



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

Taiane da Silva Dantas

**PROPOSTA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA DE  
LATICÍNIOS EM CATOLÉ DO ROCHA-PB.**

Pombal – PB  
2018

Taiane da Silva Dantas

**PROPOSTA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA DE  
LATICÍNIOS EM CATOLÉ DO ROCHA-PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Rosinete Batista dos Santos Ribeiro

Pombal – PB

2018

D192p

Dantas, Taiane da Silva.

Proposta de tratamento de efluentes de uma indústria de laticínios em Catolé do Rocha - PB / Taiane da Silva Dantas. – Pombal, 2018.  
43 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2018.

"Orientação: Profa. Dra. Rosinete Batista dos Santos Ribeiro".  
Referências.

1. Efluentes - Tratamento. 2. Efluentes industriais. 3. Resíduos líquidos. 4. Indústria de laticíneos. 5. Reuso de água. I. Ribeiro, Rosinete Batista dos Santos. II. Título.

CDU 628.3(043)

Taiane da Silva Dantas

**PROPOSTA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA DE  
LATICÍNIOS EM CATOLÉ DO ROCHA-PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Rosinete Batista dos Santos Ribeiro

Aprovado em 10 de Dezembro de 2018.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Rosinete Batista dos Santos Ribeiro  
(Orientador(a) – CCTA/UFCG/*Campus* de Pombal-PB)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Aline Costa Ferreira  
(Examinador(a) Interno(a) – CCTA/UFCG/*Campus* de Pombal-PB)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Viviane Farias Silva  
(Examinador(a) Externo(a) – conforme Resolução 01/2012)

*A Deus por nunca me deixar desistir, a  
minha família e amigos, que de alguma  
forma, contribuíram para que esse  
sonho se concretizasse.*

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus por ter me dado a vida, saúde e força para superar as dificuldades ao longo desse caminho, foi Ele que sempre me deu coragem todas as vezes que pensei em desistir.

Aos meus pais, **Cosme** e **Rosália**, por todo o empenho e dedicação e por nunca medirem esforços para que esse sonho fosse realizado. A pessoa mais importante da minha vida, minha filha **Thayná** agradeço as demonstrações de afeto e ao esforço em tentar entender minha ausência, agradeço pelo carinho e amor incondicional que sempre me estimulou nos momentos difíceis.

Ao meu marido **Fábio** por todo o amor e companheirismo, e por suportar as crises de estresse e minha ausência em vários momentos de nossa vida. As minhas irmãs, **Tais** e **Tercia**, pela torcida, carinho e cumplicidade oferecidos todo esse tempo. Ao meu sogro e minha sogra, **Marcos** e **Aurinete**, por todo o apoio.

A minha orientadora professora **Rosinete Batista**, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Meu eterno agradecimento a todos os meus amigos, que deram uma contribuição valiosa para a minha jornada acadêmica, em especial a **Célia Brito** e **Daniela Matos**, companheiras de curso e amigas que vou levar para a vida, a **Amanda Ferreira** e **Priscilla Gomes** pela amizade que sempre pude contar em todos os momentos.

Quero agradecer do fundo do meu coração as irmãs que fiz, **Erbia Bressia**, **Kaline Silva** e **Edinete Nunes**, vocês tornaram esses anos em Pombal mais fáceis, obrigada pela convivência, por todas as conversas e conselhos.

Não posso deixar de agradecer a toda equipe da **Laticínios Catolé** que abriram as portas da sua empresa para que essa pesquisa se realizasse.

Aos membros da banca, as professoras **Aline** e **Viviane** por se disporem a avaliar e contribuir com a melhoria deste trabalho.

A UFCG e ao seu corpo docente, por todo conhecimento profissional repassado e pelas lições de vida.

A todos, minha gratidão!

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Localização da fábrica de laticínios em Catolé do Rocha-PB .....	24
FIGURA 2 – Fábrica de laticínios .....	25
FIGURA 3 – Esquema caracterizando a planta baixa da fábrica .....	28
FIGURA 4 – Produtos fabricados na fábrica .....	29
FIGURA 5 – Fluxograma do processo produtivo .....	30
FIGURA 6 – Caixa de gordura .....	33
FIGURA 7 – Filtro ascendente .....	34
FIGURA 8 – Transbordamento nas caixas de gordura .....	34
FIGURA 9 – Sistema de tratamento .....	37
FIGURA 10 – Captação da água descartada e reutilização na limpeza do piso .....	38

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – Dimensões do sistema de tratamento atual ..... 35

DANTAS, T, S. **Proposta de tratamento de efluentes de uma indústria de laticínios em catolé do rocha-pb.** (2018) **44 fls.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. (2018).

### RESUMO

A água é um bem natural que vem se tornando cada vez mais escasso devido ao uso indevido do homem e da produção alimentícia de forma geral. É indispensável o incentivo a conservação e prevenção, e reutilização da mesma, buscando a manutenção da quantidade e qualidade da água. Neste sentido, objetiva-se com este trabalho propor uma alternativa eficaz para o tratamento de efluentes de uma fábrica de laticínios, no município de Catolé do Rocha-PB. O estudo foi realizado em uma fábrica de laticínios, localizada na Fazenda São Domingos, zona rural do município de Catolé do Rocha-PB, A pesquisa foi realizada através de levantamento de dados, por visitas *in loco*, entrevista com o proprietário e com alguns funcionários, por meio de um questionário, fotodocumentação, cálculo da vazão do efluente produzido diariamente no local, e também dados obtidos através do programa Google Earth e do software QGIS 2.14. Diante do exposto nesse trabalho foi possível concluir que de acordo com a situação atual da fábrica, o sistema de tratamento em que mais se adaptaria seria a adição de um tanque de flotação, para complementar o tratamento primário que já é utilizado no local para que os impactos ambientais sejam reduzidos e futuramente extintos.

**Palavras-chave:** impacto ambiental; qualidade da água; reutilização.

DANTAS, T, S. **Proposta de tratamento de efluentes de uma indústria de laticínios em catolé do rocha-pb.** (2018) **44 fls.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. (2018).

#### **ABSTRACT**

Water is a natural good that is becoming increasingly scarce due to the improper use of man and food production in general. It is indispensable to encourage the conservation and prevention and reuse of the same, seeking to maintain the quantity and quality of water. In this sense, the objective of this work is to propose an efficient alternative for the treatment of effluents from a dairy factory, in the municipality of Catolé do Rocha-PB. The study was carried out in a dairy factory, located at Fazenda São Domingos, a rural area of the municipality of Catolé do Rocha-PB. The survey was conducted through data collection, by on-site visits, interviews with the owner and with some employees , through a questionnaire, photographic, calculation of the effluent flow produced daily at the site, as well as data obtained through the Google Earth program and QGIS software 2.14. In view of the above, it was possible to conclude that according to the current situation of the plant, the treatment system that would most adapt would be the addition of a flotation tank, to complement the primary treatment that is already used in the place so that the impacts reduced and eventually extinct.

**Keywords:** environmental impact; water quality; reuse.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	13
<b>2.1 Geral</b> .....	13
<b>2.2 Específicos</b> .....	13
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	14
<b>3.1 Indústria de laticínios no Brasil e no mundo</b> .....	14
<b>3.2 Legislação</b> .....	14
<b>3.3 Efluentes industriais</b> .....	16
<b>3.4 Tratamento de efluentes industriais</b> .....	17
<b>3.4.1 Tanque de flotação</b> .....	19
<b>3.4.2 Filtro anaeróbio</b> .....	21
<b>3.4.3 Tanque séptico</b> .....	21
<b>3.5 Alternativas de reúso de água</b> .....	23
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
<b>4.1 Localização da área de estudo</b> .....	24
<b>4.2 Identificação dos efluentes gerados na indústria de laticínios</b> .....	25
<b>4.2.1 Impactos ocasionados com o lançamento de efluentes de laticínios</b> .....	25
<b>4.3 Identificação dos benefícios e alternativas para o reúso do soro do leite</b> .....	26
<b>4.4 Proposta e etapas do Sistema de tratamento dos efluentes</b> .....	26
<b>4.5 Reúso dos efluentes e destinação final dos rejeitos</b> .....	27
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	28
<b>5.1 Descrição da fábrica de estudo</b> .....	28
<b>5.1.1 Descrição do processo produtivo</b> .....	29
<b>5.2 Identificação dos resíduos gerados na fábrica</b> .....	31
<b>5.3 Identificação dos benefícios e alternativas para o reúso do soro do leite</b> .....	32
<b>5.4 Proposta e etapas do Sistema de tratamento dos efluentes</b> .....	33
<b>5.4.1 Volume do efluente produzido diariamente</b> .....	35
<b>5.4.2 Etapas da proposta do sistema de tratamento</b> .....	36
<b>5.5 Reúso dos efluentes e destinação final dos rejeitos</b> .....	38
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	40
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	41
<b>APÊNDICE 1: Questionário aplicado na fábrica</b> .....	45

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural, dotado de valor econômico e de suma importância para os seres vivos, porém sua disponibilidade é limitada, sendo utilizada nas indústrias de diversas formas, tais como: lavagens de máquinas, tubulações e pisos, sistemas de resfriamento, geradores de vapor, águas utilizadas diariamente nas etapas do processo industrial e esgotos sanitários. Um exemplo do uso da água no processo industrial de um laticínio é a pasteurização, tratamento térmico onde o leite é aquecido com o auxílio de água quente entre 63 a 95°C, dependendo do tipo de pasteurização empregada, em seguida, sofre um choque térmico com o auxílio de água gelada, sendo resfriado até a temperatura de 3 a 4°C (AMORIM, 2014).

