saneamento>>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2022.

D'OLIVEIRA, R. D. **Reflexões sobre o novo marco regulatório do saneamento básico**. (2020). Disponível em: <<https://epbr.com.br/reflexoes-sobre-o-novo-marco-regulatorio-do-saneamento-basico-por-rafael-daudt-doliveira/>>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2022.

EOS. **Novas competências da ANA: conheça as mudanças após o marco legal**. (2021). Disponível em: <<https://www.eosconsultores.com.br/novas-competencias-da-ana/>>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2022.

FARIA, S. A. de, e FARIA, R. C. de. **Cenário e perspectiva para o setor de saneamento e sua interface com os recursos hídricos**. Revista engenharia sanitária e ambiental, julho/setembro de 2004. Volume 9, nº 03. p. 202-210.

FARINA, E. M. M. Q.; AZEVEDO, P. F.; PICCHETTI, P. **A reestruturação dos setores de infra-estrutura e a definição dos marcos regulatórios: princípios gerais, características e problemas**. In: Infraestrutura: perspectivas de reorganização – regulação. Rio de Janeiro: IPEA, 1997, p. 43-78.

GALVÃO JUNIOR, A. de C. (org.). (2006) **Regulação: procedimentos de fiscalização em sistema de abastecimento de água**. Fortaleza: Expressão. 160 p. Lei 11.107, de 7 de abril de 2005.

JORDÃO, E. P., PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 6 ed., Rio de Janeiro, 2011.

LOPES, DMS. **Saneamento do Meio**. GeFAM/DVS/SÉS, fev., 2014.

MARINO, L. **Relação entre clorofila-a e cianobactérias no estado de São Paulo**. Revista DAE, p. 32 – 43, mai. 2017.

PALMAS. **Lei Complementar nº. 1.011/2001** prevê a Política Municipal de Controle de Poluição e Manejo dos Recursos Hídricos. Palmas, 20 de setembro de 2001.

PIRES, J. C. L.; GOLDSTEIN, A. **Agências reguladoras brasileiras: avaliação e desafios**. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, v. 8, n. 16, p. 3-42, dez. 2001.

PRZYBYSZ, L.C.B. **A gestão de recursos hídricos sob a ótica do usuário de saneamento: estudo de caso da bacia do alto Iguaçu**. Curitiba, 2007.

RIBEIRO, G. M.; MAIA, C. E.; MEDEIROS, J. F. de. **Uso da regressão linear para estimativa da relação entre a condutividade elétrica e a composição iônica da água de irrigação**. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 15-22, Mar. 2005 .

RODRIGUES, E. G. e AREND, S. C. **A política de gestão dos recursos hídricos no Rio Grande do Sul: sua estrutura e percepção dos comitês de bacia hidrográfica**. SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 2006. Acessado em dezembro de 2021. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/5/549.pdf>>.

SALGADO, L. H. **Agências reguladoras na experiência brasileira: um panorama do atual desenho institucional**. Rio de Janeiro: IPEA, 2003.

SAPPINGTON, D. E. M. Principles of regulatory policy design. Washington, DC.: World Bank, 1994. **Consórcios públicos e dá outras providências**. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111107.htm, acesso em 15 de dez. 2021.

VASCONCELOS, J. F., BARBOSA, J E. L., DINIZ, C. R.; CEBALLOS, B. S. O. 2011. **Cianobactérias em reservatórios do Estado da Paraíba: ocorrência, toxicidade e fatores reguladores**. Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia, vol. 39, no. 2, p. 1-20.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed., vol. 1, Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2005.