



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
PERNAMBUCO

Campus Recife
Curso Tecnólogo em Gestão Ambiental

ELENIVALDO FERREIRA DA SILVA

**ANÁLISE DO FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA EM VITÓRIA DE SANTO
ANTÃO - PE**

Recife
2021

ELENIVALDO FERREIRA DA SILVA

**ANÁLISE DO FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA EM VITÓRIA DE SANTO
ANTÃO - PE**

Monografia apresentada como requisito do Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientadora: Alessandra Lee B. Firmo

Recife
2021

Ficha elaborada pela bibliotecária Maria do Perpétuo Socorro
Cavalcante Fernandes CRB4/1666

S586a
2021

Silva, Elenivaldo Ferreira da

Análise do Funcionamento da estação de tratamento de efluentes de uma indústria alimentícia em Vitória de Santo Antão – PE. /Elenivaldo Ferreira da Silva. --- Recife: O autor, 2021.

59f. il. Color.

TCC (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Pernambuco, Departamento Acadêmico de Ambiente, Saúde e Segurança - DASS, 2021.

Inclui Referências.

Orientador: Professora ~~Dra~~ Alessandra Lee B. Firmo.

2. Desenvolvimento sustentável. 2. Alimentos. 3. Meio Ambiental. 4. ~~Águas~~ fluviais.
II. Título. II. Firmo, Alessandra Lee B. Firmo (orientador). III. Instituto Federal de Pernambuco.

CDD 363.7 (~~23.ed~~)

ELENIVALDO FERREIRA DA SILVA

*ANÁLISE DO FUNCIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA EM VITORIA DE SANTO ANTÃO
- PE*

Trabalho aprovado. Recife, 29 de janeiro de 2021.

Prof. DSc. Alessandra Lee Barbosa Firmo (Orientadora)

Prof. DSc. Rony Glauco de Melo (examinador externo)

Prof. Msc. Carlos Eduardo Menezes da Silva (examinador interno)

Recife
2021

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a Deus pela inspiração, a meu pai Edivaldo, meu tio Edimilson e a meu avô Severino que são grandes exemplos de dignidade. A todos parentes e amigos!

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e pela força para superar os obstáculos ao longo da graduação.

A meus pais Edivaldo Ferreira e Maria Josefa que são minha base, pela orientação e por todo suporte prestado. A minha esposa Andreza, pela compreensão de minha ausência durante a construção deste trabalho. Aos meus avós, tios e irmãos.

Aos mestres e professores que transmitiram seus conhecimentos, proporcionando uma aprendizagem e conseqüentemente um melhor desenvolvimento pessoal e profissional. Em nome de todos que passaram em minha trajetória acadêmica quero destacar a Alessandra Lee, minha orientadora e a Edvânia, quem me ensinou os primeiros passos.

A meus colegas e amigos do curso de gestão ambiental, em especial a Moema Leão, pelo apoio e companheirismo.

A Jônatas da Silva, Gleydson Góes e demais amigos que me incentivaram.

A todos que deram suas contribuições para elaboração deste trabalho.

“A natureza não faz nada em vão.”
Aristóteles

RESUMO

Nos últimos anos as preocupações relacionadas ao meio ambiente têm ganhado força e a água vem se destacando cada vez mais, principalmente no que concerne aos aspectos de preservação, contaminação e desperdícios do recurso. Diante da crescente escassez do recurso, faz-se necessária a adoção de estratégias que garantam um consumo mais controlado, eficiente e sustentável desse recurso tão essencial para as diversas formas de vida existentes no planeta. Diante deste cenário, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar o funcionamento da estação de tratamento de efluentes de uma indústria alimentícia produtora de biscoitos e chocolates em Pernambuco. Para tanto, foi realizada a avaliação da demanda hídrica e da geração de efluentes na ETE da indústria, avaliando aspectos quantitativos e qualitativos. Além disso, estudou-se as etapas envolvidas no tratamento, a eficiência do processo de tratamento adotado, os problemas que poderiam existir e avaliar a eficiência da ETE a partir da análise de temperatura, pH, DQO, DBO, OG, fosforo e nitrogênio. Os resultados obtidos indicam que 53,84% da água consumida é totalmente integrada no processo produtivo e que 46,16% é direcionado para a ETE, com composição dos efluentes que necessitam de tratamento prévio para atingir os padrões de lançamento conforme preconiza a legislação ambiental vigente. Após a realização das etapas de tratamento, de acordo com as variáveis analisadas todos os parâmetros se encontram em conformidade com a legislação ambiental. Em termos operacionais observou-se a necessidade de melhorias estruturais que poderia contar com equipamentos modernos, e adoção de um sistema integrado de processo produtivo para garantir desenvolvimento de melhores técnicas de gestão ambiental no que diz respeito a utilização do logo gerado na ETE. Desta forma, a indústria de biscoitos e chocolates estudada se apresenta de forma adequada diante das demandas ambientais vigentes, mas os processos podem ser otimizados com políticas de gestão ambiental que promovam a minimização da geração de efluentes e otimizem o processo produtivo industrial, bem como estratégias e parcerias com instituições para o uso dos resíduos gerados após o tratamento, como em hortas.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável. Alimentos. Meio Ambiente. Águas Fluviais. Tratamento de Esgoto.

ABSTRACT

In recent years, concerns related to the environment have gained strength, and water has been increasingly prominent, especially with regard to aspects of preservation, contamination and resource waste. In view of the growing scarcity of such resource, it is necessary to adopt strategies to guarantee a more controlled, efficient and sustainable consumption of it, which is essential for the various forms of life that exist on the planet. Given to this scenario, the present work has the goal of evaluating the functioning of the effluent treatment station of a food industry that produces cookies and chocolates in Pernambuco. To this end, an assessment of water demand and generation of effluents in the industry's effluents treatment system was carried out, evaluating quantitative and qualitative aspects. In addition, the stages involved in the treatment were studied: the efficiency of the treatment process adopted, as well as the problems that could compromise such efficiency, by analysing temperature, pH, COD, BOD, OG, phosphorus and nitrogen. The results obtained indicate that 53.84% of the water consumed is fully integrated into the production process, and that 46.16% is directed to the WWTP, with the composition of the effluents that require prior treatment to reach the discharge standards, as recommended by the current environmental legislation. After the completion of the treatment steps, according to the variables analyzed, all parameters are in compliance with environmental legislation. In operational terms, there was a need for structural improvements that could rely on modern equipment, and the adoption of an integrated production process system to ensure the development of better techniques for environmental management with regard to the use of the sludge generated at the WWTP, for example. In this way, the biscuit and chocolate industry studied presents itself in compliance with the current environmental legislation demands. However, the processes can be optimized with environmental management policies that promote the minimization of the generation of effluents to optimize the industrial production process, as well as strategies and partnerships with institutions for the use of waste generated after treatment, as in vegetable gardens.

Key-words: Sustainable development. Foods. Environment. River waters. Sewage treatment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Resumo do processo de tratamento de esgoto.....	22
Figura 2 – Grade, caixa de areia e medidor de vazão, respectivamente.	23
Figura 3 – Tratamento primário	23
Figura 4 - Tratamento secundário	25
Figura 5 – Modificação do efluente ao longo do tratamento.....	28
Figura 6 – Pontos de consumo de água e geração de efluentes	31
Figura 7 – Distribuição do consumo de água na indústria avaliada	33
Figura 8 – Fluxo de circulação de água na fábrica de biscoitos e chocolates	35
Figura 9 – Unidade de Vazão.....	36
Figura 10 – Unidade de Decantação.....	37
Figura 11– Relação entre a água consumida e a destinada a geração de efluentes na indústria avaliada	38
Figura 12 – Temperatura dos efluentes gerados.....	39
Figura 13 – pH dos efluentes gerados	40
Figura 14 – DQO dos efluentes gerados.....	41
Figura 15 – DBO dos efluentes gerados	42
Figura 16 – OG dos efluentes gerados	43
Figura 17 – Teor de Nitrogênio dos efluentes gerados	44
Figura 18 – Teor de Fósforo dos efluentes gerados.....	45
Figura 19 – Relação entre efluentes gerados e tratados.....	46
Figura 20 – Parâmetros avaliados após o tratamento.....	48
Figura 21 – Parâmetros avaliados após o tratamento.....	49
Figura 22 – Estratégias de gerenciamento de resíduos sólidos.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Principais parâmetros para análise e eficiência de tratamentos de efluentes	29
Tabela 2- Parâmetros avaliados.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivo geral	15
1.2 Objetivos específicos.....	15
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 Indústria alimentícia.....	16
2.1.1 Indústria de chocolate no Brasil	16
2.1.2. Indústria do biscoito no Brasil.....	17
2.2 Resíduos líquidos gerados nas indústrias	18
2.3 Tratamentos de efluentes	20
2.3.1 Tratamento Preliminar	22
2.3.2 Tratamento Primário.....	23
2.3.3 Tratamento Secundário.....	24
2.3.4 Tratamento Terciário	27
3 METODOLOGIA	30
3.1 Caracterização da área de estudo	30
3.2 Demanda hídrica da indústria	30
3.3 Análise da geração de efluentes.....	30
3.3.1 Análise Quantitativa	31
3.3.2 Análise Qualitativa.....	31
3.4 Avaliação da eficiência do tratamento dos efluentes gerados	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Caracterização do processo.....	33
4.2 Análise da geração de efluentes.....	37
4.2.1 Análise Quantitativa	38
4.2.2 Análise Qualitativa.....	39
4.2.3 Avaliação da Eficiência do Tratamento dos Efluentes Gerados.....	45
4.3 Problemáticas encontradas ao do estudo	50
4.4 Melhorias para o processo de tratamento adotado.....	51
5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO DE TRABALHOS FUTUROS	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as preocupações relacionadas ao meio ambiente têm ganhado força e a água vem se destacando cada vez mais, principalmente no que concerne aos aspectos de preservação, contaminação e desperdícios do recurso. Diante da crescente escassez faz-se necessária a adoção de estratégias que garanta um consumo mais controlado, eficiente e sustentável desse recurso tão essencial para as diversas formas de vida existentes no planeta. Outro aspecto é o desenvolvimento tecnológico e o aumento da densidade demográfica que trouxeram como consequências diversos problemas ao meio ambiente, dentre a gama de desajustes gerados, Donato, Barbosa e Barbosa (2015) destacam o crescimento desordenado da população mundial, o desmatamento das florestas, a aceleração dos processos de mudanças climáticas e o aquecimento global. Tais fatores, na visão de Amorim e Souza (2016) permitiram o desenvolvimento de uma significativa preocupação quanto a utilização de recursos naturais renováveis e não renováveis, bem como, subsidiou a necessidade pela busca por alternativas que minimizem os impactos causados pelo uso desordenado desses recursos.

Por conta disso, nas últimas décadas, entidades governamentais e não governamentais estão à procura de soluções que minimizem a quantidade de materiais nos processos industriais, sem perder a qualidade do produto final. Na tentativa de equacionar aspectos de cunho ambiental, a ciência tem contribuído para o avanço de tecnologias mais limpas e do desenvolvimento de processos chamados “*super clean*”, caracterizadas por Santos et al. (2015) pelo reuso, diminuição da utilização de água nos processos produtivos ou ainda recuperação dos efluentes gerados antes de devolvê-los ao meio ambiente.

As indústrias alimentícias, por exemplo, são extremamente úteis para suprir as demandas econômicas nas sociedades atuais, entretanto requer uma enorme quantidade de matéria prima para transformar um recurso em produto, associado ainda a necessidade de recursos energéticos e água (PASCHOALINO; PARRÉ; RODRIGUES, 2019). O foco da indústria alimentícia é a transformação de recursos naturais em alimentos industrializados para atender as demandas da população e garantir o abastecimento dos grandes centros urbanos. Porém essa produção traz consigo a geração de resíduos e tornam as condições ambientais fragilizadas

principalmente na região Nordeste, onde os corpos receptores de água ou efluentes tratados apresentam pouco volume. Outro quesito refere-se às condições das pequenas indústrias que não investem no tratamento de seus efluentes, tanto por falta de capital como pela dificuldade acesso a linhas de crédito específicas para esse fim.

A utilização de água pela indústria pode ocorrer de diversas formas, como na incorporação ao produto gerado, ou na lavagem de máquinas, de tubulações e de pisos, pelas águas utilizadas na circulação de sistemas de resfriamento e geradores de vapor, além de esgotos sanitários dos funcionários ou alimentação dos mesmos.

Neste novo ambiente industrial, as empresas estão optando por realizar internamente o tratamento dos efluentes gerados ao longo de seu processo produtivo, pois entendem que existe um novo nicho de mercado que opta por produtos de empresas que utilizam tecnologias ou processos tecnológicos de baixo potencial poluidor, fazendo ainda com que algumas empresas procurem até divulgar os seus sistemas de tratamentos de efluentes.

Uma informação de suma importância quando se estuda a geração de efluentes, é entender de que maneira ocorre o consumo de água, e quanto desta água demandada é devolvida na forma de efluente. Pois existe uma relação entre os efluentes gerados e capacidade de impacto ambiental que estes podem promover. Cavalcante, Deon e Silva (2017) informam que por conta desta estreita relação, é essencial a caracterização dos efluentes antes e após o processo de tratamento, para que se possa entender de que forma tais produtos podem afetar negativamente os ambientes onde são desaguados.

É importante adotar estratégias que promovam a melhoria da água devolvida ao meio ambiente, a realização do controle dos processos adotados e entender de qual forma cada etapa colabora para a eliminação de resíduos do efluente, e quais os parâmetros quantitativos e qualitativos são preservados. Associado a tudo isso, há a necessidade de entender se o processo adotado é eficiente e capaz de suprir as demandas geradas pela indústria.

Diante deste cenário, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar o funcionamento da estação de tratamento de efluentes de uma Indústria Alimentícia produtora de biscoitos e chocolates no município de Vitória de Santo Antão - PE e a partir dos resultados encontrados, propor estratégias de controles para processos e monitoramentos.

1.1 Objetivo geral

Avaliar o funcionamento da estação de tratamento de efluentes de uma indústria alimentícia produtora de biscoitos e chocolates e propor estratégias de melhoria para os controles dos processos e monitoramentos dos resíduos.

1.2 Objetivos específicos

- Descrever os processos de tratamento de efluentes adotados pela indústria estudada;
- Analisar quantitativamente e qualitativamente o efluente gerado na indústria alimentícia estudada;
- Analisar a eficiência da estação de efluentes e o atendimento as exigências legais;
- Apresentar as principais problemáticas do processo de tratamento.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Indústria alimentícia

A indústria de alimentos brasileira cresce a cada ano, e é responsável por quase 15% do faturamento do setor industrial, além de contribuir com a geração de renda pela capacidade de empregar mais de 1 milhão de pessoas (RAIMUNDO, BATALHA, TORKOMIAN, 2017). No ano de 2018, foram geradas cerca de 13 mil novas vagas de trabalho e estimativas de um crescimento na oferta de vagas na ordem de 2% para 2020.

A produção de alimentos é um dos pilares de qualquer economia, tanto por sua abrangência, como por sua notada essencialidade (PASCHOALINO; PARRÉ; RODRIGUES, 2019). De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA), estima-se que a indústria de alimentos no país cresça em uma média de 2,5% a 3%. Além disso, há outros indicadores que mostram o bom andamento do setor, como as vendas reais, que devem crescer de 3% a 4% do que foi visto no ano anterior.