Segundo Silva & Eying (2012), atualmente tem se constatado o aumento de contaminações devido à utilização indevida dos recursos naturais. Como consequência disso, torna-se possível comprovar um grande desequilíbrio ambiental que vem afetando os seres em geral. A poluição da água tornou-se um grande problema a ser enfrentado pelas sociedades, que durante várias décadas vêm degradando o meio ambiente num ritmo cada vez mais acelerado.

A cobrança pelo uso da água foi estabelecida pela a Política Nacional de Recursos Hídricos, definindo o aspecto de usuário pagador, para as indústrias em que o consumo de efluentes é considerado elevado, o que deixou o segmento lácteo em alerta, pois é cobrado uma taxa como serviço ambiental em efluentes sem tratamento ou com elevada carga orgânica (BRASIL, 1997).

A Resolução 430, de 13 de maio de 2011, dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2011).

No ano de 2017, o Brasil era o quarto maior produtor mundial de leite, com uma produção anual de 34,4 bilhões de litros (USDA, 2017). A região Nordeste, foi responsável por 11,2% da produção nacional (IBGE, 2017). Apesar de apresentar uma ampla participação no setor econômico e social, a atividade láctea recebe grande destaque pela geração de resíduos líquidos, pelo alto consumo de água no processo de produção e higienização, ocasionando um elevado lançamento de efluentes em águas receptoras (CARVALHO; PRAZERES; RIVAS, 2013).

Os resíduos líquidos da indústria de laticínios são despejos líquidos originários de diversas atividades desenvolvidas na indústria, que contém leite e produtos derivados do leite, açúcar, pedaços de frutas, essências, condimentos, produtos químicos diversos utilizados nos procedimentos de higienização, areia e lubrificantes que são diluídos nas águas de higienização de equipamentos, tubulações, pisos e demais instalações da indústria (SILVA, 2013).

O efluente é considerado um dos principais responsáveis pela poluição causada pela indústria de laticínios, e em várias destas o soro é descartado junto com os demais efluentes, e considerado um forte agravante devido ao seu elevado potencial poluidor. Quando transformado em queijo, representa 90% do volume do leite, pois para produzir 1 kg de queijo são necessários 10 L de leite, gerando 9 L de soro (LEITE; BARROZO; RIBEIRO, 2012). O que é aproximadamente cem vezes mais poluente que o esgoto doméstico assim, juntamente com o leite e o leite ácido não devem ser misturados aos demais efluentes da indústria, tendo em vista os seus valores nutritivos e suas elevadas cargas orgânicas.

Ao contrário, devem ser captados e conduzidos separadamente, de modo a viabilizar o seu aproveitamento na fabricação de outros produtos lácteos ou para utilização direta (com ou sem beneficiamento industrial) na alimentação de animais. Atualmente, constitui prática incorreta descartar o soro, direta e indiretamente, nos cursos de água. Uma fábrica com produção média de 300.000 litros de soro por dia polui o equivalente a uma cidade com 150.000 habitantes (BUSS, 2015).

As águas de refrigeração e o condensado proveniente do vapor da caldeira, após o uso, não são geralmente considerados como águas residuárias ou efluentes nas indústrias de laticínios, uma vez que são usadas geralmente em sistemas de recirculação. Apenas nos pequenos laticínios que utilizam o sistema de pasteurização lenta, é que muitas vezes não se faz a recirculação da água de resfriamento e o aproveitamento do condensado, embora essa recirculação seja possível e recomendável (SILVA, 2011).

Desta forma, a falta de informações do consumo de água, das características dos efluentes, e dos processos produtivos, são fatores que dificultam a avaliação do potencial poluidor das indústrias lácteas; sendo necessário um estudo mais aprofundado para que seja possível a elaboração de uma proposta de tratamento adequada.

Assim sendo, este estudo foi realizado objetivando-se diagnosticar os efluentes de uma fábrica de laticínios, no município de Catolé do Rocha-PB, e apresentar uma proposta de tratamento de efluentes para posterior reúso, tendo em vista minimizar os possíveis impactos causados pelos efluentes da indústria e promover uma melhor proteção ambiental.

## **2.OBJETIVOS**

### 2.1 Geral

Diagnosticar os resíduos gerados na indústria de laticínios, e prognosticar o reúso.

### 2.2 Específicos

- Caracterizar a área de estudo;
- Identificar os resíduos gerados na indústria de laticínios;
- Verificar o reúso dos efluentes tratados e destinação final dos resíduos;
- Propor um sistema de tratamento de efluente gerado.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Indústria de laticínios no Brasil e no mundo**

O setor agroindustrial e a indústria de laticínios podem ser definidos como uma junção de atividades com objetivos finais de processar um único insumo básico que pode, através deste, dar origem à um conjunto de outros produtos. Assim, o processo produtivo dependerá dos tipos e quantidades de produtos gerados pela indústria como, por exemplo: queijos, manteigas, leite em pó, creme de leite, leite condensado, leite longa vida entre outros (HENARES,2015).

Em 2015, a produção mundial de leite de vaca foi de 656 milhões de toneladas, apresentando um crescimento anual médio de 1,6% entre os anos de 2000 e 2015 (FAOSTAT, 2017). Neste setor, existem diversos tipos de processos produtivos e os países mais desenvolvidos, comandam uma produtividade em maior escala.

A indústria de laticínios representa um papel importante para a economia mundial e o Brasil é o quarto maior produtor de leite do mundo. Apesar de ser um grande importador de lácteos, o país abriga um dos maiores rebanhos produtivos do mundo, com 23 milhões de cabeças, ficando atrás somente da Índia. No período de 2000 a 2015, a produção cresceu 72,3%; o rebanho aumentou 28,7% e a produtividade de 33,8%, porém ainda é baixa, de 1.525 litros/vaca/ano, um dos menores índices entre os principais países produtores de leite. Os sistemas típicos variam de 23 a 320 vacas em lactação. É um setor importante no agronegócio brasileiro e emprega mais de 2 milhões de pessoas (Rev. Balde Branco, 2017).

Devido aos diversos usos diretos e indiretos dos recursos hídricos em atividades industriais, surge à necessidade da preservação e recuperação dos mesmos, algo que já vem ocorrendo e a cada dia tornando-se mais evidente. A poluição dos corpos de água tornou-se um problema mundial e seu controle é o maior desafio da gestão dos recursos hídricos, tanto no Brasil como no mundo (TEODORO et al, 2013).

#### **3.2. Legislação**

No Brasil, a resolução que regula o reúso da água está vinculada ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH nº 54/05, publicada no Diário Oficial da União em 9 de março de 2006, onde regula e/ou gerencia os resultados do procedimento de tratamento de esgotos.

A seguir serão apresentadas algumas legislações e normas que abordam os recursos hídricos, o reúso da água, classificação dos efluentes entre outras.

**- Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**

Esta Lei institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A Lei está constituída de fundamentos, objetivos, diretrizes, instrumentos, entre outros parâmetros. Ficando em destaque, a água sendo um recurso natural limitado, dotada de valor econômico com necessária disponibilidade para futuras gerações, com utilidade racional, necessitando de um estímulo a preservação e o aproveitamento. Em relação ao regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos garantir o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

**- Resolução nº54, de 28 de novembro de 2005\_ Conselho Nacional dos Recursos Hídricos (CNRH)**

São estabelecidos nessa Resolução diretrizes que estimulam a pratica de reúso direto não potável de água no Brasil. Tais como: para fins agrícolas, aplicação na produção agrícola e para o cultivo de florestas plantadas; fins urbanos, para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos; fins ambientais, para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente; fins industriais, em processos, atividades e operações industriais, entre outras.

**- Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**

Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a Política Federal do saneamento básico, refere-se ao regulamento aos serviços de saneamento básico e outros parâmetros. É abordado uma concepção sobre o licenciamento ambiental e também aspectos técnicos de esgotos sanitários e de efluentes gerados nos processos de tratamento de água, com o propósito de obter os padrões exigidos pela legislação ambiental, com base na capacidade de pagamento dos usuários.

**-Resolução nº 357, de 17 de março de 2005-CONAMA**

Refere-se a classificação dos corpos de água e das condições ambientais para o seu enquadramento, tal como determina as condições e padrões de lançamentos de efluentes. Considerando as classificações de águas doces, salobras e salinas, avaliando as condições e padrões específicos, assegurando seus usos predominantes. Visam

também controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo em níveis nocivos e perigosos ao ser humano e outras formas de vida.

#### **- Resolução nº 430, de 13 de março de 2011-CONAMA**

Dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores.

Para que seja lançados efluentes indiretamente em corpos receptores deverá obedecer aos critérios e normas específicas, de órgão ambiental competente, bem como diretrizes da operadora dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário, disposta nesta Resolução.

Mesmo tratados os efluentes dispostos no solo não estarão sujeitos aos parâmetros e padrões de lançamento, contido nesta Resolução, não podendo, em hipótese alguma, causar poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

Os efluentes, seja qual for sua fonte poluidora, só poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento, obedecendo às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

### **3.3. Efluentes industriais**

Diante da importância do setor de produção de leite e derivados, surgem problemas ligados principalmente ao controle ambiental, pois os efluentes líquidos provenientes das indústrias de laticínios, que são gerados em grandes quantidades, contêm uma elevada carga orgânica (AMORIM, 2014).

Qualquer indústria de laticínios, sem exceções, gera resíduos sólidos, líquidos e emissões atmosféricas possíveis de causar impactos significativos no meio ambiente. Por isso, a legislação ambiental exige que todas as indústrias tratem de forma adequada seus resíduos. E uma das alternativas é fazer o controle dos processos e buscar alternativas de reutilização de seus resíduos, reduzindo assim, os custos com o tratamento e disposição final (SILVA, 2013).

As empresas de produtos lácteos representam uma grande parcela da indústria alimentícia, e contribui com expressivo lançamento de poluentes nas águas e no solo, tornando, fundamental e de grande relevância o tratamento dos resíduos líquidos antes de serem lançados, nos corpos receptores. A quantidade de material poluidor das

indústrias de laticínios é variável dependendo, sobretudo do tipo, do método e da administração utilizada no consumo (AMORIM, 2014).

Os efluentes das indústrias lácteas são compostos, principalmente, de quantidades variáveis de leite diluído, materiais sólidos flutuantes de uma variedade de fontes (principalmente substâncias graxas), detergentes, desinfetantes, lubrificantes e esgoto doméstico. No processamento do leite, as operações geradoras de despejos consideráveis poluentes são: lavagem e desinfecção de equipamentos (tanques, dornas, centrífugas, pasteurizador-homogeneizador, tubulações, etc.), quebra de embalagens contendo leite, perdas nas enchedeiras e lubrificação de transportadores (HENARES,2015).

Na maioria das indústrias de laticínios o soro do leite tem o mesmo destino dos demais efluentes líquidos, e isto torna a situação mais agravante, devido ao elevado potencial poluidor que o soro tem. Ele é aproximadamente cem vezes mais poluente que o esgoto doméstico. Por isso, assim como o leiteiro e o leite ácido, devem receber destinação diferente devido aos seus valores nutritivos e elevadas cargas orgânicas. Uma opção é reutilizar para fabricação de outros produtos lácteos ou utilização direta na alimentação de animais (SILVA, 2013).

### **3.4. Tratamentos de efluentes industriais**

Com o passar do tempo, os recursos naturais são utilizados cada vez mais de forma indevida, havendo assim, o surgimento de grandes contaminações causando inúmeros problemas econômicos e sociais. A poluição da água constitui-se em uma das grandes adversidades a seres enfrentadas pela sociedade que vêm degradando o meio ambiente em um ritmo cada vez mais acelerado (AMORIM,2014).

A utilização de água pela indústria pode ocorrer de diversas formas, tais como: incorporação ao produto; 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. Exceto pelos volumes de águas incorporados aos produtos e pelas perdas por evaporação, as águas tornam-se contaminadas por resíduos do processo industrial originando assim os efluentes líquidos (SILVA e EYNG, 2013).

Os efluentes que são lançados aos cursos hídricos sem devido tratamento, ou depositados de forma inadequada no solo; podem causar sérios danos ao meio ambiente,

contaminando o solo e as águas superficiais e subterrâneas, tornando-os impróprios para o uso, assim como, gerando problemas de saúde aos seres humanos (HENARES,2015).

Geralmente, o tratamento de efluentes de indústrias de laticínios é do tipo biológico, uma vez que é encontrada uma grande quantidade de matéria orgânica facilmente degradável neste tipo de efluente. A função do tratamento biológico é remover esta matéria orgânica por metabolismo de oxidação e síntese de células; este processo é caracterizado pelo contato da matéria orgânica com a microflora e em presença ou ausência de oxigênio molecular. Os sistemas mais utilizados são: lodos ativados, filtros biológicos, lagoas de estabilização, digestão anaeróbia e também algumas operações preliminares e primárias como gradeamento, remoção de óleos e gorduras, sedimentação primária (BRAILE & CAVALCANTI, 1993).

As estações de tratamento podem ser do tipo físico-químico e do tipo biológico. Os processos físico-químicos estão inter-relacionados, mas suas denominações separadamente são da seguinte forma: processos físicos (são processos de tratamento de águas residuárias em que são aplicados fenômenos de natureza física como, por exemplo, gradeamento, peneiramento, sedimentação, floculação, decantação, filtração, osmose reversa, entre outros); processos químicos (são feitos com a aplicação de produtos químicos ou reações químicas como: coagulação, neutralização, homogeneização, precipitação, oxidação, redução, adsorção, troca iônica, desinfecção, entre outros); e por fim, os processos biológicos, que são realizados por meio de atividades biológicas ou bioquímicas, como, por exemplo: remoção da matéria orgânica, que podem ser anaeróbios, aeróbios ou facultativos (lodos ativados, lagoas de estabilização, lagoas aeradas, filtros biológicos, biodiscos, reatores anaeróbios, entre outros) e remoção de nitrogênio e fósforo que vai depender do tipo de sistema adotado (GANDHI, 2004).

Em relação aos níveis de tratamento, estes são classificados em preliminar (remove somente sólidos grosseiros e areia); primário (remove sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica); secundário (feitos por processos biológicos, objetiva a remoção da matéria orgânica e possivelmente nutrientes como o nitrogênio e o fósforo); terciário (remove poluentes tóxicos ou compostos não biodegradáveis) (SILVA, 2013).

Em indústria de laticínios os tratamentos preliminares compõem o gradeamento e as caixas de areia. As grades são usadas para proteger dispositivos como bombas, registros, tubulações e peças especiais. Através da remoção de sólidos grosseiros que causam obstruções e aspecto desagradável nas unidades do sistema de tratamento, elas

costumam ser de limpeza manual. O espaçamento entre as barras varia normalmente entre 0,5 e 2 cm. As caixas de areia têm como objetivo reter substâncias inertes, como areias e sólidos minerais sedimentáveis, originárias de águas residuárias. Elas ajudam a evitar abrasão nos equipamentos e tubulações (bombas, válvulas, registros) (GANDHI, 2004).

Como tratamento primário, as caixas de retenção de óleos e gorduras, serve para evitar obstruções dos coletores, evitar aderência nas peças especiais da rede de esgotos, evitar acúmulo nas unidades de tratamento provocando odores desagradáveis e para evitar aspectos desagradáveis nos corpos receptores (SILVA, 2013).

No processo de sedimentação, separa-se o lodo do efluente líquido, e as partículas sólidas sedimentam. Os efluentes fluem por meio dos decantadores, permitindo que os sólidos em suspensão (com maior densidade), sedimentem gradualmente no fundo. Quando há presença de escumas (materiais flutuantes) é necessária unidade removedora de escumas (GANDHI, 2004).

Como tratamentos secundários, o lodo ativado é um sistema no qual a remoção da matéria orgânica do meio líquido é realizada por microrganismos aeróbios, os quais se utilizam dessa matéria orgânica para se alimentar e reproduzir, transformando-a em CO<sub>2</sub>, água e novas bactérias. As unidades componentes de um sistema de lodos ativados são o tanque de aeração, decantador secundário e a elevatória de recirculação de lodo. O filtro biológico é um suporte de material grosseiro que compõe o meio filtrante, e este pode ser de pedras, ripas ou material plástico, sobre o qual passa efluente em forma de gotas ou jatos. O efluente vai em direção aos drenos de fundo, favorecendo o crescimento bacteriano na superfície da pedra ou do material de enchimento, ocorrendo assim, o contato entre os microrganismos e o material orgânico. Conforme há o crescimento da biomassa na superfície das pedras, o espaço vazio diminui, aumentando assim, a velocidade de escoamento pelos poros (GANDHI, 2004).

### **3.4.1 Tanque de flotação**

A flotação é uma técnica de separação de misturas, ou seja, é uma operação unitária empregada para separar partículas líquidas ou sólidas da fase líquida. A separação das partículas é obtida através da introdução de bolhas finas de ar na fase líquida, o que causa ascensão de partículas para a superfície, mesmo as que apresentam densidade maior do que o líquido, as quais podem ser coletadas e removidas por

escumadeiras quando se apresentam na superfície (CHRISTÓFORI, J. B., OLIVEIRA, P. P, 2015).

Segundo Silva (2001), na flotação por ar dissolvido (FAD), as microbolhas são produzidas pela redução de pressão de uma corrente de água saturada com ar. Conforme Reali et al., (2000), as primeiras experiências de aplicação da flotação foram iniciadas em 1907 na área de processamento de minérios, passando, por volta de 1920, a ser empregada também na indústria de papel e celulose. Posteriormente, após a segunda guerra mundial, com o desenvolvimento industrial, a aplicação da flotação foi ampliada para a recuperação de óleos e gorduras na indústria petroquímica e de óleos vegetais (SUDECAP, 2002).

Nas últimas décadas a flotação tem sido aplicada com sucesso na área industrial (refinarias, curtumes, mecânicas, papel e celulose, etc.), no tratamento de água para abastecimento e no tratamento do lodo, e tem sido constatado em vários casos, como o mais econômico meio de separação de sólido líquido para uma larga faixa de aplicações (SILVA, 2001).

A FAD vem sendo usada como pré-tratamento de efluentes de indústrias com grande concentração de substâncias insolúveis como gorduras, óleos e graxas (AYOUB, 2006), principalmente como uma alternativa ao processo convencional de sedimentação, nos casos em que os mananciais de captação são ricos em nutrientes orgânicos ou possuem concentrações elevadas de algas cianofíceas (cianobactérias), e, ainda, para as águas com baixa turbidez, baixa alcalinidade e cor elevada.

Alguns fatores podem ajudar no processo da FAD, entre eles estão a otimização da coagulação, a adequação do tempo e do grau de agitação da floculação e a quantidade de ar na água pressurizada, cujo valor deve levar em consideração a concentração de sólidos na água bruta (VON SPERLING, 2005).

No Brasil, ainda são poucas as estações de tratamento de água que utilizam a FAD, merecendo destaque a estação da cidade de Manaus implantada em 2001 com capacidade para uma vazão de cerca de 6,0 m<sup>3</sup> /s, que trata as águas escuras do Rio Negro, onde a flotação foi considerada a melhor alternativa sob o ponto de vista técnico e econômico para a remoção da cor (AISSE et. al., 2001).