Em 2018, a indústria do setor de alimentos cresceu 2,08% em faturamento e alcançou R\$656 bilhões no mercado interno e exportações. Por conta disso, o Brasil é considerado o segundo maior exportador de alimentos industrializados de todo o mundo, atendendo mais 180 países (ABIA).

Diversas são as indústrias que atuam no setor alimentício, mas no presente trabalho serão apresentados aspectos referentes a produção de chocolates e biscoitos.

2.1.1 Indústria de chocolate no Brasil

A história do chocolate tem início no México e América Central, onde era denominado de Theobroma “alimento dos deuses” e Cacao, o nome da árvore pelos nativos. O Cacao era muito estimado pelos povos da região e seu consumo acontecia especialmente na forma de bebida dos grãos fermentados e moídos, misturados a água e urucum para dar um efeito avermelhado e picante e mel de abelhas selvagens para dar um sabor adoçado. Além disso era utilizado para transações comerciais por ser um bem precioso da região (MODA; BOTEON; RIBEIRO, 2019)

No Brasil, o cacau passou a ser visto no século XVIII, com as missões jesuítas no Amazonas. Neste período o cacau era considerado uma *commodity* de valor para a Espanha e outros lugares onde o chocolate era conhecido e passou dia após dia ocupar espaço na vida e na mesa de diversos povos (COSTA; SOARES, 2016).

No aspecto industrial, a produção de chocolate no país deslanchou a partir da segunda metade do século XIX, quando algumas fábricas de chocolate foram instaladas no Brasil, mais precisamente em Porto Alegre pelos irmãos Franz e Max Neugebauer em sociedade com Fritz Gerhardt (SILVA et al., 2017).

A indústria do chocolate fatura mundialmente cerca de US\$ 60 bilhões por ano e o Brasil é o quarto maior produtor de chocolate do planeta. Nos últimos 10 anos, o consumo de chocolate no Brasil cresceu aproximadamente 11% ao ano (BUSINESS REVIEW BRASIL, 2018). Conforme dados do IBOPE Mídia, as mulheres lideram o consumo de chocolates e representam 55% dos consumidores. E dados recentes apontam que o consumo de chocolate passou de 0,2 kg por ano em 2002 para 1,3 kg por ano em 2010 (MODA; BOTEON; RIBEIRO, 2019).

Cerca de 60 mil agricultores cultivam cacau no Brasil, com destaque a produção na Bahia, responsável por 61% da produção nacional, seguido pelo Pará, com 23%. Diversas técnicas de manejo foram desenvolvidas no país, e a qualidade do cacau produzido no Brasil é comparada à dos melhores do mundo (MODA; BOTEON; RIBEIRO, 2019).

Assim, o chocolate vem ganhando cada vez mais espaço na mídia, não só pelas suas apreciadas propriedades sensoriais, mas também pelos benefícios potenciais à saúde. Nos últimos anos o cacau vem sendo reconhecido pelo seu conteúdo de fitoquímicos, especialmente pela metil-xantina e pela teobromina, substâncias com efeito estimulante semelhante ao da cafeína.

Na última década, pesquisas têm demonstrado que o cacau *in natura*, alguns produtos de cacau e o chocolate são extraordinariamente ricos num grupo de antioxidantes conhecido como flavonóides, que pertencem a uma ampla e diversa classe de fitoquímicos chamados polifenóis (AMAYA; PABÍN, 2017).

2.1.2. Indústria do biscoito no Brasil

A história do biscoito se confunde com a história da humanidade. Mas sua popularidade aumentou em meados do século XVII, quando começou-se a adicionar

chocolate ou chá ao biscoito na Europa, fazendo com que o modelo alimentício até então sem graça, se tornasse rico em aromas e sabores e passasse a atrair diversos tipos de consumidores (SATO, 1997).

O biscoito está presente em 98% dos domicílios ainda que não seja classificado como um alimento básico como o pão. Este produto alimentício é bem aceito por ser consumido por pessoas de diversas faixas etárias e classes sociais (FERNANDES et al., 2017). E as formulações mais atuais trazem opções fortificadas com fibras e proteínas para auxiliar na melhoria da qualidade da dieta.

Em sua origem, os biscoitos eram pequenos pães feitos de forma artesanal, hoje as indústrias de todos os portes são capazes de produzir variados sabores, tipos e recheios. Por isso o consumo per capita deste produto no Brasil é de cerca de 6 kg/ano, enquanto países como Argentina e Reino Unido consomem mais de 10 kg por habitante ao ano (FERNANDES, et al., 2017).

O setor surgiu no país a partir de demandas caseiras, mas passou por um acentuado crescimento ocasionado pela abertura do mercado brasileiro e a compra das empresas menores pelas grandes marcas internacionais (FERNANDES et al., 2017). E por conta da competitividade no mercado nacional as empresas devem investir em inovação de produção e tecnologia de desenvolvimento de produtos. Sairá na frente aquela capaz de produzir um biscoito de qualidade, ao mesmo tempo que minimize os custos de produção e seja aliada as necessidades e demandas ambientais vigentes.

2.2 Resíduos Líquidos gerados nas indústrias

A utilização de água pela indústria pode ocorrer de diversas formas: que vão desde incorporação ao produto, passando por lavagens de máquinas, tubulações e pisos, águas de sistemas de resfriamento e geradores de vapor, águas utilizadas diretamente nas etapas do processo industrial ou incorporadas aos produtos, esgotos sanitários dos funcionários até reuso de água para diversas outras etapas. Associado a alta demanda, encontra-se também a elevada geração de efluentes líquidos, principalmente no que diz respeito a indústrias de transformação (SPERLING, 2005).

Os efluentes líquidos ao serem despejados com os seus poluentes intrínsecos, provocam a alteração de qualidade nos corpos receptores e conseqüentemente poluição destes corpos hídricos, trazendo malefícios que dependendo da dimensão

que alcançam podem ser considerados imensuráveis (METCALF, 2015).

O desenvolvimento urbano e industrial está relacionado com a sua proximidade a rios, devido a disponibilidade de água para abastecimento ou potencial corpo receptor dos dejetos. Contudo, o exagerado aumento populacional e industrial fez com que um mesmo corpo hídrico seja fornecedor e receptor de diversos setores, tornando-se cada dia mais poluídos (GIORDANO, 2004).

A poluição hídrica pode ser definida como qualquer alteração física, química ou biológica da qualidade de um corpo hídrico, capaz de ultrapassar os padrões estabelecidos para a classe, conforme o seu uso preponderante (NOVA ÉPOCA, 2021). E origina-se, na maioria dos casos, devido a perdas de energia, produtos e matérias primas, ou seja, a ineficiência dos processos industriais.

Os resíduos industriais líquidos, em sua grande maioria, são formados por restos das matérias-primas utilizadas nos processos produtivos e que não são aproveitadas totalmente. Para minimizar os problemas causados por essa concentração de restos, as indústrias têm feito a utilização de sistemas de tratamento de efluentes adequados. No entanto, são necessários estudos que permitam melhorar os processos produtivos, visando a reduzir ao mínimo a emissão de efluentes líquidos, reutilizando a água ao máximo em outras atividades ou fazendo-a voltar ao processo industrial, sem prejudicar o produto qualitativamente (TORRES et al., 2018).

Os principais resíduos gerados pela indústria de alimentos são os efluentes industriais (biológicos e químicos) e resíduos sólidos provenientes da produção dos alimentos. Cada um deles tem uma forma diferente de tratamento, é necessária atenção e cuidado profissional especializado, pois possuem substâncias altamente poluentes que podem prejudicar o Meio Ambiente (OLIVEIRA et al., 2016).

De acordo com Narcizo et al. (2019), efluentes são os rejeitos resultantes de atividades produtivas ou de consumo humano, e no âmbito industrial é visto como todos os produtos rejeitados e resultantes do processo produtivo envolvido na fabricação dos produtos almejados por dada indústria.

Como os efluentes sofrem alterações em sua estrutura, é essencial entender de que forma a água inicialmente consumida é descartada após o processo produtivo. Diante disto, a avaliação de características qualitativas auxilia no entendimento e na definição do padrão de qualidade que estes efluentes se encontram antes e após o processo de tratamento.

Por conta desta demanda, muitos estudos têm sido realizados com intuito de

desenvolver tecnologias capazes de minimizar o volume e a toxicidade dos efluentes industriais, de forma a permitir não somente a remoção de substâncias contaminantes, mas também sua completa mineralização.

Mas o ponto fundamental desta discussão é a possibilidade de compatibilizar a produção industrial com a conservação do meio ambiente. Por isso a simples aplicação de técnicas de tratamento de efluentes não é suficiente para entender se as demandas ambientais vêm sendo respeitadas, é necessário o desenvolvimento de práticas de avaliação da eficiência industrial, sem a qual a indústria torna-se obsoleta e é fechada pelo próprio mercado (ALVES et al., 2017).

A eficiência industrial é o primeiro passo para a eficiência ambiental, pois o tratamento de resíduos poluidores das indústrias é complexo, visto que cada indústria tem suas particularidades, e associado a isto, ainda existem diversas variáveis que dificultam a padronização de processos de tratamento, com as diferentes matérias-primas, os diversos processos de produção, as condições climáticas, a disponibilidade de água, etc. Por isso, as soluções para tratamento de efluentes não podem ser transplantadas de uma unidade industrial para outra, e isso só é possível quando se conhece o princípio de funcionamento de cada operação unitária utilizada bem como a ordem de associação dessas operações que definem os processos de tratamento (PARENTE; SILVA; 2002). Abaixo, serão elencadas algumas dessas práticas e como cada uma delas torna o final do processo produtivo mais sustentável e eficiente.

2.3 Tratamentos de efluentes

Quando não tratado os efluentes podem conter diversos microrganismos transmissores de doenças, resíduos tóxicos aos animais e seres humanos. Por conta disso, tanto a coleta quanto o tratamento de esgotos ou efluentes são importantes para a garantia de saúde das populações e preservação do meio ambiente (ALVES et al., 2017).

O tratamento dos efluentes é feito pela remoção dos poluentes contidos neles, e o método utilizado varia de acordo com a natureza física, química e biológica dos constituintes que os compõem (LEÃO et al., 2020). E é formado por uma sequência de operações, que são empregadas para a remover ou transformar substâncias indesejáveis em outras mais aceitáveis. Pois o tratamento do esgoto sanitário alude a remoção de matéria orgânica e inorgânica em suspensão ou dissolvida do esgoto.

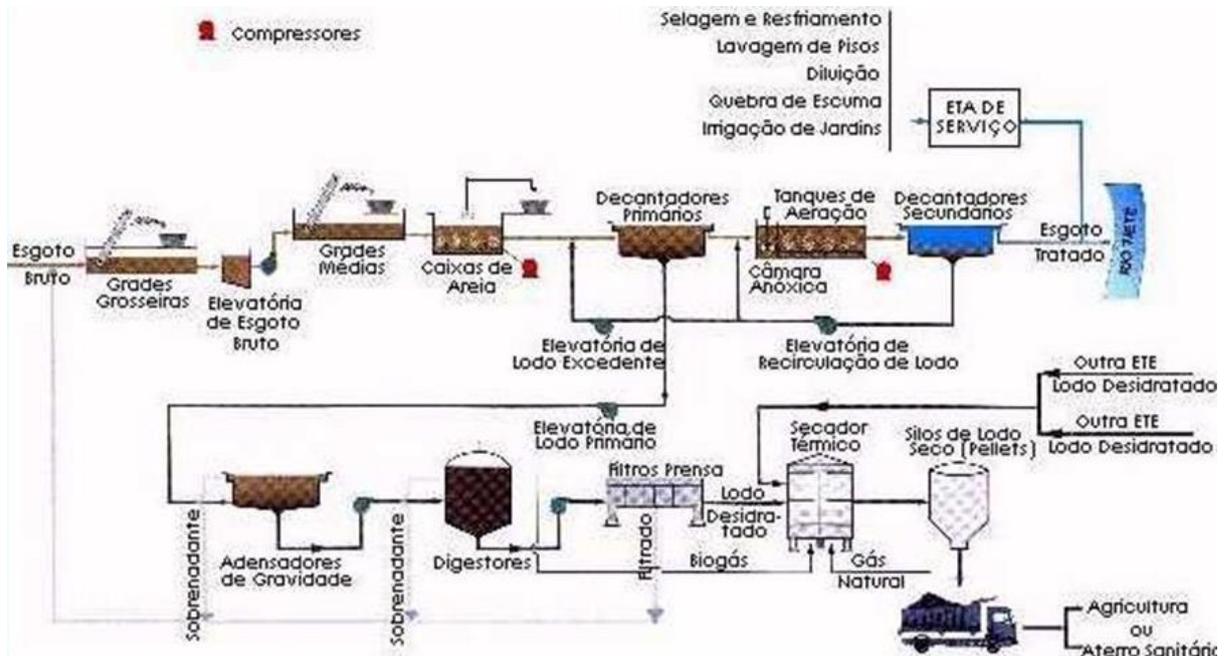
O tratamento de efluentes brutos pode ser feito pelo método físico-químico,

visto que contribui com o tratamento secundário avançado, precedendo de lagoas de estabilização, com aplicação de produtos químicos apenas nas temporadas de verão. A desvantagem do tratamento físico-químico do esgoto bruto está relacionada com a relativa baixa remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio e à alta produção de um lodo instável e que demanda cuidados especiais, principalmente para o uso agrícola (CALÁBRIA et al., 2018).

Outros tratamentos reconhecidos e utilizados no país são os tratamentos biológicos, classificados em soluções individuais e soluções coletivas. No que se refere as soluções individuais, pode-se destacar a utilização de fossas sépticas, tanques de Imhof e os reatores UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*). Já no que se refere ao tratamento coletivo destaca-se as estratégias de coleta de esgoto de grandes núcleos ou centros urbanos, que são consideradas soluções coletivas por serem realizadas em diferentes níveis, com destaque para: tratamento preliminar, tratamento primário e tratamento secundário (BORGES; SANTOS, 2017).

O método, que de modo geral é utilizado pelas estações de tratamento no Brasil é denominado “método de lodos ativados”. Foi desenvolvido na Inglaterra e consiste num sistema em que uma massa biológica cresce e forma flocos, que são recirculados e colocados em contato com a matéria orgânica num ambiente aeróbico, caracterizado pela apresentação de duas fases, uma líquida e outra sólida (OLIVEIRA et al., 2016). A figura 1 expressa um resumo deste processo:

Figura 1– Resumo do processo de tratamento de esgoto



Fonte: Adaptado de Sperling (2005)

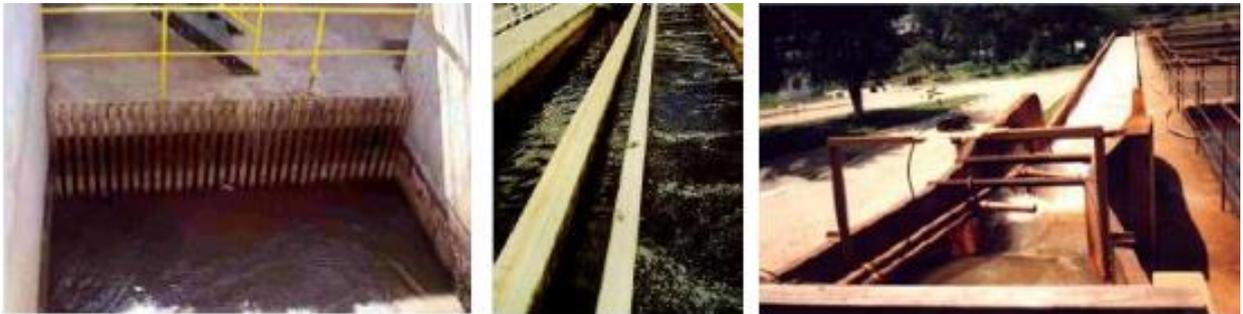
A remoção dos poluentes no tratamento deve atender aos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação vigente e está associada ao conceito de eficiência de tratamento. Pensando nisso, o tratamento dos esgotos foi dividido em níveis de tratamentos: preliminar, primário, secundário e terciário (SPERLING, 2005).