Há grandes vantagens dentro dos parâmetros de fatores econômicos como: baixo custo de implantação, elevada sustentabilidade do sistema, simplicidade operacional, baixo custo operacional, adequada eficiência na remoção das diversas categorias de poluentes orgânicos, pouco problema com disposição do lodo gerado, flexibilidade em

relação às expansões futuras, fluxograma simplificado e elevada vida útil (DT ENGENHARIA, 2002).

### **3.4.2. Filtro anaeróbio**

O tratamento anaeróbio de efluentes industriais consiste no uso de bactérias anaeróbias para a realização da decomposição da matéria orgânica existente no efluente. Este tipo de tratamento é bastante utilizado, pois pode ser utilizado em diversos setores industriais tais como destilarias, abatedouros e laticínios (BARCELLOS; CARVALHO, 2013; KISPERGHER, 2013), sendo o filtro anaeróbio um dos tratamentos mais conhecidos e utilizados.

O filtro anaeróbio consiste em um tanque com leito de pedras ou outro material para o desenvolvimento de microrganismos. No filtro anaeróbio ocorrem fenômenos tais como a retenção por contato com o biofilme, sedimentação forçada de sólidos de pequenas dimensões, partículas finas e coloidais e ação metabólica dos microrganismos do biofilme sobre a matéria dissolvida (KISPERGHER, 2013).

A norma NBR 13969 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), presume que os tanques dos filtros anaeróbios podem ser construídos em concreto armado, plástico de alta resistência ou em fibra de vidro de alta resistência e sua eficiência depende do tempo de uso e, os filtros anaeróbios de fluxo ascendente podem remover do efluente do tanque séptico de 70 a 90% da DBO. A eficiência dos filtros pode ser constatada 3 meses após o início do seu uso operação, tem esse necessário para que o mesmo tenha um bom funcionamento.

De acordo Sousa (2010), os filtros anaeróbios podem possuir formas configurações e dimensões, contanto que obtenha um fluxo bem distribuído através do leito. Os filtros mais habituais apresentam fluxo ascendente ou descendente. Os que apresentam fluxo ascendente, o leito é obrigatoriamente submerso, já os de fluxo descendente podem ser submersos ou não.

### **3.4.3. Tanque séptico**

O tanque séptico, conforme Andrade Neto (1997) foi descoberto em meados dos anos 1872 na França. Também comumente conhecido como fossa séptica, foi o primeiro sistema usado para o tratamento de esgotos e até hoje é a mais extensivamente empregada e utilizada na maioria dos sistemas descentralizados (UNITED STATES OF AMERICA, 2002,).

No Brasil, esse sistema é amplamente empregado em todas as regiões, porém, quando ocorrem problemas nos projetos tais como, má execução ou o descaso com a manutenção, os mesmos tornam-se, caixas de passagem para o esgoto (TORRI, 2015).

Os tanques sépticos são câmaras fechadas que tem por objetivo reter os despejos domésticos de modo que permita a decantação dos sólidos e o acúmulo do material graxo contido nos esgotos, ocorrendo uma transformação bioquímica em substâncias e compostos mais simples e estáveis, ou seja, trata-se de um tanque subterrâneo que recebe os dejetos e águas residuárias, no qual retém a parte sólida e inicia o processo biológico de purificação do efluente (NETO, 1997).

As águas servidas, destinadas aos tanques sépticos e ramais, devem passar por uma caixa especialmente construída com a finalidade de reter as gorduras. Essa medida tem por objetivo prevenir o preenchimento dos sumidouros e obstrução dos ramais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Sua eficiência é expressa em razão dos parâmetros comumente adotados nos diversos processos de tratamento. Sendo dos mais utilizados os sólidos em suspensão e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), depende também da decantação do material, desse modo, o tempo de detenção do líquido deve ser apenas o suficiente para que ocorra boa parte da decantação do material. Em decantadores convencionais, períodos de detenção acima de 2 horas não apresentam acréscimos significativos na eficiência do sistema (ANDRADE NETO, 1997).

Para que o tanque séptico tenha um bom funcionamento, deve-se preenchê-lo com água para detectar possíveis vazamentos; a retirada do lodo deve ser realizada de forma rápida e sem contato do mesmo com o operador. Utilizando a introdução de um mangote, por meio da tampa de inspeção, para sucção por bombas; - as valas de filtração ou de infiltração e os sumidouros devem ser verificados semestralmente para avaliar sua eficiência, caso ocorra a redução da capacidade de absorção das valas de filtração, infiltração e sumidouros, será necessário realizar a construção de novas unidades, quando desativados, ou abandonados, tanto o tanque séptico como o sumidouro deverão ser preenchidos com terra ou pedra (MANUAL DO SANEAMENTO BÁSICO).

### 3.5. Alternativas de reúso de água

A água é o bem mais precioso que temos no mundo. E na mesma estrada por onde passa a importância, passa também a preocupação com o futuro dela, visto que é um recurso finito e nem sempre disponível. Por isso, o reúso da água se tornou uma alternativa cada vez mais recorrente no Brasil (VON SPERLING, 2005).

O termo 'reúso de água', na verdade quer colocar a questão do uso da água em uma nova perspectiva. Conforme a Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, o reúso de água constitui-se em prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos, conforme princípios estabelecidos na Agenda 21. Tal prática reduz a descarga de poluentes em corpos receptores, conservando os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade; reduz os custos associados à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública (CUNHA, 2011).

Para HESPANHOL (1999), o planejamento, a implantação e a operação corretos de reuso trazem uma série de melhorias: Minimização da descarga de esgoto nos corpos hídricos; recursos subterrâneos; aumento da resistência à erosão; Aumento da produção de alimentos (irrigação agrícola), elevando os níveis de saúde, qualidade de vida e de condições sociais. Com a reciclagem e o reúso das águas residuárias, tem-se vários benefícios, dentre eles pode-se destacar os benefícios ambientais, sociais e econômicos.

Como benefícios ambientais tem-se a redução do lançamento de efluentes nos rios e mares, o que permite obter-se água de melhor qualidade. Há acréscimo da disponibilidade de água para uso em setores mais necessitados. Os benefícios sociais englobam a aumento na oportunidade de negócios na cadeia produtiva, incluindo maior número de empregos diretos e indiretos disponíveis, além da melhor imagem repassada para o restante da sociedade, no que tange a aplicação do desenvolvimento sustentável. A concordância com legislação ambiental (proteção ao meio ambiente), modificação dos padrões de consumo e produção (inclusive diminuição dos custos de produção) são alguns dos benefícios econômicos (CUNHA, 2011).

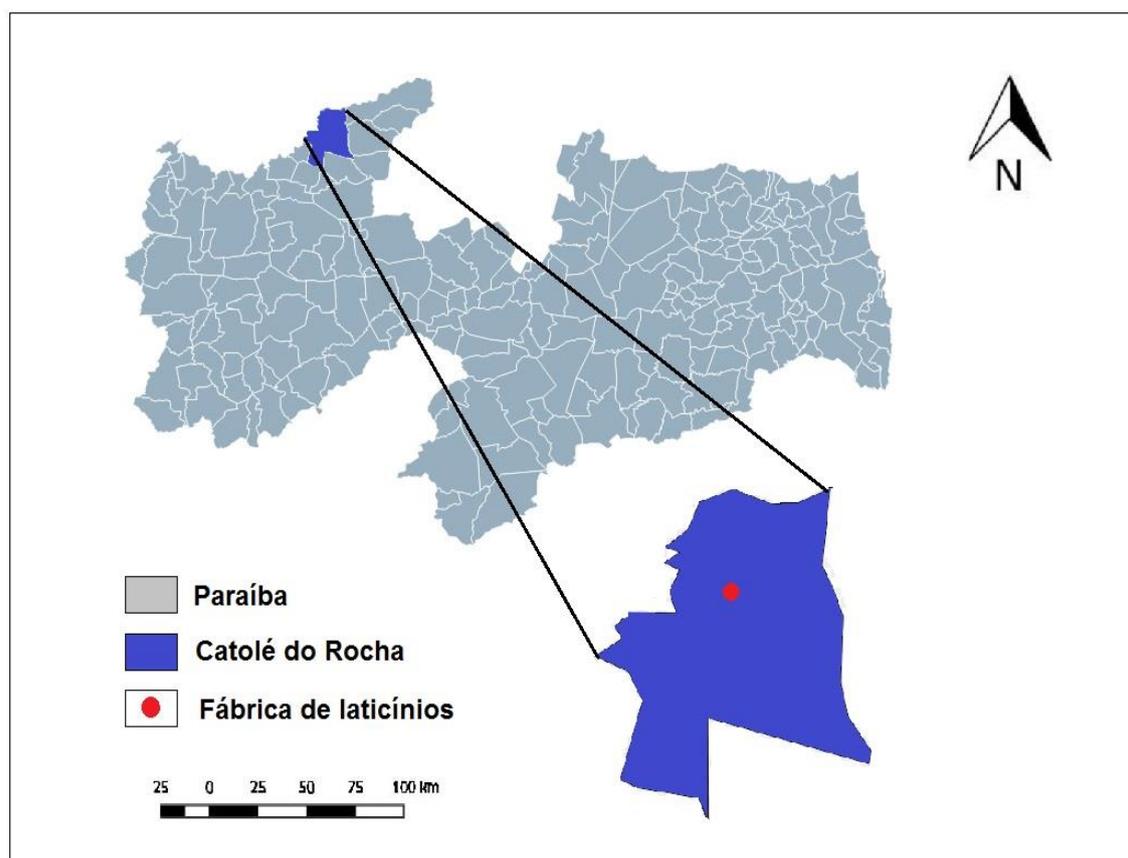
#### 4.MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento de dados, através de visitas *in loco*, entrevistas com o proprietário e com alguns funcionários, através de questionário, foram feitos vários registros fotográficos, cálculo da vazão do efluente produzido diariamente no local, e também dados obtidos através do programa Google Earth e do software QGIS 2.14.