2.3.1 Tratamento Preliminar

O tratamento preliminar é a etapa referente a remoção de sólidos grosseiro, areia, óleos e graxas presentes nos esgotos, realizada pela adoção de mecanismos físicos, como grades e peneiras, e sua maior função é a retirada de materiais grosseiros que minimizam o tempo útil dos equipamentos de uma ETE (MARQUES et al., 2017).

Os materiais mais grosseiros, como resíduos de maiores dimensões são separados por um processo de gradeamento, em seguida as partículas com maiores dimensões, que passaram pelo gradeamento e se encontram em suspensão no esgoto gradeado, passam por um processo de sedimentação em caixa de areia, ou seja, as partículas mais pesadas se depositam no fundo da caixa. O material líquido restante passa por medidor de vazão e segue para a etapa posterior (Figura 2).

Figura 2– Grade, caixa de areia e medidor de vazão, respectivamente



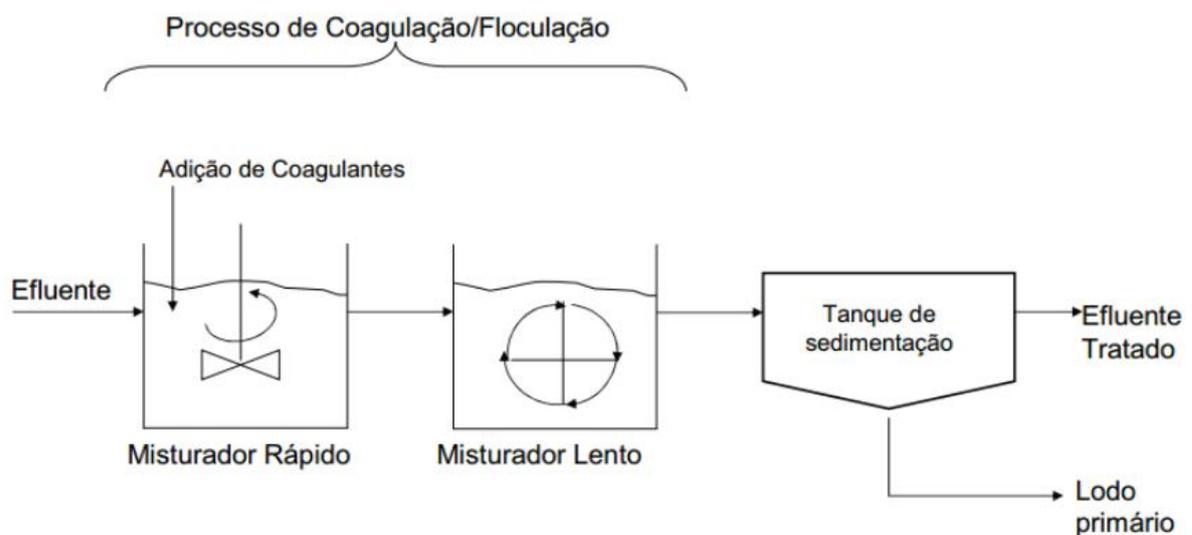
Fonte: Bertoldi (2015)

O resíduo gerado nesta fase deve ser disposto em aterro sanitário, por possuir características poluidoras elevadas, e não deve ser misturado aos lodos formados ao longo do tratamento.

2.3.2 Tratamento Primário

Esse nível de tratamento é responsável pela remoção de sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica presente conforme explícita a Figura 3.

Figura 3– Tratamento primário



Fonte: Bertoldi (2015)

Assim como o nível preliminar, utiliza de ações físicas para a separação das partículas restantes, mas é capaz de diminuir o potencial poluidor dos esgotos, ou

seja, é o tratamento inicial propriamente dito (LEÃO et al., 2020). Este nível é caracterizado pela passagem da fase líquida em um decantador para a formação do lodo primário na parte inferior e um material flutuante na superfície.

O lodo primário é formado por matéria orgânica bruta e apresenta grande potencial de decomposição por bactérias, que além de emitir odores desagradáveis, são considerados instáveis (ALVES et al., 2017). Por conta disso, necessitam passar por um processo de estabilização em um reator de digestão anaeróbia.

O objetivo da digestão anaeróbia é reduzir os valores de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio) pela remoção de sólidos e matéria orgânica. A demanda bioquímica é a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar a matéria orgânica biodegradável existente, enquanto que a demanda química por oxigênio é quantidade de oxigênio necessária para estabilizar a matéria orgânica total presente na água. Logo, valores elevados de DBO e DQO indicam que os resíduos são mais poluentes e seu tratamento é mais complicado (LEÃO et al., 2020).

2.3.3 Tratamento Secundário

Apesar de o tratamento primário ser capaz de remover sólidos e matéria orgânica dispersos na mistura dos esgotos, este não é eficaz de garantir teores aceitáveis na remoção de nutrientes e patógenos. Por isso, são necessários tratamentos secundários e terciários (BRAGA et al., 2016).

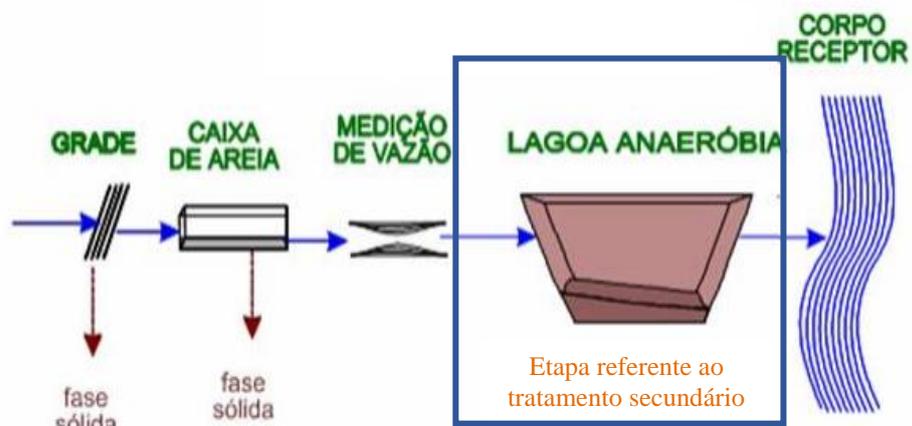
A etapa de tratamento secundária é caracterizada como um processo predominantemente biológico, marcado pela presença de reações bioquímicas realizadas por microrganismos, responsáveis pela remoção da matéria orgânica e, em alguns casos, de nutrientes dissolvidos na mistura do esgoto como fósforo e nitrogênio. O tipo de tratamento realizado nesta etapa depende do tipo de afluente gerado e do tipo de unidade adotada pela estação: tanque de lodo ativado, filtro biológico, valo de oxidação, reator anaeróbio, lagoa de estabilização ou lagoa aerada (MARQUES et al., 2017).

No processo secundário, o lodo é gerado a partir das transformações biológicas dos sólidos suspensos não - sedimentáveis e dos dissolvidos. Quando comparado ao lodo gerado no tratamento primário, o lodo secundário é livre de odores, mas apresenta partículas finas e dispersas de difícil desidratação, pois enquanto o lodo

primário é fibroso e grosseiro o secundário é formado por uma massa biológica marcada pela presença de microrganismos com água em sua composição (LEITE et al., 2015).

Destacam-se como os principais sistemas de tratamento de esgoto em níveis secundários os sistemas de lagoa de estabilização, sistemas de lodo ativado, sistema de filtro biológico, sistema anaeróbio simplificado e sistema de disposição no solo conforme a Figura 4.

Figura 4- Tratamento secundário



Fonte: Bertoldi (2015)

I. Sistema de lagoas de estabilização:

É um dos sistemas de tratamento mais simples e de baixo custo de implantação que existem, praticamente não demandam energia elétrica e não requerem equipamentos eletromecânicos sofisticados e por conta disso são os mais antigos e numerosos no país. Para a implantação das lagoas de estabilização demanda-se a disponibilidade de grandes áreas, pois durante a sua utilização o bio sólido gerado permanece nos tanques de estabilização e chegam a ocupar mais de 60% do volume destes (SPERLING, 2005).

Nos casos em que o volume ocupado por bio sólido é superior a 50% indica-se a necessidade de limpeza, pois este acúmulo de bio sólido prejudica a dinâmica e eficiência do processo. Existem vários tipos de lagoas utilizadas para o tratamento de esgotos:

- Lagoas Facultativas: são utilizadas para remoção da matéria orgânica carbonácea, neste tipo de sistema, a DBO solúvel é particulada e estabilizada aerobicamente por bactérias dispersas no meio líquido, enquanto a DBO suspensa é estabilizada anaerobicamente por bactérias no fundo da lagoa (SPERLING, 2005);

- Lagoa Anaeróbia: a DBO encontra-se em torno de 50% estabilizada na lagoa anaeróbia, que é mais profunda e com menor volume, enquanto a DBO restante é removida pela lagoa facultativa. As lagoas anaeróbias são mais profundas que as lagoas facultativas, e apresentam profundidade de até 4,5 metros, que pode ser reduzida em área superficial (SPERLING, 2005);

- Lagoa de Maturação: responsável pela remoção de organismos patogênicos e por isso pode ser utilizada após qualquer tratamento biológico de esgotos, incluindo lodos ativados e filtros biológicos. É vista como uma alternativa aos métodos tradicionais de remoção de patogênicos como a desinfecção com cloro, mas demanda uma grande área. As lagoas de maturação ampliam as condições desfavoráveis ao desenvolvimento de patógenos através da entrada de radiação solar, pH e concentração de oxigênio dissolvido (OD) elevados, pois a radiação solar contém raios ultravioletas que são bactericidas, possibilitando que essas lagoas sejam responsáveis pela remoção de até 99,99% coliformes (SPERLING, 2005);

- Lagoa Aerada de Mistura Completa seguida por Lagoa Facultativa: a introdução de energia é elevada, fazendo com que os sólidos permaneçam dispersos no meio líquido e por isso, aumentando a eficiência do sistema de remoção da DBO, o que permite que a lagoa tenha um volume inferior ao de uma lagoa facultativa, e desta forma, minimizando custos (SPERLING, 2005);

- Lagoa Aerada de Mistura Completa seguida por Lagoa de Decantação: processo similar ao sistema anterior, com a diferença de que a unidade de decantação é constituída por uma lagoa menor, exigindo que o lodo seja retirado em até 5 anos (SPERLING, 2005).

II. Sistemas de Lodos Ativados

O sistema de tratamento de esgoto sanitário por Lodos Ativados tem sido cada vez mais utilizado em grandes centros urbanos, pois utiliza pequenas áreas para tratar uma grande quantidade de esgoto e podem ser aplicados de três maneiras:

- lodos ativados convencional: é um sistema composto por um decantador primário, tanque de aeração, decantador secundário, adensador de lodo, digestor

anaeróbio e desaguamento do lodo. Neste sistema a concentração de biomassa é elevada por conta da recirculação dos sólidos sedimentados no fundo do decantador secundário, tal sistema é considerado eficiente na remoção da DBO por garantir que a biomassa permaneça mais tempo no sistema (SPERLING, 2005);

- lodos ativados por aeração prolongada: semelhante ao sistema convencional, mas necessita de tanques de aeração maiores, por conta do maior tempo de repouso no sistema (SPERLING, 2005);

- lodos ativados de fluxo intermitente: as etapas de reação e sedimentação ocorrem no mesmo tanque, onde os aeradores são ligados e desligados, respectivamente. Quando os reatores estão desligados os sólidos se sedimentam e nesta ocasião o sobrenadante é retirado, e durante o religamento dos aeradores os sólidos sedimentados retornam a massa líquida, o que dispensa as elevatórias de recirculação (SPERLING, 2005).

III. Sistema de filtro biológico

O filtro biológico percolador é uma tecnologia compacta, operacionalmente simples, de baixo consumo de energia e custo operacional (DUDA; OLIVEIRA, 2011). Onde a estabilização da matéria orgânica é realizada por bactérias que são aderidas a um suporte de pedras ou materiais sintéticos, e a eliminação de patogênicos está na ordem de 60-90%.

2.3.4 Tratamento Terciário

Etapa caracterizada como adicional capaz de remover contaminantes específicos ou complementares a remoção de matéria orgânica, patógenos e nutrientes não suficientemente removidos pelas unidades do tratamento secundário tradicional (METCALF; EDDY, 2015).

Os processos usuais na terceira etapa de tratamento de efluentes são do tipo físico-químicos e dependentes da natureza e compatibilidade do efluente gerado, como: coagulação, floculação, decantação, filtração, adsorção por carvão, calagem e osmose reversa (BRAGA et al., 2016). A exemplo do citado a cima para reduzir a quantidade de nitrogênio e fósforo, que são nutrientes que causam desequilíbrio no ambiente quando estão em grande quantidade, são adotadas técnicas de desnitrificação e remoção de fósforo (BARBOSA et al., 2016).

Durante a desnitrificação é de suma importância a existência de condições anaeróbias requerida pelos microrganismos facilitadores do processo. Outras maneiras para minimizar o processo de nitrificação ao longo do tratamento dos esgotos é a adoção de técnicas adequadas de filtração de areia, lagoas de polimento e projeção adequada dos sistemas de lodo ativado (BARBOSA et al., 2016).

Já com relação a remoção do fósforo a técnica normalmente utilizada é realizada por meio da precipitação química com sais de ferro ou alumínio. A remoção química requer o uso de equipamentos com malhas menores que os utilizados na remoção biológica e o lodo químico formado é de difícil tratamento, exigindo a utilização de produtos químicos de alto valor (SILVA et al., 2019).

Cada etapa do processo possibilita uma melhoria na qualidade do efluente inicial, conforme a Figura 5.

Figura 5 – Modificação do efluente ao longo do tratamento



Fonte: Ecoconsultores (2019)

Além de aspectos visuais, destaca-se a importância da avaliação de alguns parâmetros por meio de análises físico-químicas conforme a Tabela 1.