##### 4.1 Localização da área de estudo

O estudo foi realizado em uma fábrica de laticínios, localizada na zona rural, no município de Catolé do Rocha-PB, Figura 1, distante 414,3 km da capital do João Pessoa, com latitude - 6.34° S e longitude -37.74° W, e altitude de 272 metros. Conta com uma população de 28.759 habitantes, de acordo com o último censo, e possui uma área de 466,2km<sup>2</sup>, com área territorial de 552,1 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018).

**Figura 1. Localização da Fábrica de Laticínios em Catolé do Rocha-PB**



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

A referida fábrica (Figura 2), está localizada na Fazenda São Domingos, distante 9,9 km do município de Catolé do Rocha-PB. A mesma está em funcionamento desde 2007, e conta com um quadro de 21 funcionários, dentre esses 12 atuam no setor de produção. O funcionamento acontece de segunda a sábado de 8 às 18 horas. Em média são recebidos 14.000 l/leite por dia, tendo uma capacidade de armazenamento de 16.000 litros de leite.

**Figura 2- Fábrica de laticínios**



**Fonte: Elaborado pela autora (2018).**

#### **4.2 Identificação dos efluentes gerados na indústria de laticínios**

Foi realizada entrevista informal (Apêndice I), com o proprietário e alguns funcionários encarregados por cada setor, estruturado com perguntas simples e de respostas rápidas, sobre o funcionamento da fábrica.

O proprietário ficou responsável por responder as perguntas relativas à administração e sobre possíveis impactos devido ao lançamento de efluentes gerados na fábrica, e alternativas de tratamentos.

##### **4.2.2 Impactos ocasionados com o lançamento de efluentes de laticínios**

Para que fosse possível identificar os possíveis problemas referentes ao descarte dos efluentes sem o tratamento adequado foram feitas visitas no setor de produção, procurando identificar entre os processos quais seriam os maiores produtores de

efluentes e os que apresentam a maior concentração de poluentes a exemplo da matéria orgânica. Todos as atividades foram registradas por fotodocumentação.

Compreendendo todos os processos na fabricação ficando em destaque o do queijo coalho, produto que é mais produzido na empresa, assim como o resfriamento da bebida láctea, procedimento em que é exigido grande quantidade de água.

#### **4.3 Identificação dos benefícios e alternativas para o reúso do soro do leite**

O soro é um dos componentes do efluente da indústria láctea com o maior potencial poluidor, e assim gera maiores impactos no meio ambiente. Desta forma, foram realizadas visitas na criação de bovinos e suínos na fazenda em que a fábrica se localiza, para que fosse possível a identificação das alternativas que são feitas com o soro gerado na produção.

#### **4.4 Proposta e etapas do sistema de tratamento dos efluentes**

A fábrica possui um sistema de tratamento formado por caixa de gordura e filtro ascendente. Todo o efluente industrial gerado é encaminhado para as caixas de gordura, depois é escoado para um filtro ascendente contendo uma camada de brita, logo após o líquido é descartado no solo.

Como o sistema de tratamento foi implantado no início do funcionamento da fábrica, no ano de 2007, foi feito estudo de dimensionamento dos componentes do sistema para identificar se com o passar dos anos e com a demanda crescente, se ele ainda estaria atendendo o efluente atual gerado.

Foi calculado o volume de efluente produzido diariamente, já que esse valor não era conhecido por nenhum membro da empresa, por meio do cálculo do coeficiente volumétrico, através da Equação 1.

$$CV = \frac{V_1}{V_2} \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

$V_1$  = Volume do efluente ( $m^3$ );

$V_2$  = Volume do leite ( $m^3$ ).

E por fim, foi proposto uma alternativa de pós tratamento para o sistema de tratamento existente no local, com base nos dados obtidos na pesquisa e a partir dos resultados alcançados com os cálculos realizados.

#### **4.5 Reúso dos efluentes e destinação final dos rejeitos**

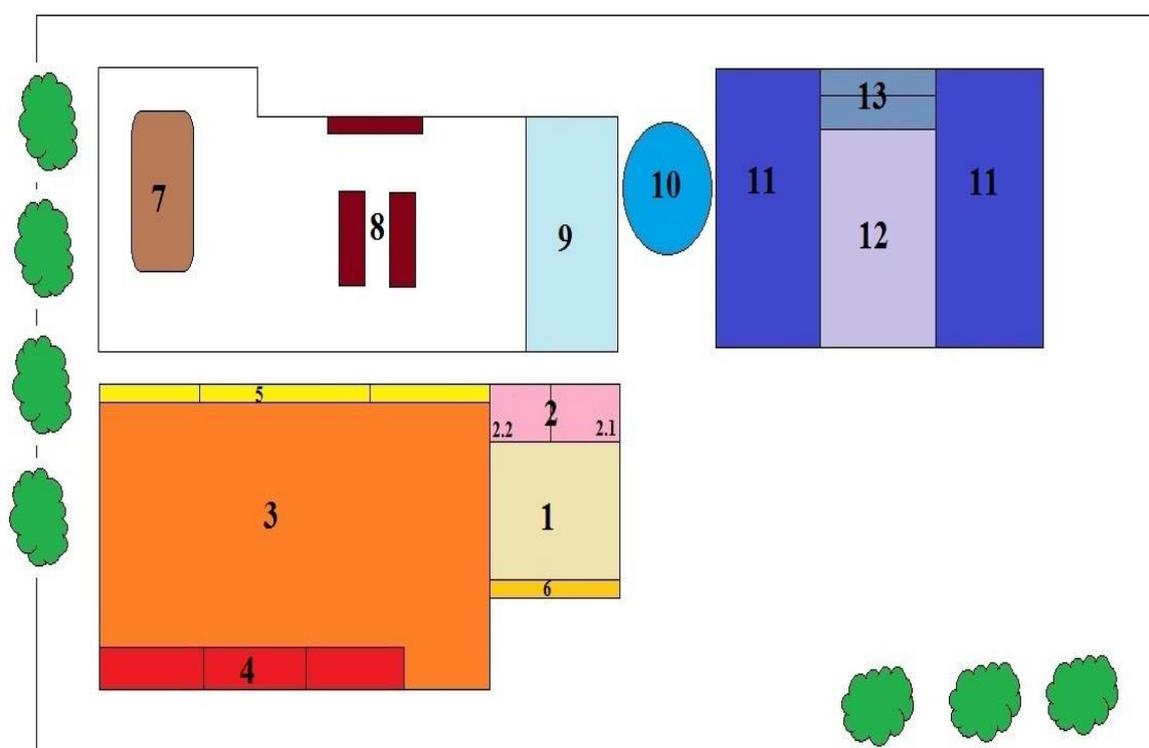
Foram realizadas consultas na literatura, para que fosse possível identificar alternativas para o reúso de água depois de passar pelos processos de tratamento, já que água ficaria à disposição, à princípio sem nenhuma finalidade, assim como também possibilidades de reaproveitamento para os rejeitos gerados pelo sistema de tratamento.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Descrição da fábrica de estudo

A fábrica é dividida em: Plataforma de recepção (1), dois laboratórios (2) ((2.1) físico-químico e (2.2) microbiológico), setor de produção (3), onde é subdividido em três câmaras frias (4) armazenamento dos produtos, barreira sanitária (5), e higienização dos tambores de leite (6), na parte exterior situa-se a caldeira (7), três geradores de energia (8), um tanque de gelo (9) e uma caixa d'água com capacidade de 15 mil litros (10). E no setor administrativo encontram-se, dois escritórios (11), refeitório (12), e dois banheiros (13). Conforme o esquema apresentado na Figura 3.

**Figura 3. Esquema caracterizando a planta baixa da fábrica**



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

É possível constatar uma harmonia na distribuição dos ambientes da fábrica e uma preocupação com a qualidade dos produtos fabricados, com a presença de laboratórios (Figura 3).

Os produtos produzidos na fábrica são: queijos (coalho, manteiga, mussarela, minas e ricota), manteiga de garrafa, requeijão, nata, doce de leite e bebida láctea fermentada, conforme Figura 4.