Tabela 1- Principais parâmetros para análise e eficiência de tratamentos de efluentes

PARÂMETROS	CARACTERIZAÇÃO
Temperatura	A temperatura é uma variável de fácil mensuração e que pode ser facilmente influenciada por outros parâmetros. Associado a isto tem o potencial de promover ou retardar a ocorrência de reações químicas.
pH	O pH ou potencial hidrogeniônico é um parâmetro que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa, determinado pela concentração de íons hidrônio. Os valores variam numa escala de 0 a 14, sendo ácido - pH abaixo de 7, básico - pH acima de 7 e neutro - pH igual a 7, podendo ser medidos com a utilização do pHmetro
DQO	Quantidade de oxigênio consumido na oxidação química da matéria orgânica existente na água, medida em teste específico. É expressa em termos de concentração (mg O ₂ /l). Quanto maior for a relação DQO/DBO, menos biodegradável será um efluente. A redução de matéria orgânica não biodegradável será exigida em termos de redução de DQO.
DBO	Quantidade de oxigênio requerida na oxidação bioquímica de matéria orgânica existente na água, pela ação de bactérias aeróbias, sob condições específicas. É o parâmetro mais empregado para estimar a poluição, utilizando-se a demanda bioquímica em 5 dias (DBO ₅), a 20 °C. É expressa em termos de concentração (mg O ₂ /l).
OG	Óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem animal, mineral ou vegetal. Geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. Não costumam ser encontrados em águas naturais, mas provenientes de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolinas, estradas e vias públicas
P	O fósforo é um elemento químico de número atômico 15 e o símbolo P. É um pertencente ao grupo 15 da tabela periódica e elemento não-metálico é na natureza combinado em fosfato inorgânico e em organismos vivos, mas não no estado nativo. É uma substância muito reativa e se oxida espontaneamente em contato com a luz emitida pelo oxigênio atmosférico. Este processo é conhecido como fosforescência.
N	Nos corpos d'água o nitrogênio pode ocorrer nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Os nitratos são tóxicos aos seres humanos, e em altas concentrações causa uma doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças.

* Todos os parâmetros avaliados seguem a metodologia de análise descritas na Resolução do CONAMA 430 (BRASIL, 2011).

Mas tão importante quanto tratar, é realizar a avaliação da efetividade do tratamento aplicado, bem como desenvolver estratégias que promovam a melhoria da eficiência para a indústria avaliada. Pois somente com o conhecimento acerca das problemáticas e pontos fortes e fracos é possível desenvolver sistemas capazes de minimizar os impactos ambientais maléficos ao meio ambiente.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área de estudo

O empreendimento estudado é uma indústria de transformação alimentícia que atua na área de chocolate e biscoitos. A indústria avaliada funciona desde o ano de 2011 e apresenta uma capacidade de transformação média na ordem de 3.600 toneladas de chocolate ao mês e cerca de 4.000 toneladas de biscoitos por mês, operando em um regime de 24 horas por dia, 07 dias por semana e 365 dias por ano, e contando com um quadro de 1.800 funcionários e 1.000 parceiros.

3.2 Demanda hídrica da indústria

Nesta etapa de desenvolvimento do estudo, foi realizado o levantamento das características de qualidade e quantidade de água demandada pela indústria alimentícia em estudo.

A análise quantitativa foi realizada a partir da verificação do consumo nos registros de água de cada setor da indústria, monitorados mensalmente. Os resultados apresentados referem-se à média anual de cada setor avaliado

Para isso, realizou-se um estudo preliminar, que consistiu no levantamento de dados para identificar, caracterizar e quantificar o uso da água na indústria. Esta etapa foi composta pelas seguintes atividades:

- a) descrição das atividades realizadas na indústria;
- b) caracterização da demanda hídrica necessária em cada processo descrito anteriormente.

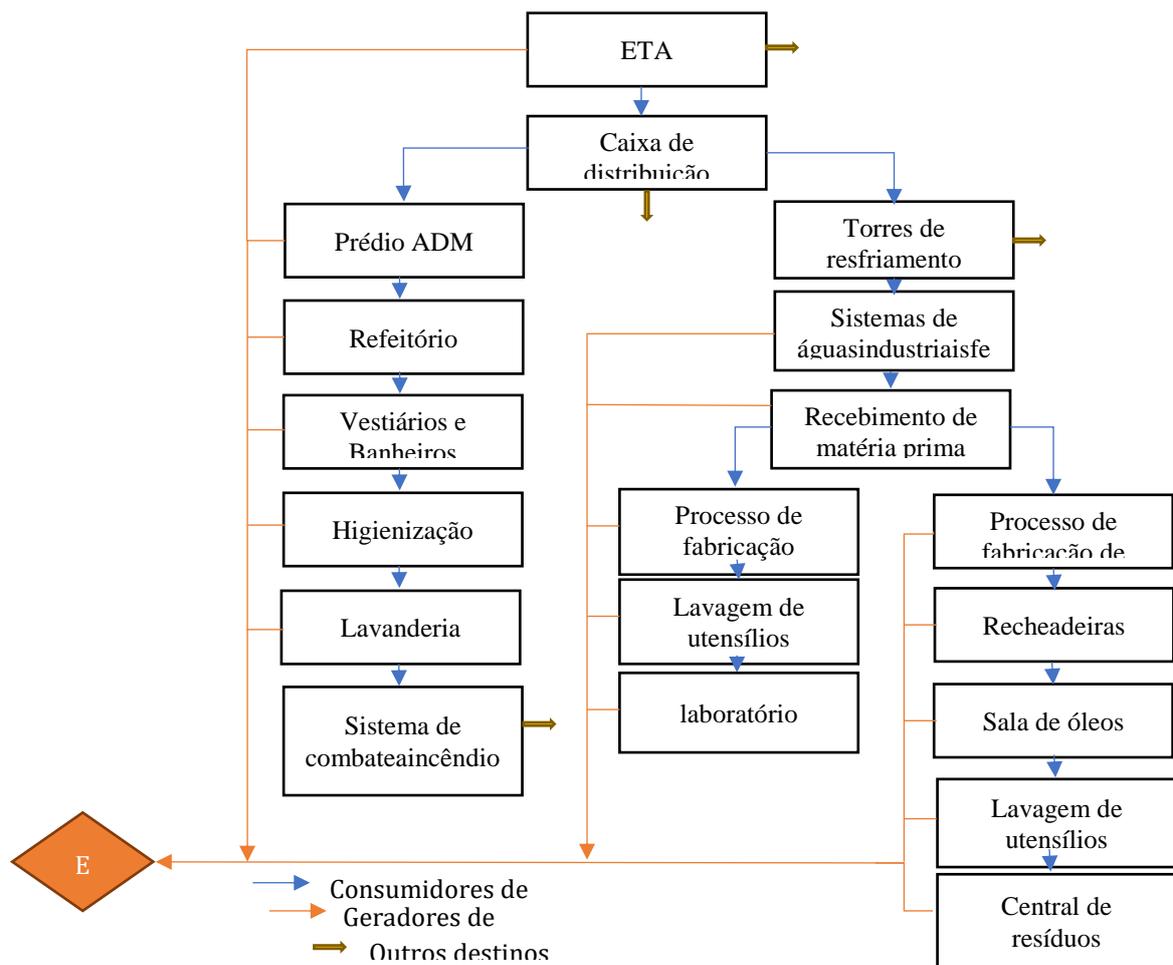
3.3 Análise da geração de efluentes

Esta etapa do trabalho consiste em apresentar os métodos necessários para compreender de que forma a água utilizada se transforma em efluente. As análises realizadas foram divididas em quantitativas (referentes à quantidade de efluente gerados) e qualitativas (baseadas nas características químicas encontradas no efluente gerado). Os dados utilizados referem-se aos resultados obtidos entre janeiro e dezembro de 2018.

3.3.1 Análise Quantitativa

A análise quantitativa da geração de efluentes se deu pela medição da vazão, realizada a partir de medidores eletromagnéticos e ultrassônicos, nos pontos de geração de efluentes descritos na Figura 6.

Figura 6– Pontos de consumo de água e geração de efluentes



Fonte: Elaborada pelo o autor (2019).

3.3.2 Análise Qualitativa

A qualidade do efluente é um parâmetro que varia no espaço, no tempo e de acordo com a atividade desenvolvida na indústria. Esta variabilidade deve-se não só às condições da superfície de captação e armazenamento e por isso existe a necessidade de monitoramento da qualidade do efluente gerado. Nesta perspectiva, foram realizadas análises de qualidade de água, afim de avaliar as principais

características da água coletada na região da indústria em estudo, este levantamento foi realizado apenas para verificar os aspectos referentes aos efluentes gerados a partir dos parâmetros (Tabela 2):

Tabela 2- Parâmetros avaliados

PARÂMETROS	INSTRUMENTO DE ANALISE
Temperatura	Termômetro.
pH	pHmetro
DQO	Titulométrico com dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$)
DBO	Método da diluição e incubação
OG	Análise espectrofotométrica
P	Método do Ácido Ascórbico.
N	Método de Ensaio.

Fonte: Elaborada pelo o autor (2020).

Os parâmetros são analisados mensalmente por uma empresa externa, especializada na análise de efluentes líquidos e também são feitos paralelamente no laboratório da Indústria estudada. Os resultados das análises são comparados entre si e comparados mensalmente.

3.4 Avaliação da eficiência do tratamento dos efluentes gerados

A avaliação de funcionamento da estação de tratamento de efluentes da indústria avaliada é realizada com base nos parâmetros físico-químicos estabelecidos pela resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Que trata sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes e complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e estabelece critérios e padrões de emissão que resultem na redução da carga orgânica industrial lançada direta ou indiretamente nos recursos hídricos do estado de Pernambuco.

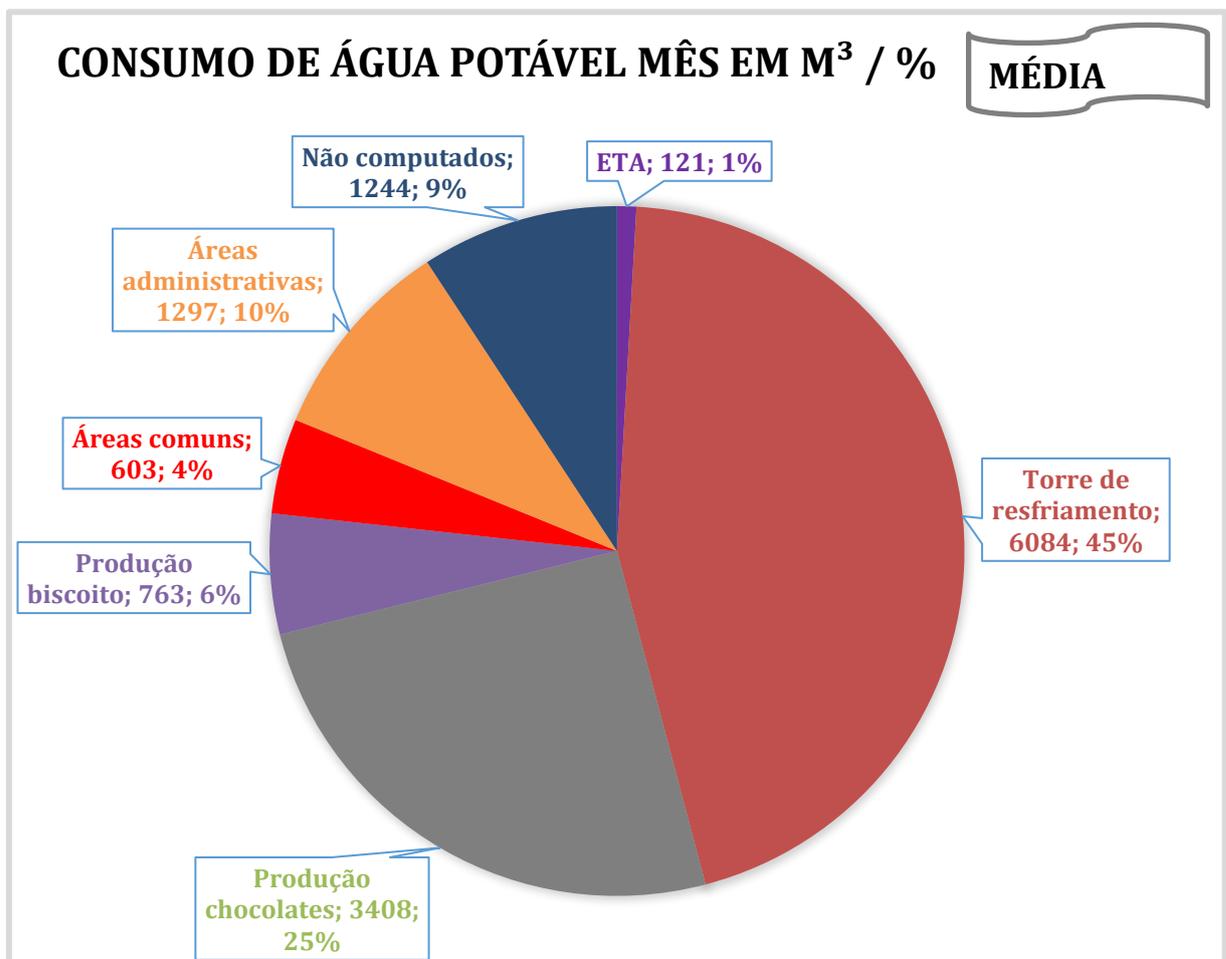
Esta etapa também é realizada pela comparação entre os valores antes e após a realização do tratamento pela estação de tratamento e apresentados na forma de gráficos, comparando os valores após o tratamento e os valores base descritos nas legislações consultadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do processo

O presente estudo demonstra que maior consumidor da indústria são as torres de resfriamento sendo responsável por 45% ou 6084 m³ por mês do consumo de água, seguido da produção de chocolates com 25% referente à fabricação e lavagens de utensílios. Embora a produção de biscoito sendo superior necessite de menos água em seu processo de fabricação demandando 6% do volume disponível, conforme descritos na Figura 7.

Figura 7– Distribuição do consumo de água na indústria avaliada



Fonte: Elaborada pelo o autor (2020).

A torre de resfriamento como maior consumidor é responsável por manter constante a temperatura adequada para a produção do produto almejado ao longo de toda cadeia produtiva. Apesar de apresentar uma grande demanda, esta água fica

armazenada por um período de 12 meses, quando então as torres são lavadas e uma nova quantidade de água é armazenada para garantir a temperatura adequada para o processo.

A fabricação de biscoitos é responsável pelo consumo de 6% de toda a água disponível para o abastecimento sendo utilizada no produto, para limpeza de utensílios, limpeza de equipamentos e equipamentos de troca de calor; enquanto as áreas comuns que são aquelas utilizadas por ambos processos como lavanderia, laboratórios e higienização de mãos e pés representam 4% da fatia.