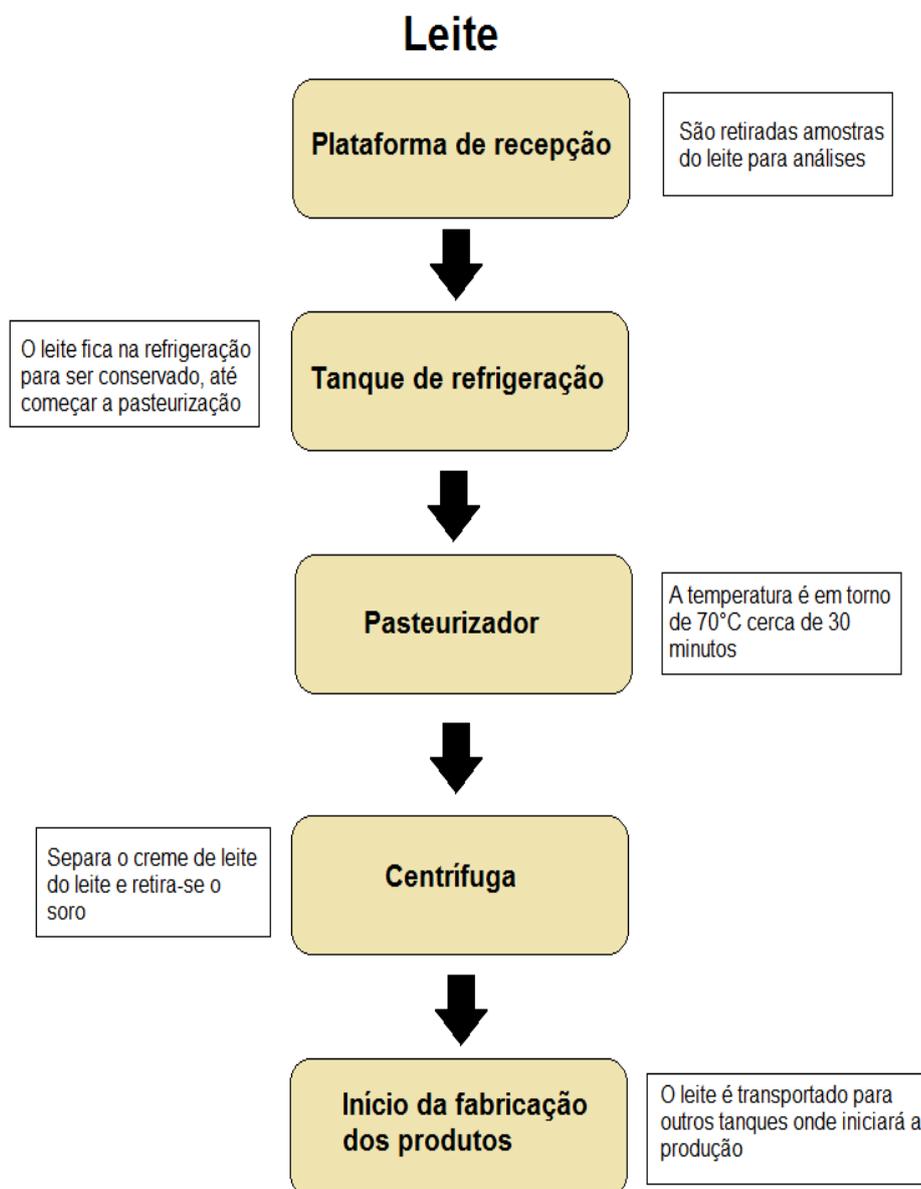
**Figura 4- Produtos fabricados na fábrica**



Fonte: Fotografia da autora (2018).

#### 5.1.1 Descrição do processo produtivo

A maior parte do leite utilizado na fábrica é transportado pelos fornecedores em tambores higienizados a temperatura ambiente, onde são depositados em dois tanques de resfriamento situados na plataforma de recepção. A fábrica também possui um caminhão isolado termicamente para manter o leite à baixa temperatura de modo a garantir que chegue a fábrica sem risco da perda de qualidade, esse caminhão é utilizado para o seu recolhimento em locais mais distantes. Na Figura 5 é exposto o fluxograma do processo produtivo.

**Figura 5- Fluxograma do processo produtivo**

**Fonte: Elaborado pela autora (2018).**

O leite chega à plataforma de recepção onde são retiradas amostras para fazer análises físico-químicas e determinar o teor de gordura, densidade, e testes de pH para indicar se houve alguma adulteração, como por exemplo adição de água, em seguida o volume de leite é registrado no fluxograma de recebimento diário.

Logo após, é armazenado em tanques de refrigeração para ser conservado até ocorrer o processamento. Antes de iniciar a produção, o leite passa pelo pasteurizador, onde é aquecido à uma temperatura de 70°C durante 30 minutos aproximadamente, garantido a eliminação de algum tipo de contaminação microbológica, em seguida é transferido para a centrífuga onde é separado o leite do creme de leite e é retirado o soro. Após esse processo o leite é transportado para outros tanques onde será iniciado o processo de fabricação de cada produto.

Existem na empresa dois laboratórios, um físico-químico e outro microbiológico, onde são feitas análises de qualidade do leite desde sua chegada até a fabricação final dos produtos, nesse local são feitas também periodicamente análises da qualidade da água, sempre acompanhado da orientação de um fiscal do Ministério da Agricultura. E a água utilizada nunca mostrou nenhuma alteração em seus parâmetros.

## **5.2 Identificação dos resíduos gerados na fábrica**

A água utilizada no estabelecimento provém de poços amazonas, e o volume de água consumido na fábrica é de duas caixas d'água por dia, em torno de 30.000 l/dia. O uso da água atende à diversas demandas, tais como: lavagens de máquinas, tubulações e pisos, sistemas de resfriamento, geradores de vapor, nas etapas do processo industrial, na lavagem de veículos, na irrigação do jardim, e na parte de esgotos sanitários.

O efluente é recolhido por calhas que ficam em todo o setor de fabricação, e é composto de: leite e produtos derivados do leite, restos de produtos químicos utilizados na limpeza, como detergentes, que são transportados no processo de higienização dos equipamentos. A maior parte dos efluentes gerados na fábrica é proveniente do processo de pasteurização, onde a água sai totalmente limpa, porém com uma temperatura elevada, em torno de 70°C. A princípio essa água era separada dos demais efluentes em um tanque para ser reaproveitada, mas devido à sua alta temperatura que comprometia a tubulação, foi misturada aos demais efluentes do processo de produção. O efluente proveniente das pias e dos banheiros são lançados separadamente do originado processo industrial.

O sistema de tratamento dos efluentes da fábrica é formado por caixas de gordura e um filtro ascendente, depois de passar por essa etapa o efluente é descartado no solo, podendo causar diversos problemas tais como: erosão do solo, na parte em que o

efluente percorre diariamente, salinidade, alteração no pH, comprometimento do lençol freático, entre outros.

Também foi possível constatar que além dos efluentes líquidos gerados através do funcionamento da fábrica, foram detectados outros impactos ambientais tais como: geração de resíduos sólidos como, embalagens plásticas, papéis de escritório, embalagens de produtos químicos, lixo dos banheiros, e cinzas da caldeira. Onde os resíduos são separados por coleta seletiva, porém devido à localização da fábrica ser em zona rural e não ter o recolhimento dos resíduos, esses são incinerados em um local próximo a empresa.

Na parte da caldeira, o material usado é lenha provida da jurema e da catingueira onde são usados de 1,5 a 2 metros de lenha por dia. O abastecimento da lenha é feito uma vez por semana. A temperatura da caldeira é controlada sempre em torno de 100°C. Os dias em que o fluxo é maior geralmente nas segundas-feiras por ter uma maior quantidade de leite armazenado do domingo para ser processado, já a emissão dos poluentes é quase imperceptível, e as cinzas vinda da queima, são descartadas ao lado da fábrica cerca de 3 vezes por semana, com uma quantidade de dois carrinhos de mão cheios o que equivalente a mais ou menos 100 kg.

### **5.3 Identificação dos benefícios e alternativas da reutilização do soro**

O soro do leite contém proteínas, lactose, minerais (cálcio, fósforo, magnésio, zinco), vitaminas, e traços de gordura do leite, onde é considerado um grande poluidor ambiental. Sua produção diária na fábrica fica em torno de 4.000 a 5.000 litros, dependendo da quantidade de leite processado, no qual é captado por uma encanação de PVC, e separado dos demais efluentes, sendo reaproveitado na produção do queijo ricota, e a outra parte é usada na alimentação da criação de gado e de porcos existente na fazenda do proprietário.

Segundo Embrapa Suínos e Aves (2016), existe uma grande eficácia na complementação alimentar de animais com o soro, devido ao seu grande potencial nutritivo com digestibilidade da proteína superior à do milho e à do farelo de soja, apresentando alta palatabilidade sendo consumido voluntariamente em grandes quantidades, ocorrendo uma redução substancial no custo da alimentação com a utilização do soro.

Todo o processo de reutilização do soro na alimentação dos bovinos e suínos é feito com um acompanhamento de um zootecnista para que não sejam provocadas alterações no sistema digestivo dos animais. As criações da fazenda são abatidas e comercializadas semanalmente.

#### **5.4 Proposta e etapas do Sistema de Tratamento**

Como foi mencionado anteriormente a fábrica possui apenas tratamento primário, onde todo o efluente industrial gerado é encaminhado através de encanamento para as caixas de gorduras, localizadas na frente da empresa, num total de 7 caixas, onde são retidos os sólidos flutuantes, óleos e graxas presentes no efluente (Figura 6).

**Figura 6- Caixa de gordura**



**Fonte: Fotografia da autora (2018).**

Logo após passa por um filtro ascendente (Figura 7), formado por um tanque contendo uma camada de brita onde o efluente é filtrado, na qual ficaram depositados no fundo do tanque partículas de gordura ainda existente, depois o líquido é descartado no solo.

**Figura 7- Filtro ascendente**



**Fonte: Fotografia da autora (2018).**

Como esse sistema foi implantado no início do funcionamento da fábrica, em 2007, e com a demanda crescente durante o passar dos anos, provavelmente ele tornou-se pequeno para o grande fluxo de efluente gerado atualmente, fazendo com que o líquido permaneça mais tempo nas caixas de gordura, devido à grande quantidade de gordura e ocasionando obstrução nos dispositivos e também pelo dimensionamento do filtro, causando transbordamento ao longo do percurso (FIGURA.8).

**Figura 8- Transbordamento nas caixas de gordura**



**Fonte: Fotografia da autora (2018).**

Com base nas dimensões das caixas de gordura e do filtro, sistema de tratamento atual, foi feito o cálculo do dimensionamento para identificar a capacidade volumétrica de ambos.

**Tabela 1- Dimensões do sistema de tratamento atual**

Dimensões	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
Filtro	4,10	7	3	86,10
Caixa de gordura	0,70	0,80	1,20	6,72

**Fonte: Dados da pesquisa**

O volume (V) foi encontrado através da Equação 2:

$$V = (L) \times (C) \times (H) \quad \text{Eq. (2)}$$

#### 5.4.1 Volume do efluente produzido diariamente

Em geral, a maior parte da vazão dos efluentes líquidos de um laticínio é resultante dos processos de operação e limpeza de equipamentos. Sua vazão diária (m<sup>3</sup>/d) pode ser analisada através do coeficiente volumétrico, que é a relação entre volume do efluente gerado e o volume de leite processado. Este coeficiente permite uma estimativa imediata da vazão do efluente líquido, a partir do conhecimento do volume do leite recebido pela indústria de laticínio diariamente (MARSHALL e HARPER, 1984).

Neste caso, como temos a vazão diária de 30.000 litros, e o volume do leite processado diariamente é de 14.000 litros. A unidade de “CV” é apresentada em metros cúbicos de efluente gerado para cada metro cúbico de leite processado. Assim, o coeficiente volumétrico do laticínio (CV) é igual a 2,1 L.L<sup>-1</sup>. Para MARSHALL e HARPER (1984) o valor do coeficiente estando entre os valores 0,5 e 2,0 litros de efluente por litro de leite as indústrias de laticínios estão seguindo adequadamente ao programa de prevenção e controle de perdas e desperdícios.

Segundo STRYDOM et al (1997), a vazão e o volume dos efluentes das indústrias de laticínios estão relacionadas diretamente ao volume de água consumida pelo laticínio. Pois as faixas na maioria das vezes são bem próximas de 1,0, o que faz

com que vários projetistas tendem a igualar o volume de efluente gerado ao volume de água consumido.

#### 5.4.2 Etapas da proposta do sistema de tratamento

De acordo com a situação atual da fábrica, o sistema de tratamento que mais se adaptaria seria a adição de um tanque de flotação, para complementar o tratamento primário que já é utilizado no local.

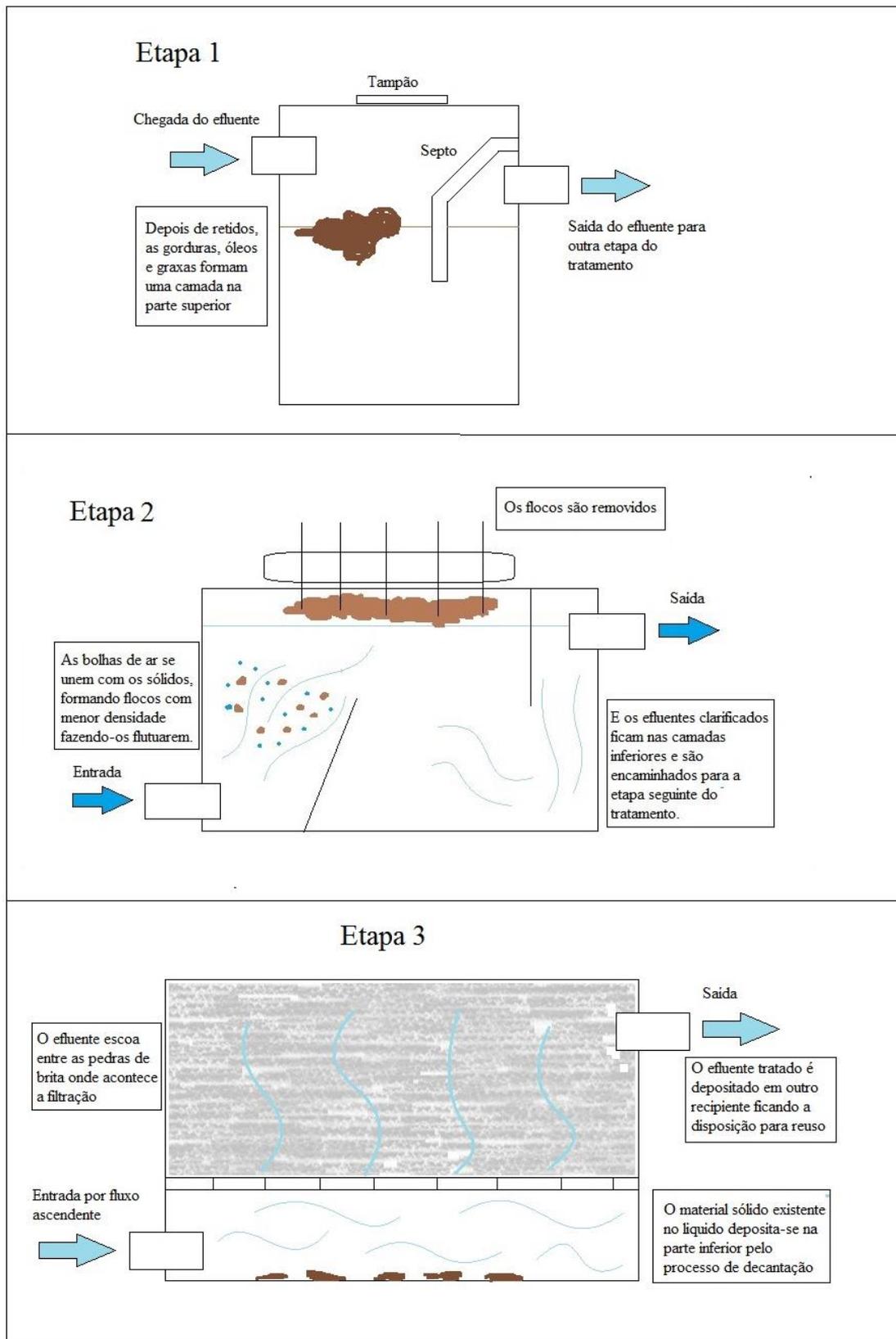
O sistema de tratamento funcionará da seguinte maneira:

Os efluentes da fábrica são captados através de calhas de inox, situadas no interior da fábrica, e transportado por meio de tubulação para a caixa de gordura (Etapa 1), onde ficarão retidas as gorduras, óleos e graxas contidas no efluente, depois de retidos esses materiais formam uma camada na parte superior da caixa, precisando ser retirados periodicamente para evitar obstruções nos canos.

Logo após, os fluidos são encaminhados para o tanque de flotação (Etapa 2), onde as microbolhas de ar irão arrastar as partículas em suspensão para a superfície, separando líquidos dos sólidos. Com esse processo é possível garantir a remoção de gorduras, partículas grosseiras, remoção de nutrientes, cor, turbidez, óleos, microrganismos e compostos orgânicos (NBR 13969).

Depois do efluente passar pelo tanque de flotação, o efluente é escoado para o filtro de fluxo ascendente (Etapa 3), onde será feita a filtração e a decantação das partículas sólidas que não foram retidas nos processos anteriores, porém escoando mais rápido pois os efluentes estarão menos densos devido ao processo de flotação, e assim conclui o sistema de tratamento, já o fluido tratado é armazenado em um reservatório onde ficará à disposição para a reutilização, Figura 9.

**Figura 9- Sistema de Tratamento**



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

### 5.5 Reúso dos efluentes e destinação final dos rejeitos

De acordo com as respostas das entrevistas, realizadas no local, foi possível observar que para as perguntas referentes ao meio ambiente existe uma preocupação tanto em relação aos funcionários quanto do proprietário. Pois, para a pergunta referente a satisfação quanto ao descarte as respostas de ambas as partes foram negativas, e a resposta do dono quanto a pergunta referente aos impactos que o descarte do efluente poderia causar no solo foi negativa, porém dizendo ter noção da gravidade, e deixando claro o interesse de um novo sistema de tratamento no local, o que fez com que a proposta do sistema de tratamento ficasse cada vez mais viável.

Quanto a parte de reúso da água em alguma atividade foi identificado que no setor de produção acontece um reaproveitamento da água usada no cozimento do queijo coalho onde essa água é reutilizada para a limpeza do piso, (Figura 10). Segundo os funcionários essa prática ainda não seria suficiente, pois a maior parte da água utilizada no processo de fabricação é descartada.

**Figura 10- Captação da água descartada e reutilização na limpeza do piso.**



Fonte: Fotografia da autora (2018).

Com a implantação do tratamento os benefícios seriam significativos tanto para o meio ambiente quanto para a empresa. Com o uso do tanque de flotação o efluente escoará menos denso, com menos quantidade de gordura o que reduzirá a obstrução e o desgaste da tubulação, reduzindo a frequência de manutenção das caixas de gordura, pelo processo de desobstrução, por exemplo, e trocas de canos fossem cada vez menores.

Como existe o plantio de ração animal na fazenda, uma alternativa bastante eficaz seria a utilização da água tratada para a irrigação. Pois, além de evitar o desperdício, a água tratada é rica em nutrientes providos do leite, o que será de grande importância na nutrição do solo.

Outro benefício para o solo seria a aplicação das cinzas da caldeira e posterior uso para o cultivo, pois esse biofertilizante melhora o desenvolvimento dos atributos físicos e químicos do solo.

A gordura superficial, espuma, que fica flutuando na superfície do tanque de flotação, poderá ser inserida na ração dos porcos junto com o soro. Com a utilização do tratamento adequado, diminuirá o consumo de água potável principalmente para a irrigação, evitará a poluição do solo e o escoamento superficial devido ao descarte do efluente, e a poluição atmosférica por conta das cinzas.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O valor do coeficiente volumétrico ficou muito próximo do limite aceitável, percebendo-se que o problema do transbordamento no sistema de tratamento não esteja relacionado ao dimensionamento e sim devido à grande quantidade de gordura concentrada nas tubulações causando obstrução.