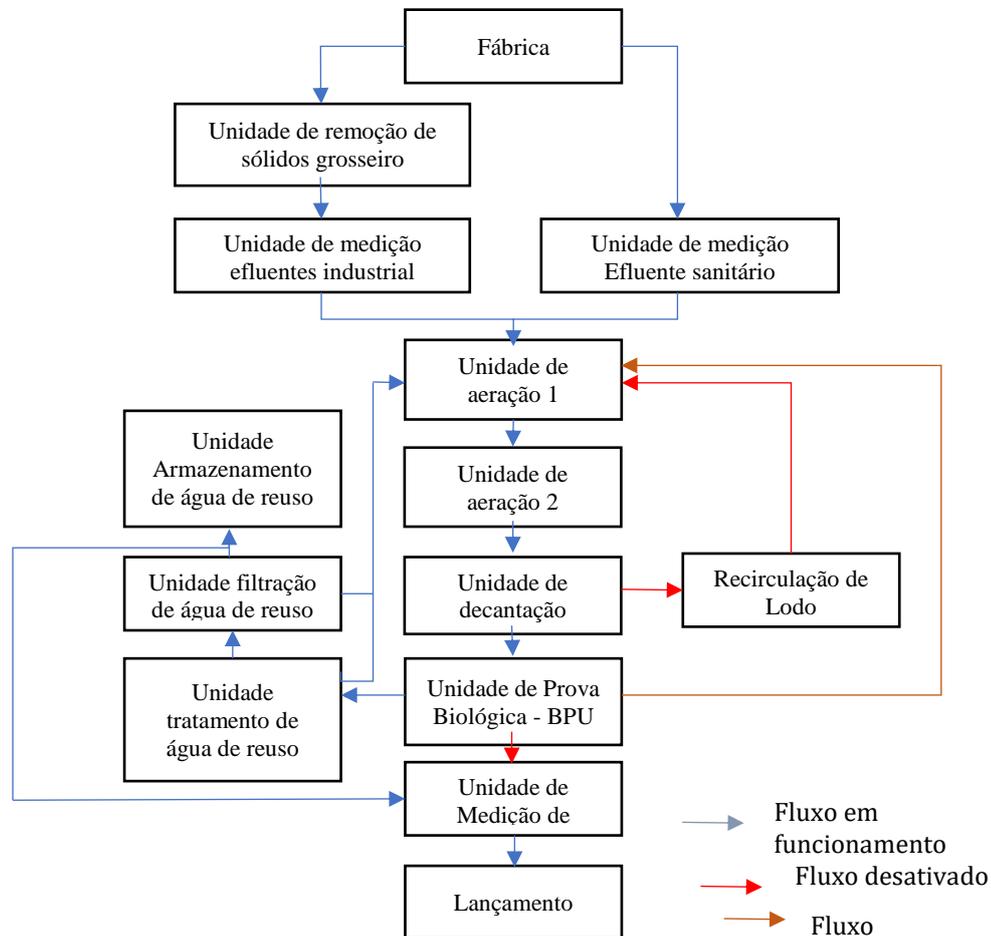
A partir dos dados descritos na Figura 7, é possível notar que há quantidades de água direcionada para atender as demandas administrativas é de 10% do consumo mensal nesse caso composto por refeitório, banheiros, vestiários e prédio administrativo. A estação de tratamento de água também deixa sua contribuição de 1%, além disso, o gráfico mostra que 9% do volume de água não é registrado seu consumo.

As indústrias que contam com torres de resfriamento apresentam muitas vezes um acréscimo no consumo de água, estes sistemas são usados em diversas indústrias com a finalidade de resfriar a água que é usada em um determinado processo. Apesar de ser um sistema mais econômico em relação a outros modelos de sistemas de resfriamento este modelo de produção demanda grandes quantidades de água, pois mesmo havendo recirculação de água na torre de resfriamento, há um consumo de 20 a 30% do volume total de água do sistema (COSTA et al., 2020).

A eficiência de uma torre de resfriamento está em torno de 85 a 95% e as perdas de água pelo arraste pairam entre 0,01 e 0,3% da vazão de recirculação (COSTA et al., 2020). Mas para garantir um o bom desempenho das torres de resfriamento Torres et al. (2018) afirma que é necessário adotar critérios de segurança operacional afetados pela concentração de substâncias presentes na água utilizada no processo.

Mas tão importante quanto a necessidade de entender o consumo de água, é a busca por entender de que forma ocorre o fluxo desta água na indústria, principalmente no que se refere ao processo de tratamento dos efluentes gerados em tantos ambientes de consumo. A partir desta necessidade, a Figura 8 apresenta o fluxo dos efluentes após sua utilização pela fábrica.

Figura 8– Fluxo de circulação de água na fábrica de biscoitos e chocolates



Fonte: Elaborado pelo o autor (2020).

De acordo com a Figura 8, é possível notar que a água, após ser utilizada durante o processo de produção de chocolates e biscoitos, pode seguir dois caminhos distintos.

Quando é utilizada diretamente no processo produtivo e passa por processos que podem alterar sua qualidade física, química e biológica passa diretamente para a etapa de remoção de sólidos, onde são removidos os resíduos sólidos grosseiros contidos nos efluentes industriais (DURANTE et al., 2015). Sua operação é automática a partir de sensores de níveis instalados na canaleta de recepção dos efluentes, quando ocorre obstrução da tela perfurada, que realiza a filtração, o nível da canaleta eleva-se e conseqüentemente é acionada a rosca transportadora, que realiza a limpeza da tela onde com isso é reduzido o nível da canaleta realizando o desligamento da rosca transportadora.

Em seguida ocorre o processo de medição de vazão, que ocorre tanto para o

efluente que necessita de remoção de sólidos como para aqueles em que esta etapa não é necessária. A Unidade de Vazão (Figura 9) é responsável pela mensuração da vazão de entrada, e também serve de ponto para coleta de amostras.

Figura 9– Unidade de Vazão



Fonte: Elaborado pelo o autor (2020).

Após passar pelo processo de mensuração da vazão, o efluente gerado é direcionado para unidades de aeração, responsável pela remoção da carga poluidora, etapa de digestão aeróbia. Converte a carga poluidora, remanescente, principalmente em gases como o CO_2 e biomassa microbiana.

Nesta área estão instalados os sensores de pH (pHmetro) e Oxigênio Dissolvido (oxímetro), que controlam a dosagem de cal para correção do pH e o acionamento dos aerohomogeneizadores em função do oxigênio dissolvido.

Posteriormente, o efluente é direcionado para a etapa de decantação (Figura 10), que consiste na separação das fases sólida (lodo ou biomassa microbiana) e líquida (efluentes processados).

Figura 10 – Unidade de Decantação



Fonte: Elaborado pelo o autor (2020).

Em seguida a parte líquida resultante passa por um processo de avaliação biológica para verificar a necessidade potencial de tratamento. Normalmente é direcionada para a etapa de tratamento de efluentes, mas recentemente houve a incorporação de um fluxo que direciona o efluente para as etapas iniciais novamente.

A água direcionada a etapa de tratamento para a unidade de reuso onde é realizada a dosificação de produtos químicos para a realização da coagulação e floculação da matéria orgânica residual, e posteriormente, é realizada a separação do material floculado a partir da sedimentação.

Após a separação por decantação, o sobrenadante (clarificado) passa pela unidade de filtração (Wastefil) para a remoção de partículas e posteriormente a água receberá cloração, para realizar a desinfecção. A partir deste momento a água poderá ser direcionada novamente para a fábrica, onde pode ser utilizada em torres de troca térmica, limpeza externa de pátio, entre outras.

O volume que não for consumido pela indústria, e estiver dentro dos padrões ambientais para o lançamento, parte direto para desaguar no corpo receptor.

4.2 Análise da geração de efluentes

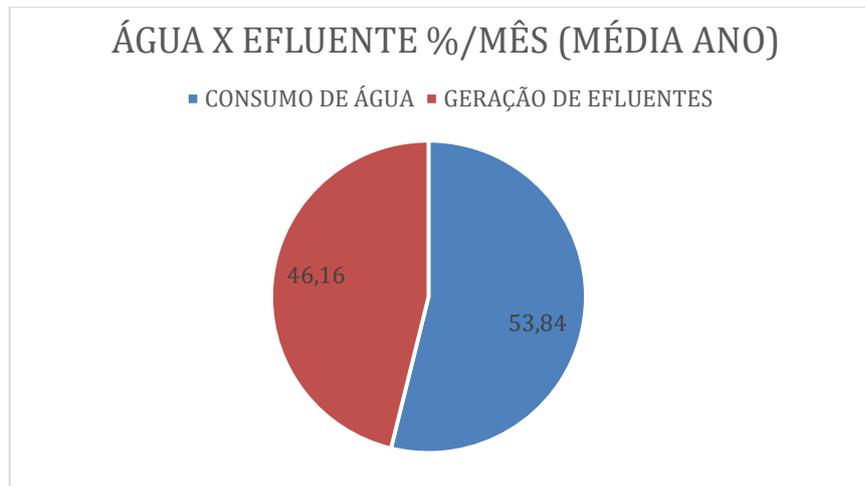
Na indústria avaliada, os efluentes derivados da ETE são analisados mensalmente, através de laboratórios externos credenciados pelos órgãos ambientais competentes e também por laboratórios internos, pertencentes a fábrica, para a verificação de sua qualidade quanto ao atendimento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos previstos em lei antes de ser lançado no corpo receptor.

Nesta seção são apresentados resultados e discussões referentes as características quantitativas de qualitativa resultante da pesquisa realizada na fábrica de biscoitos e chocolate.

4.2.1 Análise Quantitativa

Os resultados obtidos na análise quantitativa demonstram que 53,84% da água consumida é integralmente apropriada durante o processo produtivo, conforme Figura 11.

Figura 11– Relação entre a água consumida e a destinada a geração de efluentes na indústria avaliada



Fonte: Elaborada pelo o autor (2020).

Este resultado pode ser justificado de duas maneiras; a primeira refere-se a natureza do empreendimento, visto que na indústria alimentícia existe uma tendência de que grande parte da água demandada faça parte do processo produtivo.

De acordo com a pesquisa 46,16% da água consumida pela indústria é transformada em efluente no que justifica a existência da estação de tratamento.

Com base nas informações da Figura 11, é possível perceber que cerca de 46,16% da água consumida vai para a ETE em forma de efluentes, deste modo 54,84% da água é consumida ao longo do processo. Desde então, entende-se melhor a importância de uma estação de tratamento de efluentes, pois estas são instalações de infraestrutura indispensáveis ao desenvolvimento sustentável de uma área, visto que possibilitam a reutilização da água pela retirada de todo tipo de dejetos.

Uma ETE é capaz de remover em média 95% das impurezas e microrganismos

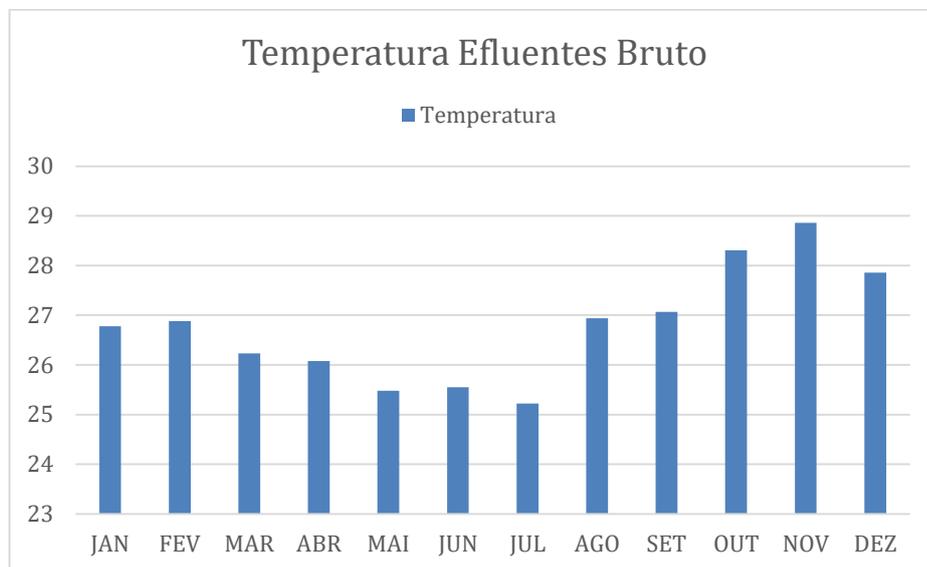
presentes nos efluentes, e deste modo, tornar a água própria para ser devolvida aos rios sem prejudicar a vida aquática (MARQUES et al., 2017).

4.2.2 Análise Qualitativa

A água consumida passa por uma série de processos ao longo da cadeia produtiva, e como visto anteriormente, cerca de 46% do total consumido gera resíduos na forma de efluentes líquidos.

No que se refere temperatura dos efluentes gerados, é possível observar, a partir da Figura 12, que há alterações da temperatura ao longo do ano, variando entre pouco mais de 25° até cerca de 29°. Estas variações ocorrem de acordo com o padrão climático e pluviométrico, em que as chuvas se concentram entre os meses de março a julho, com maiores índices pluviométricos registrados justamente no mês de julho (RIBEIRO; MACIEL, 2018).

Figura 12– Temperatura dos efluentes gerados



Fonte: Elaborado pelo o autor (2020).

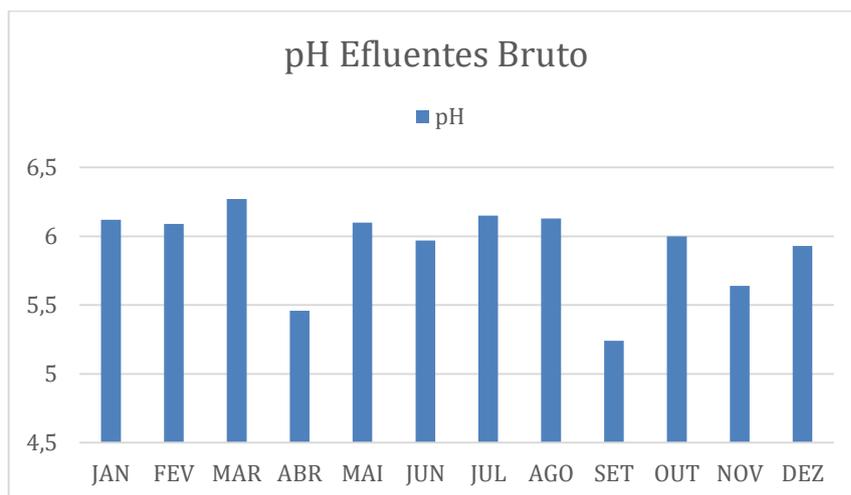
A temperatura é um parâmetro diretamente relacionado ao metabolismo bacteriano, de acordo com Silva Junior., Carvalho e Ragassi (2019), existem bactérias que se desenvolvem melhores em ambientes com temperaturas inferiores a 20°C (psicrófilas), as que se desenvolvem em ambientes com temperatura variando entre 20 e 45°C (mesófilas) e aquelas que se desenvolvem melhor em temperaturas superiores a 45°C (termófilas).

De acordo com a resolução do CONAMA nº 430/2011, a temperatura dos efluentes devem estar com valores inferiores a 40°C (BRASIL, 2011)

Matos et al. (2017) definem que nos esgotos, que também são efluentes líquidos, a temperatura média varia entre 20 e 30°C, o que demonstra que os resultados encontrados estão de acordo com o padrão apresentado na literatura. Os resultados encontrados por Ferraz (2014) para efluentes de ETE mostraram uma variação da temperatura do efluente entre 27 °C e 30 °C.

No que se refere ao pH, que é uma variável que corresponde a quantidade de hidrogênio disponível para a realização de reações químicas, verificou-se que os valores variaram de cerca de 5 até pouco mais de 6 (Figura 13).

Figura 13 – pH dos efluentes gerados



Fonte: Elaborado pelo o autor (2020).

A avaliação do pH é uma variável importante no estudo de efluentes, pois influencia diretamente no crescimento de bactérias. Além disso, o pH interfere na durabilidade dos equipamentos da estação de tratamento, pois elevados teores de hidrogênio favorecem a corrosão dos equipamentos.

Os efeitos de degradação não são imediatamente visíveis a curto prazo, mas quando se observa estas variações ao longo do tempo, verifica-se alterações nos equipamentos que se encontram diretamente em contato com o efluente. Por conta disso, valores de pH fora de uma faixa de 6 a 8 vão acelerar essa corrosão (FREIRE et al., 2018).

De acordo com Silva Jr., Carvalho e Ragassi (2019) a escala de pH adequada

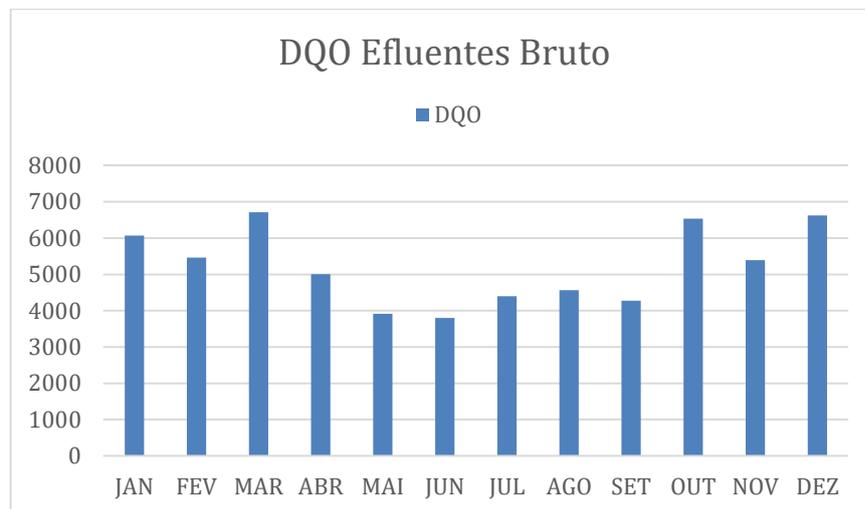
para efluentes é entre 6,5 e 7,5, e de acordo com a resolução do CONAMA nº 430/2011 são valores entre 5 e 9. No trabalho realizado por Ferraz (2014) o pH do efluente bruto estava na ordem de 7,14 e do efluente tratado na ordem de 6,69.

Schlusaz (2014) define que o ideal é que as águas se mantenham com um pH próximo a neutralidade, para que os microrganismos atuantes no tratamento biológico de esgotos, bem como ecossistemas aquáticos não sejam afetados. Neste trabalho, os valores de pH obtidos na ETE Ronda como representados no gráfico, mostra oscilações no EB (efluentes bruto) de 5,5 a 6,5, comprovando estarem de acordo com a resolução CONAMA 430/2011.

A demanda química do oxigênio avalia a quantidade de oxigênio dissolvido que pode ser consumido em meio ácido, e é capaz de levar degradação de matéria orgânica. A análise dos valores de DQO em efluentes é indicada para verificar o grau de poluição da água e reflete a quantidade total de componentes oxidáveis em solução (FREIRE et al., 2015).

O efluente gerado na indústria avaliada apresenta estes valores variando entre pouco menos de 4.000 e aproximadamente 6.500 mg/L (Figura 14).

Figura 14 – DQO dos efluentes gerados



Fonte: Elaborado pelo o autor (2020).

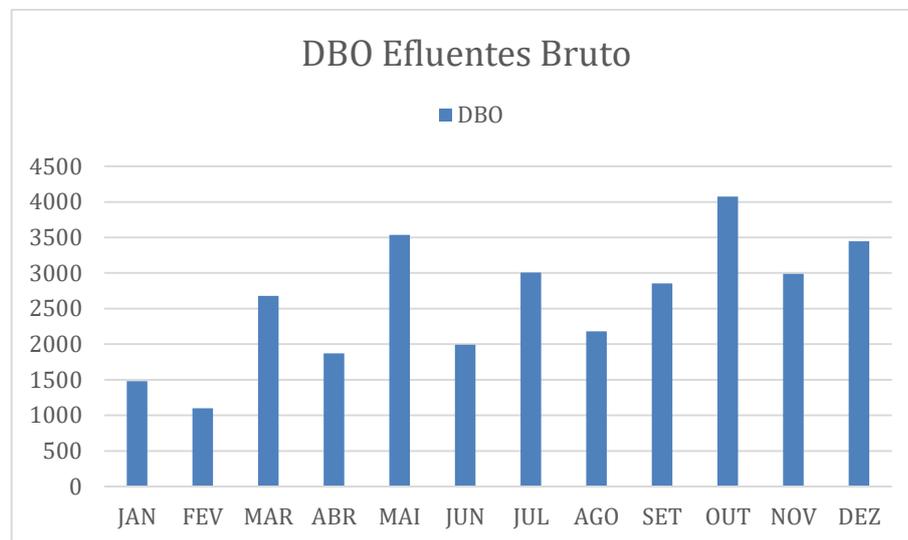
O valor de DQO indica uma estimativa do consumo de oxigênio que um efluente irá requer para sua degradação lançado diretamente em um corpo, quanto mais alta a DQO indica um maior teor de poluição do efluente em questão. De acordo com a legislação, os valores deste parâmetro com condição ideal para despejo no corpo d'água esteja com a DBO seja de 60% e de acordo com Schlusaz (2014) a maior taxa

de remoção de DQO, que normalmente gira em torno de 65 a 80%, que foram os valores encontrados em seu trabalho.

Para Scalize et al. (2004), as indústrias do setor alimentício tendem a gerar efluentes com alto teor de gorduras e óleos, com uma DQO e uma DBO muito elevada.

No que tange a verificação dos valores de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), verificou-se que os valores referentes ao efluente bruto encontravam-se em torno de 1000 mg/L no mês de fevereiro e pouco superiores a 4.000 mg/L em outubro (Figura 15).

Figura 15 – DBO dos efluentes gerados



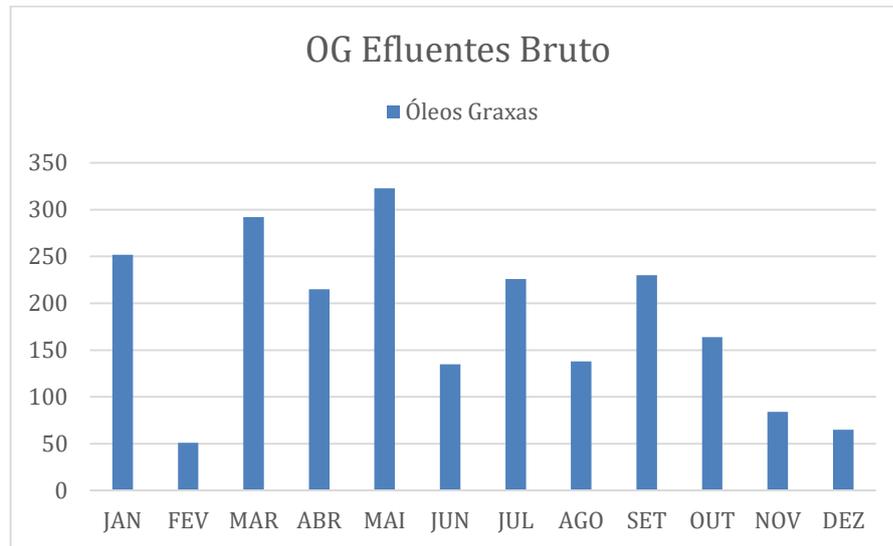
Fonte: Elaborado pelo o autor (2020).

A DBO determina indiretamente a concentração de matéria orgânica biodegradável através da demanda de oxigênio exercida por microrganismos por meio da respiração. Ou seja, é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável.

Estes valores estão muito acima do indicado pelo CONAMA para o lançamento em corpos d'água, que é da ordem de 120 mg/L (BRASIL, 2011). No trabalho desenvolvido por Marcon (2018), os valores obtidos para a variável encontram-se na ordem de 5.000 mg/L para o efluente bruto e 50 mg/L para o mesmo tratado. No estudo de Pagliosa (2013) o tratamento promoveu um efluente tratado com valores de DBO de 180 mg/L, o que demonstra que este parâmetro pode variar de acordo com a região e as técnicas empregadas variáveis como a quantidade de óleos e graxas determinam diretamente as estratégias de atuação para o tratamento de efluentes, e

por exemplo, os sólidos presentes em águas de indústrias alimentícias são constituídos de altas concentrações de diferentes proteínas e lipídeos (Figura 16).

Figura 16 – OG dos efluentes gerados



Fonte: Elaborado pelo o autor (2020).

Os ácidos graxos comumente encontrados neste tipo de efluentes apresentam uma estrutura de cadeia longa e são diretamente responsáveis pelo decréscimo da concentração de trifosfato de adenosina (ATP), molécula utilizada como fonte de energia pelas células microbianas (OLIVEIRA et al., 2014).

Freire et al. (2015) constataram que a inibição das atividades fisiológicas microbianas é bastante acentuada para efluentes contendo 100 mg/L de lipídeos, em termos de produção de biogás. Os autores observaram também que as proteínas influenciam na atividade celular e áreas de culturas não-aclimatadas demonstraram dificuldades na degradação de compostos orgânicos e no comprometimento nas atividades fisiológicas, ao contrário das culturas pré-aclimatadas.

Desta forma, o efluente gerado pela indústria, caso não tratado adequadamente não teria condições de autodepuração em um baixo intervalo de tempo. Percebe-se, desta forma, a importância da adoção de práticas de tratamento de efluentes em indústrias.

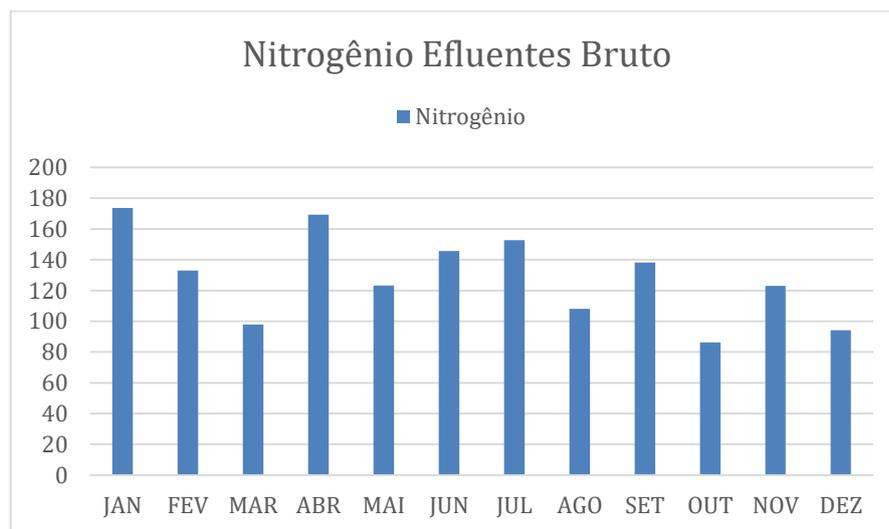
Outro aspecto importante no que tange a geração de efluentes, diz respeito a liberação de grandes quantidades de Nitrogênio e Fósforo. O Nitrogênio, por exemplo pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito

e nitrato (TAUFER; MULLER; HILGEMANN, 2016). As duas primeiras chamam-se formas reduzidas e as duas últimas, formas oxidadas.

É possível associar a idade da poluição com a relação entre as formas de nitrogênio, pois quando as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas, significa que o foco de poluição se encontra próximo, já quando prevalecem nitrito e nitrato, significa que as descargas de esgotos se encontram distantes.

De acordo com os resultados encontrados nesta pesquisa, foi possível constatar que a quantidade de Nitrogênio gerado pela indústria alimentícia encontra-se na ordem mínima de aproximadamente 80 mg/L no mês de outubro e máximo de cerca de 170 mg/L em janeiro (Figura 17).

Figura 17– Teor de Nitrogênio dos efluentes gerados



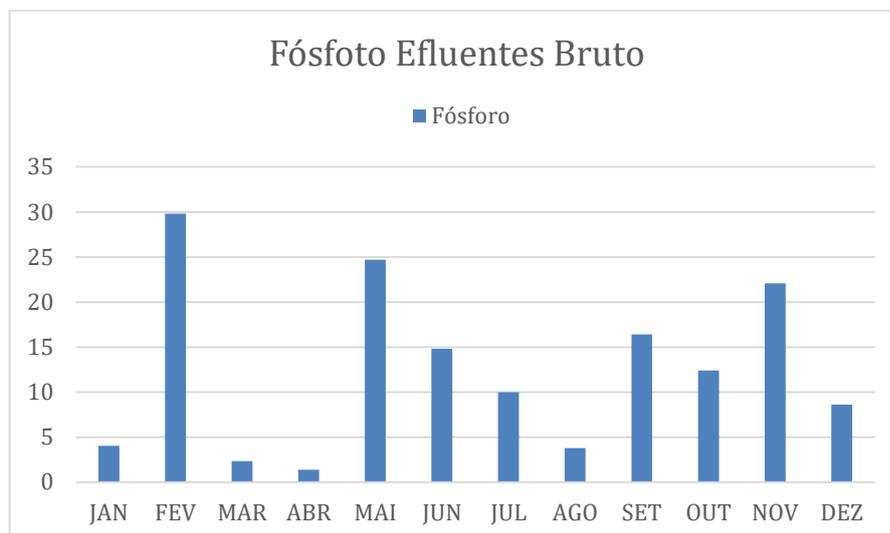
Fonte: Elaborado pelo o autor (2020).

De acordo com a resolução N° 20 do CONAMA (BRASIL,1986), o nitrogênio amoniacal é padrão de classificação das águas naturais e padrão de emissão de esgotos. Os nitratos são tóxicos de diversas maneiras, mas podem ser retratados principalmente pela capacidade de causar uma doença denominada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças (o nitrato é reduzido a nitrito na corrente sanguínea, competindo com o oxigênio livre, tornando o sangue azul). A amônia é um tóxico bastante restritivo à vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5 mg/L.

No que se refere ao Fósforo, este nutriente aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários. Alguns efluentes industriais, como

os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, indústrias alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas (GERHARDT; REISDORFER; CARDOSO, 2018). Neste estudo os valores de Fósforo variaram entre pouco mais de 2 mg/L até 30 mg/L (Figura 18), demonstrando que apesar de a indústria avaliada trabalhar com a produção em uma escala definida, a geração dos resíduos pode apresentar diferença ao longo do ano. Mas por ser um nutriente para processos biológicos, o excesso de fósforo em esgotos sanitários e efluentes industriais, por outro lado, conduz a processos de eutrofização das águas naturais.

Figura 18 – Teor de Fósforo dos efluentes gerados



Fonte: Elaborado pelo o autor (2020).

4.2.3 Avaliação da Eficiência do Tratamento dos Efluentes Gerados

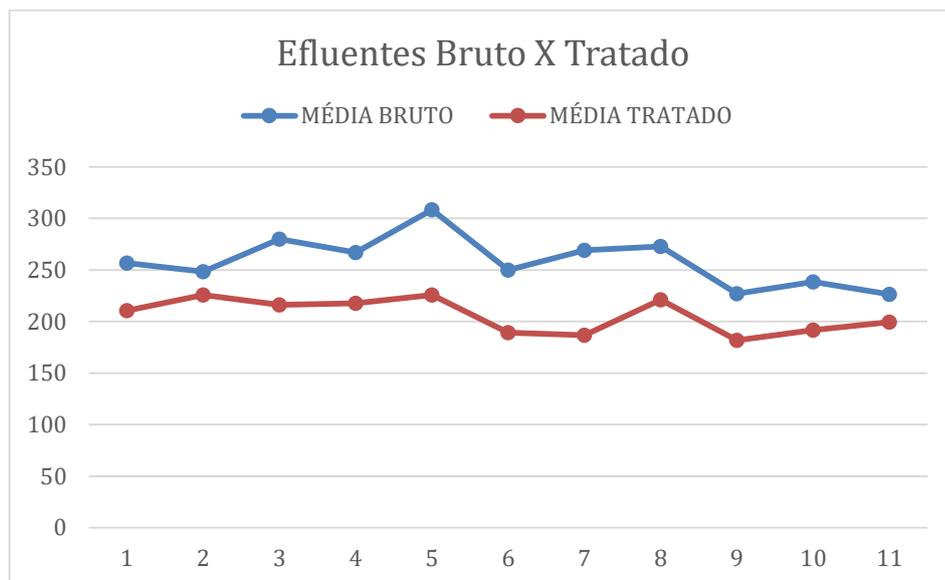
Existe uma obrigação legal de que as indústrias sejam responsáveis pelo tratamento dos efluentes gerados antes que estes sejam incorporados a corpos d'água. Neste sentido, a temática de efluentes é descrita pelas Resolução do CONAMA nº 430/2011 e estabelecem as condições e padrões de lançamento de efluentes junto aos corpos de água receptores, respeitando as diretrizes ambientais, evitando desta forma possíveis impactos sobre os recursos hídricos.