Quanto ao tratamento de efluentes da fábrica constatou-se interesse na sua melhoria pelos responsáveis e que faz-se necessário complementação do sistema de tratamento, para que os atuais impactos ambientais sejam reduzidos e futuramente extintos.

Esse sistema de tratamento é apenas uma proposta, que cabe ao responsável da empresa acatar ou não, e caso seja de interesse, a implantação fica sob a responsabilidade da indústria sugere-se a contratação de uma empresa especializada para que o projeto seja elaborado seguindo os critérios de engenharia e as Normas Brasileiras estabelecidas.

Desta maneira, fica como sugestão desenvolver estudos mais aprofundados quanto aos benefícios e as restrições em fazer reutilização de efluentes tratados de laticínios para a irrigação na agricultura.

## 7. REFERÊNCIAS

AISSE, M. M.; et. al. **“Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios por Sistemas de Aeração”**. In: CHERNICHARO, C. A. L.; Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios. FINEP/PROSAB, 2001. 544 p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.969**: Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.60p.

AMORIM, R.F.T. **Tratamento de efluentes em lagoas de estabilização um estudo de caso em indústria de laticínio na região do Vale do Jamari-RO**. 2014. 69f.

ANDRADE NETO, C. O. de. **Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários**: Experiência Brasileira. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997.

AYOUB, G.M.A. **“A model for flocculation in a gravel reactor: Development and assessment. Journal Water SRT-Aqua”**. V. 45,n. 2, 1996. p.76-83 apud SCHOENHALS, M. Avaliação da Eficiência do Processo de Flotação Aplicado ao Tratamento Primário de Efluentes de Abatedouro Avícola. Florianópolis, 87p. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

BARCELLOS, Camila Hübner; CARVALHO, Antonio R. P. **Tratamento biológico de efluentes**. Disponível em: [http://www.kurita.com.br/adm/download/Tratamento\\_Biologico\\_de\\_Efluent.pdf](http://www.kurita.com.br/adm/download/Tratamento_Biologico_de_Efluent.pdf). Acesso em: 28 novembro, 2018.

BRASIL. (1997) Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, janeiro de 1997.

BRASIL.(2005) Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, março de 2005.

BRASIL.(2011) Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Nº 430, de 13 de março de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, março de 2011.

BRASIL. (2007) Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007 - Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da União**. Brasília-DF, janeiro de 2007.

BRASIL.(2005) Resolução Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 54, de 28 de novembro de 2005 - Estabelece critérios gerais para reuso de água potável. **Diário Oficial da União**, Brasília–DF, novembro de 2005.

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais**. São Paulo: Cetesb, 1993, 764 p.

BUSS, D.A.; **Estudo dos Impactos Ambientais causados por laticínios com foco no Reaproveitamento dos Resíduos Gerados**. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental; Florianópolis, v.3, n.2, p: 384-395, out:2014/mar:2015.

CARVALHO, F.; PRAZERES, A.R.; RIVAS, J. (2013) **Águas residuais de soro de queijo: caracterização e tratamento**. v. 445-446, p. 385-396. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.12.038.

CHRISTÓFORI, J. B., OLIVEIRA, P. P. **Estação de tratamento de esgoto por flotação, In...** Congresso nacional de excelência em gestão, Rio de Janeiro, 2015.

CUNHA, Ananda Helena Nunes. **O reúso de água no brasil: a importância da reutilização de água no país**. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011 Pág. 1225 à 1248. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20ambientais/o%20reusopdf>> Acesso: 20/10/18.

DT ENGENHARIA S/C. **“Projeto da Estação de Tratamento de Efluentes do Complexo Sarandi e Ressaca”**. Lagoa da Pampulha. São Paulo, 2002. EDZWALD, J.K. (1993). Algae, Bubbles, Coagulants, and Dissolved Air Flotation. Water Science and Technology, 27(10), 67-81.

EMBRAPA. **Uso do soro do leite na alimentação de suínos**, 2016. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/suinos-e-aves>>. Acesso em 30 de outubro de 2018.

EQMA, engenharia e consultoria. **Tanque de flotação**, 2012. Disponível em: <<http://www.eqma.com.br>>. Acesso em 28 de setembro de 2018.

FAOSTAT, **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em 10 de julho de 2018.

GANDHI, Giordano. **Tratamento e Controle de Efluentes Industriais**, UERJ, Rio de Janeiro, 2004.

HENARES, J. F., **CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE DE LATICÍNIO: análise e proposta de tratamento**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica do Paraná. 2015.

HESPANHOL, I. **Água e Saneamento Básico**. In: REBOUÇAS, Aldo da C.; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. **Águas Doces do Brasil – Capital Ecológica, Uso e Conservação**. 1. ed. São Paulo: Escritura Editora, 1999..

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e de Estatística**. Indicadores: censo 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 jul. 2018.

KISPERGHER, Eduardo Muchiutti. **Digestão anaeróbia de efluentes da indústria de alimentos**. 2013. 99f. Dissertação (Pós-Graduação) – Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MANUAL DO SANEAMENTO BÁSICO, **Esgotamento sanitário**. Cap. 3. P. 1-37. MARSHALL, K.R. e HARPER, W.J. The treatment of wastes from the dairy industry. In: BARNES, D. **Food and allied industries**. London: Pitman Press, Bath, 1984. V.1, cap.5, p.296-376.

NUNES, José A. **Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. 3ª edição; Aracaju: Gráfica Editora J. Andrade, 2012.

Revista Balde Branco, disponível em: [http:// www.revistabaldebranco.com.br](http://www.revistabaldebranco.com.br). Acesso em 10 de julho de 2018.

REALI, M.A.P.; PENETRA, R.G. & CARVALHO, M.E. “**Flotation Technique with Coagulant and Polymer Application Applied to the Pos-treatment of Effluents from Anaerobic Reactor Treating Sewage**”. In: VI Latinamerican Workshop-Seminar on Anaerobic Digestion. Recife, novembro. 2000.

SEREIA, Maria J. Planos de Aula- **Tecnologia de Leites e Derivados**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

SILVA, S.M.C.P. et al. “Princípios Contaminantes do Lodo”. In: ANDREOLI, C. V., VON SPERLING, M., FERNANDES, F. “**Princípios do Tratamento Biológico de Águas residuárias**, Vol. 6. Lodos de Esgotos. Tratamento e Disposição Final. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG. Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR. 2001. 484 p.

SILVA, D. J. P., **Resíduos na Indústria de Laticínios**. Universidade Federal de Viçosa: Departamento de Tecnologia de Alimentos, 20 p. Viçosa, Minas Gerais, 2011.

SILVA, F. K.; EYNG, J. O tratamento de águas residuais de indústria de laticínios: um estudo comparativo entre os métodos de tratamento com biofiltro e com o sistema convencional de lagoas. **Revista gestão e sustentabilidade ambiental**. v.1, n. 2, 2012.

SILVA, A. R. B. **Tratamento de efluentes na indústria de laticínios**. 2013. 21f. Monografia de graduação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia para aprovação na disciplina de Projeto de Graduação do curso de Engenharia Química. Uberlândia – MG; 2013.

SILVA, R.R.; **Impactos Ambientais de efluentes de laticínios em curso d’água na Bacia do Rio Pomba**. Eng. Sanit. Ambient. 2018, vol.23, n.2, pp.217-228. ISSN 1413-4152.

SOUZA, R. C.; ISOLDI, L. A.; OLIZ, C. M. **Tratamento de esgoto doméstico por filtro anaeróbio com recheio de bambu**. Vetor, Rio Grande, v.20, n.2, p. 5-19, 2010.

SUDECAP. **“Plano de Controle Ambiental da Estação de Tratamento dos Córregos Ressaca e Sarandi na Pampulha”**. Belo Horizonte. 2002.

STRYDOM, J. P.; MOSTERT, J. F.; BRITZ, T. J. **Two-phase anaerobic digestion of different dairy effluents using a hybrid bioreactor**. Water SA, v. 23, n. 2, p. 151-155, 1997.

TEODORO, A.; IDE, C. N.; RIBEIRO, M. L. BROCH, S. A. O. SILVA, J. **Implementação do conceito Capacidade de Diluição de Efluentes no modelo de qualidade da água QUALUFMG: estudo de caso no Rio Taquarizinho (MS)**. Scielo. Eng. Sanit. Ambiental. Vol.18, nº. 3, Rio de Janeiro, July / Sept. 2013.

TORRI, E, K. **Tanque séptico: proposta de uma melhor gestão na região metropolitana de porto alegre**. 65 f. porta alegre. 2015.

SDA, United States Department, disponível em: [http:// www.usda.gov](http://www.usda.gov). Acesso em 10 de julho de 2018.

UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency. Office of Water. **Onsite Wastewater Treatment Systems Manual**. [Washington, D.C.], 2002.

VON SPERLING, M. **“Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos”**. 3ª ed. Belo Horizonte: DESA; UFMG, 2005. 452p

**Apêndice I- Questionário**

1. Quantos anos a fábrica está em funcionamento?
2. Qual a fonte de captação da água utilizada na fábrica?
3. Quantidade de água usada por dia?
4. Quais atividades ou processos consomem mais água?
5. Capacidade de processamento de leite por dia?
6. Quais os produtos químicos são utilizados na limpeza?
7. Quanto de soro é produzido por dia?
8. São realizadas análises de qualidade da água?
9. Existe alguma atividade de reuso da água?
10. A fábrica possui algum tipo de tratamento? Qual?
11. Há satisfação em relação ao tipo de descarte que é feito na fábrica?
12. Está ciente dos problemas que o descarte inapropriado de efluente pode causar ao meio ambiente?
13. Há algum interesse em um sistema de tratamento para os efluentes da fábrica?