Por conta disto, o tratamento dos efluentes gerados é indispensável antes da disposição final junto ao corpo d'água receptores, visto que nestes ambientes podem ser depositados diferentes tipos de materiais que, ao entrar em contato com a água sem tratamento prévio, ocasionam impactos ambientais de grandes proporções.

No que se refere à indústria avaliada, o levantamento referente à quantidade de efluente gerado e a quantidade tratada, de acordo com o descrito na figura 19. Aproximadamente 80% do efluente gerado ao longo do processo produtivo são tratados internamente.

Este resultado indica o comprometimento da empresa com os órgãos legais no que se refere ao cuidado com o meio ambiente. O que demonstra a importância da união entre uma legislação que busque resguardar o meio ambiente, e da necessidade de uma indústria que seja capaz de reconhecer que o cumprimento dos aspectos gerais colabora tanto para a obtenção de lucro com a atividade realizada, bem como ainda com a continuidade da empresa no mercado.

Figura 19 – Relação entre efluentes gerados e tratados



Fonte: Elaborado pelo o autor (2020).

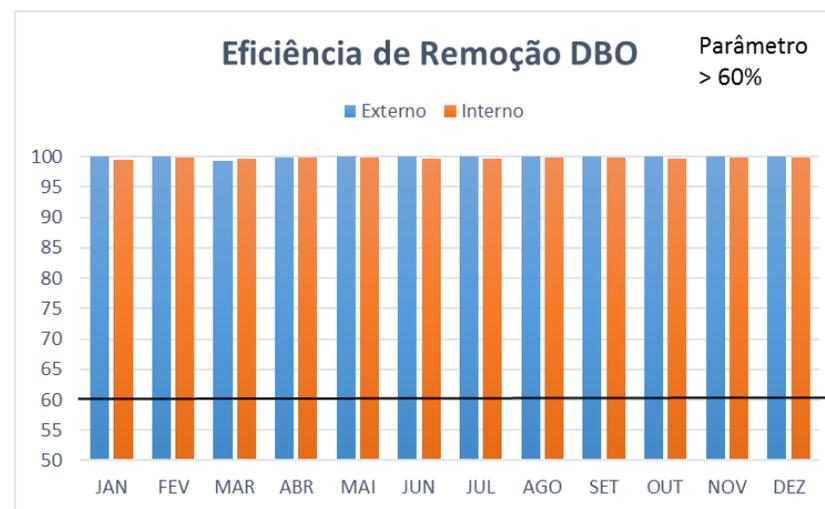
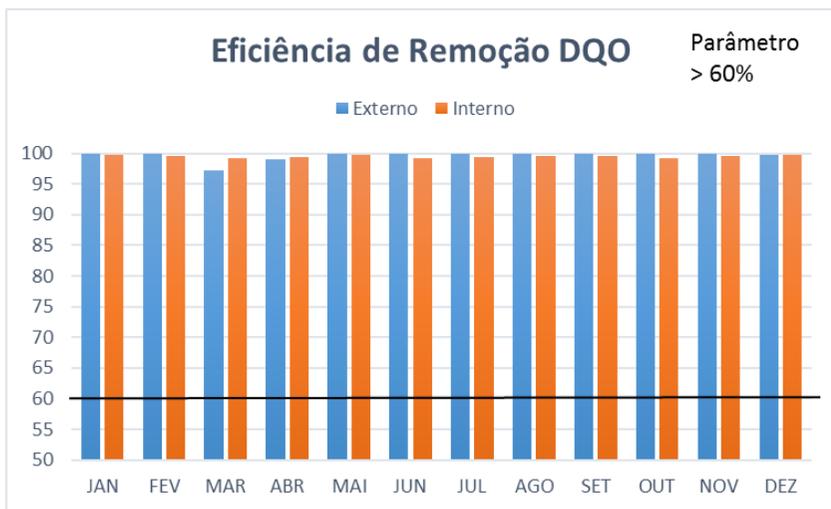
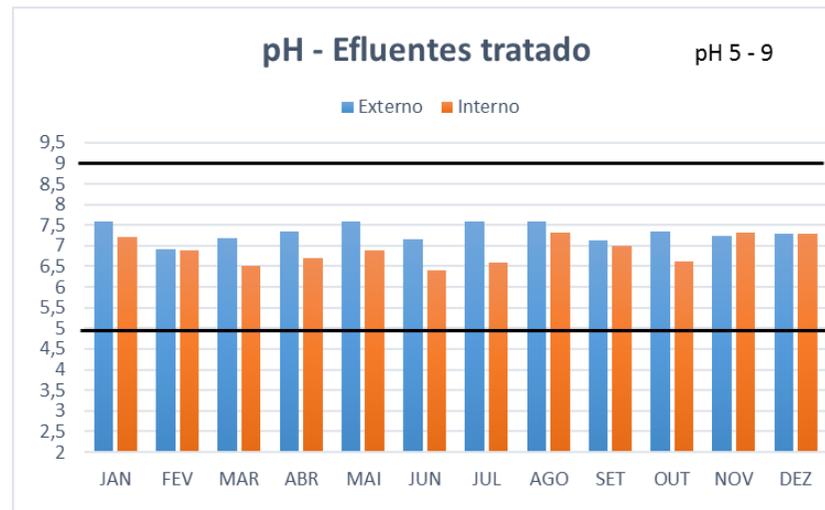
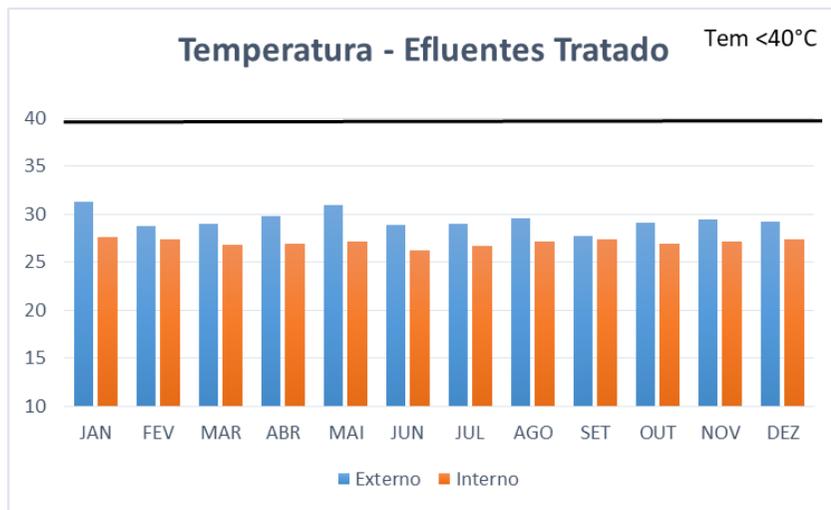
Outro fato que comprova o interesse da indústria no que se refere ao tratamento dos efluentes comprova-se na etapa de acompanhamento da qualidade do tratamento, pois além da realização do tratamento de efluentes, a indústria realiza dois tipos de acompanhamento com relação aos efluentes tratados. O primeiro refere-se à contratação de uma empresa responsável pela análise da qualidade do tratamento realizado, esta empresa é credenciada para atuar no ramo e apresenta laudos referentes a qualidade do efluente tratado, indicando, de acordo com a legislação, a possibilidade deste ser descartado adequadamente ou não no corpo de água receptor

correspondente.

Outra maneira de controlar a qualidade do efluente gerado diz respeito a um controle realizado internamente pelos próprios funcionários da indústria. Pois desta forma, é possível que a indústria enxergue por si só maneiras de otimizar o processo de tratamento, ao mesmo tempo em que enxergue gargalos no processo e promova a melhoria dos parâmetros ambientais necessários ao seu funcionamento adequado.

De acordo com os resultados da avaliação dos parâmetros ambientais avaliados, foi possível contatar tanto pelos instrumentos de controle internos e externos que todos os parâmetros de qualidade se encontram de acordo com o que é requerido pela legislação vigente. A Figura 20 apresenta os parâmetros avaliados (temperatura, pH, remoção de DQO, remoção de DBO, óleos e graxas-OG, nitrogênio e fósforo) e os respectivos requisitos legais que viabilizem o lançamento de efluentes dentro dos requisitos legais.

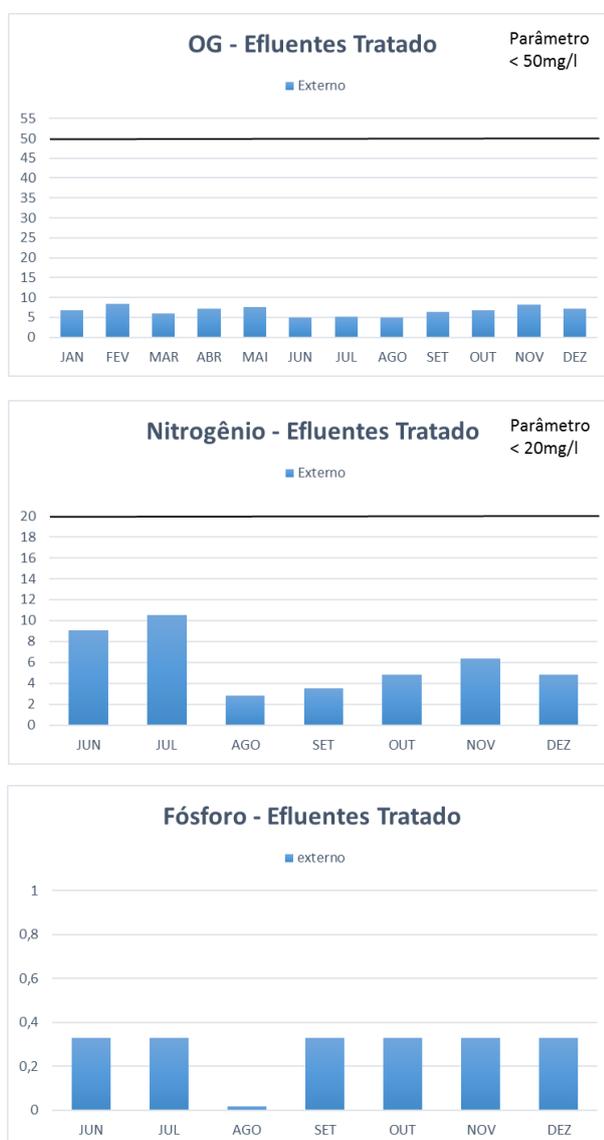
Figura 20 – Parâmetros avaliados após o tratamento



Fonte: Elaborado pelo o autor (2020).

É possível observar que, de modo geral, o processo de tratamento dos efluentes da indústria avaliada é capaz de atender as demandas ambientais legais, e desta forma, garantindo a continuidade da empresa no setor, no que tange a esta necessidade. Os resultados apresentados nas figuras 20 fazem uma comparação do monitoramento analítico da estação, utilizando os dados de análise físico-química realizadas pelo laboratório interno e laboratório externo credenciado por órgãos legais.

Figura 21 – Parâmetros avaliados após o tratamento



Fonte: Elaborado pelo o autor (2020).

4.3 Problemáticas encontradas ao do estudo

Apesar de o processo de tratamento de efluentes para a indústria avaliada ocorrer de acordo com o que demanda a legislação ambiental referente a temática, é de suma importância detectar a existência de aspectos que podem ser melhorados ao longo do processo produtivo e no tratamento dos efluentes provenientes da fabricação de biscoitos e chocolates.

No que se refere ao processo produtivo, que não é o intuito de avaliação do presente trabalho, é possível verificar que há uma equipe de engenheiros de produção responsáveis por todo acompanhamento do processo produtivo, e que por conta disso, as etapas apresentadas no início da seção dos resultados sofreram alterações. Entretanto, é essencial demonstrar a importância da inclusão de um profissional de meio ambiente mesmo nas etapas de produção, pois é essencial garantir a existência de uma equipe multidisciplinar ao longo de todo o processo produtivo, visto que existem aspectos práticos que uma área pode suprir a demanda da outra.

No que tange ao processo de tratamento, o aspecto que mais demonstrou necessidade de intervenção, diz respeito ao destino do lodo gerado pela estação de tratamento. O lodo é um composto gerado nos sistemas de tratamento biológico a partir de uma mistura de sólidos de origem orgânica e inorgânica. Em que a fração orgânica é composta por dois tipos de materiais, o primeiro formado por microrganismos atuantes no metabolismo de material orgânico (lodo ativo), em que a fração de massa bacteriana é elevada, podendo variar de 50% a 90% da massa bacteriana. A segunda, composta por material orgânico sem atividade biológica (lodo inativo). Na parte inerte, o lodo apresenta materiais orgânicos não biodegradáveis, gerados a partir da floculação do material orgânico não biodegradável e particulado do afluente.

A nomenclatura “lodo” é dada para designar os subprodutos sólidos resultantes do tratamento de esgotos, em que parte da matéria orgânica é absorvida e passa a fazer parte da biomassa microbiana, também chamada de lodo biológico ou secundário (SILVA; MONTEGGIA; CATANEO, 2017). O lodo secundário, por exemplo, é composto por sólidos biológicos, e por isso é conhecido por biossólido. Para que um lodo possa ser considerado um biossólido é necessário que suas características químicas e biológicas sejam compatíveis com uma utilização

produtiva na agricultura, por exemplo.

Apesar de apresentar usos alternativos, o gerenciamento do lodo proveniente de estações de tratamento envolve altos custos e grande complexidade, e em casos de manejos malconduzidos podem acarretar em percas ambientais imensuráveis (PEREIRA; GIACOMONI; SOUZA, 2017). De acordo com os compromissos firmados na Agenda 21, para que os resíduos possam ser utilizados para diversos fins, algumas orientações devem ser seguidas: a redução da produção, o aumento máximo da reutilização e da reciclagem e a promoção de depósitos e tratamento ambientalmente saudáveis (PIGA; MANSANO; MOSTA, 2019).

4.4 Melhorias para o processo de tratamento adotado

Apesar de perceber que a metodologia utilizada na indústria avaliada consegue chegar aos resultados esperados, é sempre possível melhorar. Neste diapasão, a busca por sistemas de gestão mais eficientes e que estabeleçam a interatividade entre as organizações, os colaboradores e o meio ambiente, tem na gestão ambiental o principal instrumento para se obter um desenvolvimento industrial sustentável (PIGA; MANSANO; MOSTAGE, 2019).

Identificar os pontos de melhoria no desempenho do processo requer um esforço conjunto dos operadores e gestores. E a aplicação de ferramentas de gestão requer uma série de práticas que podem ser agrupadas de forma que as organizações consigam estabelecer e manter uma relação equilibrada entre a dimensão econômica, a social e a ambiental.

Existe na sociedade atual uma necessidade crescente de poupar matérias-primas e recursos para conservar energia e preservar o meio ambiente, é primordial entender como ocorrem os processos de geração e manejo dos resíduos gerados nos mais diversos ambientes, para que o gestor responsável tenha ciência dos pontos fortes e fracos de cada tipo de gestão e a partir disso ter subsídio para a tomada de decisões adequadas.

Gerenciamento Integrado de Resíduos é uma estratégia que une administração pública e sociedade civil na garantia da preservação ambiental, obtido a partir da adoção de técnicas de limpeza urbana, coleta, tratamento e disposição final de resíduos, elevando assim a qualidade de vida da população.

Diversas são as estratégias apresentadas na Política Nacional de Meio

Ambiente para auxiliarem na gestão de resíduos de maneira geral, tais estratégias podem ser resumidas de acordo com a Figura 22.

Figura 22 – Estratégias de gerenciamento de resíduos sólidos



Fonte: (REIS et. al, 2014)

As estratégias apresentadas pela Política Nacional de Meio Ambiente abrangem, no primeiro momento, a não geração de resíduos, baseado no não consumo de produtos. Que quando se fala em indústria refere-se muitas vezes a diminuição de produção, mas outra alternativa é a realização de estudos que promovam a substituição de alguns produtos por outros menos danosos ao meio ambiente, sem, entretanto, comprometer a qualidade do produto gerado.

Entretanto, é sabido que existem casos que a utilização de um produto não pode ser simplesmente descartada, como é o caso de produtos essenciais para a produção de biscoitos e chocolates, além de produtos relacionados à limpeza dos equipamentos e ambientes. Nesta perspectiva, a estratégia de cunho sustentável a ser aplicada é a redução do consumo, principalmente em aspectos que não interfiram diretamente no processo produtivo, como no caso da limpeza de roupas, uso de banheiros e refeitório por exemplo. Além da implementação de melhoria em outras

etapas, até mesmo na etapa de lavagem das máquinas, que pode se possível a obtenção de um resultado satisfatório com a utilização de menor quantidade de produtos.

Após reduzir o máximo possível do consumo de produtos comuns ao dia a dia da indústria, opta-se por pela adoção de técnicas de reutilização. A reutilização consiste no uso de um produto sem que este passe por grandes transformações estruturais (GARCIA et al., 2016). Um exemplo de reutilização de produtos é a utilização do logo gerado para a produção de um jardim ou horta (CANEDO; RIOS; SCALIZE, 2016; GUIMARÃES; CORDEIRO; VITORINO, 2018).

A reciclagem, por outro lado, consiste na adoção de processos mais complexos para transformar um produto em outro (BOFF, 2017). Processos como compostagem e transformação do lodo gerado em matéria prima para a produção de tijolos ou cimentos, que podem ser doados para a comunidade ou serem utilizados pela própria indústria.

No que se refere às indústrias, as práticas de reciclagem são mais restritas, pois envolvem a utilização máquinas e outros processos diversos aos relacionados ao processo produtivo principal.

Após a adoção de todas as etapas apresentadas são gerados os rejeitos, ou seja, subprodutos não podem mais passar por nenhum dos processos anteriormente apresentados (BOURSCHEIDT et al., 2018). Neste caso, a alternativa é direcioná-los para um local de descarte adequado, como é o caso dos aterros sanitários, que são locais em que se despejam os resíduos sólidos descartados pelo homem, de modo a diminuir o impacto do lixo no mundo (GARCIA et al., 2016).

Diante disso, repara-se que a gestão da organização busca favorecer o tratamento e o destino de resíduos de modo ambientalmente correto, do ponto de vista técnico e do ponto de vista legal, ao efetuar procedimentos recomendados pela legislação para o gerenciamento compartilhado de resíduos, o que reduz a possibilidade de gastos financeiros por multas ou sanções oriundas de práticas ameaçadores ao meio ambiente e a qualidade do homem.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Com base nos resultados encontrados é possível concluir que 53,84% da água consumida são totalmente absorvidas no processo de fabricação de biscoito e chocolate, e para adequar as características da água transforma em efluentes a empresa conta com uma ETE completa, capaz de promover corretamente as diversas etapas de tratamento do resíduo gerado. As qualidades dos efluentes gerados de fato exigem o processo de tratamento, podem-se afirmar com base nas variáveis estudadas todos os parâmetros se encontram em conformidade com a legislação vigente.

Indica-se a necessidade do desenvolvimento de melhores técnicas de gestão ambiental no que diz respeito a utilização do lodo gerado na ETE visto que o mesmo é tratado externamente.

A partir disto, conclui-se que a indústria de biscoitos e chocolates se apresenta de forma adequada diante das demandas ambientais vigentes, mas os processos podem ser otimizados com políticas de gestão ambiental. Este trabalho possibilita a realização de trabalhos relacionados com o desenvolvimento de estratégias de gestão para promover melhorias ambientais, econômicas e sociais da indústria avaliada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M. O. et al. Tratamento de esgoto sanitário: uma solução simples e ecológica de interesse social. **Janus**, v. 12, n. 22, 2017.
- AMAYA, L. Y. C.; PABÓN, L. C. O. Chocolate: más que undulce. **Revista CONVICCIONES**, v. 4, n. 7, p. 117-127, 2017.
- BUSINESS REVIEW BRASIL. **A indústria do chocolate no Brasil**. São Paulo: Business Friend, 29 de março de 2013. Disponível em: http://www.businessreviewbrasil.com.br/money_matters/a-industria-dochocolate-no-brasil. Acesso em: 01 jul. 2018.
- AMORIM, L. M. M. F.; SOUZA, T. M. Análise da viabilidade do aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis de um clube recreativo, na cidade de Maringá – PR. **Revista Unigá Review**, Maringá, v. 28, n. 2, 2016.
- BARBOSA, I. M. et al. Removal of nitrogen and organic matter in a submerged-membrane bioreactor operating in a condition of simultaneous nitrification and denitrification. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, p. 304, 2016.
- BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é-o que não é**. Editora Vozes Limitada, 2017.
- BORGES, E. A. M. A.; SANTOS, A. S. P. Development of the Application of Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor (UASB) in Brazil. **Revista Internacional de Ciências**, v. 7, n. 2, p. 247-265, 2017.
- BOURSCHEIDT, D. M. et al. Sustentabilidade e resíduos sólidos: diagnóstico e saberes populares auxiliando no destino correto dos resíduos. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 6, p. 2730-2749, 2018.
- BRAGA, J. R. et al. Sistema Wetland para tratamento de águas residuárias de bovinocultura de leite. In: **Congresso Mineiro de Engenharias e Arquitetura-CENAR**. 2016.
- BRASIL. **Resolução CONAMA nº 20/1986, de 18 de junho de 1986**. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Diário Oficial da União, 30 de julho de 1986.
- CALÁBRIA, I. S. et al. Vantagens e desvantagens do sistema individual de tratamento de esgoto em condomínio residencial em Recife–PE. **Brazilian Applied Science Review**, v. 2, n. 5, p. 1828-1838, 2018.
- CANEDO, A. C.; RIOS, F. P.; SCALIZE, P. S. Lodo de estação de tratamento de esgoto no cultivo de plantas ornamentais. **Blucher Engineering Proceedings**, v. 3, n. 2, p. 937-946, 2016.
- CAVALCANTE, K. L.; DEON, M. D.; SILVA, H. K. P. Estudo das características restritivas dos efluentes das estações de tratamento de esgoto de Petrolina-PE

para uso na agricultura irrigada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 11, n. 2, p. 1331-1338, 2017.

COSTA, D. M. et al. Reúso de efluentes tratados para fins de operação de torres de resfriamento. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 4, p. 2568-2577, 2020.

COSTA, F. M.; SOARES, N. A. **Cacau riqueza de pobres**. Ilhéus: Editus, 2016.

DONATO, L. A.; BARBOSA, M. F. N.; BARBOSA, E. M. Reciclagem: o caminho para o desenvolvimento sustentável. **Polêmica**, v. 15, n. 2, p. 023-034, 2015.

DUDA, R. M.; OLIVEIRA, R. A. Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reator UASB e filtro anaeróbio em série seguidos de filtro biológico percolador. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 16, n. 1, p. 91-100, 2011.

DURANTE, L. V. et al. Reuso de Efluentes em Torres de Resfriamento. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 11701-11708, 2015.

FERNANDES, A. M. et al. Biscoito amanteigado com pedacinhos de bacon "bacookies". **Revista Científica**, v. 1, n. 1, 2017.

FREIRE, L. F. A et al. Avaliação da Adsorção de Efluente Têxtil por Compósitos de Quitosana. **Revista Processos Químicos**, v. 12, n. 24, p. 9-17, 2018.

FERRAZ, D. L. M. **Eficiência de uma ETE em escala real composta por reator UASB seguido de lodo ativado**. Natal, 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

GARCIA, M. B. S. et al. Resíduos Sólidos: Responsabilidade compartilhada. **Semioses**, v. 9, n. 2, p. 77-91, 2016.

GERHARDT, R.; REISDORFER, G.; CARDOSO, M. G. Remoção de nitrogênio e fósforo de efluente industrial através da precipitação de estruvita. **Tecno-Lógica**, v. 22, n. 1, p. 35-40, 2018.

GIORDANO, G. **Tratamento e controle de efluentes industriais**. Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: UERJ, 2004.

GUIMARÃES, J. C. S.; CORDEIRO, J.; VITORINO, D. C. F. R. Utilização do lodo de esgoto na agricultura: uma análise cienciométrica. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 9, 2018.

LEÃO, M. B. et al. Avaliação do Sistema de Tratamento de Esgoto do Restaurante Universitário Unipampa-Caçapava do Sul. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 8, n. 3, 2020.

LEITE, W. et al. Comparison of organic loading rate and hydraulic retention time effects on the mesophilic anaerobic digestion of thickened waste activated sludge. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 4, p. 581-588, 2015.

MARCON, A. L. S. et al. **Eficiência no tratamento e controle de efluentes de uma indústria de bebidas**. TCC (Título de Especialista em Gestão e Perícia Ambiental), Universidade Federal de Mato Grosso, 2018.

MARQUES, M. V. A. et al. Potencial, economia de água e adubação com a aplicação de efluente do tratamento preliminar de esgoto doméstico na fertirrigação de capim-elefante. **HOLOS**, v. 2, p. 52-64, 2017.

MATOS, M. P. et al. Modelagem da progressão da DBO obtida na incubação de esgoto doméstico sob diferentes temperaturas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 5, p. 821-828, 2017.

METCALF, L.; EDDY, H. P. **Tratamento de efluentes e recuperação de recursos**. McGraw Hill Brasil, 2015.

MODA, L. R.; BOTEON, M.; RIBEIRO, R. G. Cenário econômico do mercado de cacau e chocolate: oportunidades para a cacauicultura brasileira. **BrazilianJournalofDevelopment**, v. 5, n. 10, p. 21203-21225, 2019.

NARCIZO, R. B. et al. Prova de Conceito e Análise de Desempenho em Protótipo de Sistema para o Tratamento Natural de Efluentes Domésticos. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 14, n. 3, p. 59, 2019.

NOVA ÉPOCA. **Efluentes industriais**. 2021. Disponível em:<https://novaepoca.com/servicos/efluentes-industriais/> . Acesso em: 14 abr. 2021.

OLIVEIRA, J. P. et al. Caracterização físico-química de resíduos oleosos do saneamento e dos óleos e graxas extraídos visando a conversão em biocombustíveis. **Química Nova**, v. 37, n. 4, p. 597-602, 2014.

OLIVEIRA, D. D. N. et al. Produção de Blocos de Concreto Empregando Efluente Tratado por Lodos Ativados e por Lagoas de Estabilização. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 4, p. 1054-1066, 2016.

PAGLIOSA, M. K. **Avaliação da eficiência de estação de tratamento de efluentes de uma indústria de panificação da região de Erechim-RS**. 2013. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, 2013.

PASCHOALINO, P. A. T.; PARRÉ, J. L.; RODRIGUES, M. A. Evolução das aglomerações produtivas da indústria de alimentos e bebidas na Região Sul. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 13, n. 1, p. 119-140, 2019.

PEREIRA, I. C.; GIACOMONI, M.; SOUZA, F. B. Reaproveitamento de lodo de esgoto sanitário como adsorventes de baixo custo para remoção de corante. **Fórum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais**, 2017.

PIGA, T. R.; MANSANO, S. R. V.; MOSTAGE, N. C. Ascensão e declínio da Agenda 21: Uma Análise Política. **Perspectivas Contemporâneas**, v. 13, n. 3, p. 74-92, 2019.

RAIMUNDO, L. M. B.; BATALHA, M. O.; TORKOMIAN, A. L. V. Dinâmica tecnológica da Indústria Brasileira de Alimentos e Bebidas (2000-2011). **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 24, n. 2, p. 423-436.4, 2017.

REIS, A. C. et. al. Estratégia de abastecimento na logística reversa: o caso de uma empresa e reciclagem de PET. **Revista Connexio**. v. 4, n. 1, 2014.

RIBEIRO, E. P.; MACIEL, A. S. Q. A. Análise do índice de anomalia de chuva na microrregião de Vitória de Santo Antão–Pernambuco. **Revista GeoNordeste**, n. 2, p. 89-106, 2018.

SATO, G. S. Perfil da indústria de alimentos no Brasil: 1990-97. **Revista de Administração de Empresas**, v. 37, n. 3, p. 56-67, 1997.

SCALIZE, P. S. et al. Correlação entre os valores de DBO e DQO no afluente e efluente de duas ETES da cidade de Araraquara. In: EXPOSIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO, 8., Caxias do Sul. **Assembleia Nacional da ASSEMAE**, 2004.

SCHLUSAZ, M. **Avaliação da eficiência da estação de tratamento de efluentes (ETE Ronda, Ponta Grossa – PR) através da análise de parâmetros físicoquímicos**. 2014. 82 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2014.

SILVA JUNIOR, O. P.; CARVALHO, S. L.; RAGASSI, B. Avaliação da temperatura, turbidez e pH no Córrego das Marrecas-SP. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 12, n. 24, 2019.

SILVA, A. D. C. et al. Sistema de automação para captação de águas pluviais e gerenciamento hídrico residencial utilizando aplicativo móvel. **Sistema**, v. 38, n. 19, 2017.

SILVA, A. F. et al. Estrutura e renda da cadeia produtiva do cacau e chocolate no Brasil. **Brazilian Review of Economics & Agribusiness**, v. 15, n. 3, 2017.

SILVA, M. C. A.; MONTEGGIA, L. O.; CATANEO, I. Avaliação da qualidade microbiológica de efluentes sanitários tratados por sistemas de lodos ativados. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 14, n. 1, 2017.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Editora UFMG, 2005.

TAUFER, G.; MÜLLER, C. S.; HILGEMANN, M. Remoção de fósforo e nitrogênio em efluente de indústria de laticínios por eletrocoagulação. **Scientia Plena**, v. 12, n. 9, 2016.

TORRES, T. L. et al. Gestão do uso da água na indústria: aplicação do reuso e recuperação. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 370-385, 2018.