

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

KASSIANE JAQUELINE DA SILVA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NO LABORATÓRIO DE FÍSICO-  
QUÍMICA DE UMA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE SORO DE LEITE**

PALOTINA

2018

KASSIANE JAQUELINE DA SILVA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NO LABORATÓRIO DE FÍSICO-  
QUÍMICA DE UMA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE SORO DE LEITE**

Relatório de estágio apresentado ao Curso de Tecnologia em Biotecnologia da Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina como requisito à obtenção do título de obtenção do grau de Tecnólogo em Biotecnologia.

Orientador: Fabiano Bisinella Scheufele

PALOTINA

2018

## FOLHA DE APROVAÇÃO

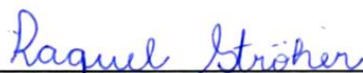
KASSIANE JAQUELINE DA SILVA

### RELATÓRIO DE ESTÁGIO DESEMPENHADO NO LABORATÓRIO DE FÍSICO-QUÍMICA DE UMA INDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DE SORO DE LEITE

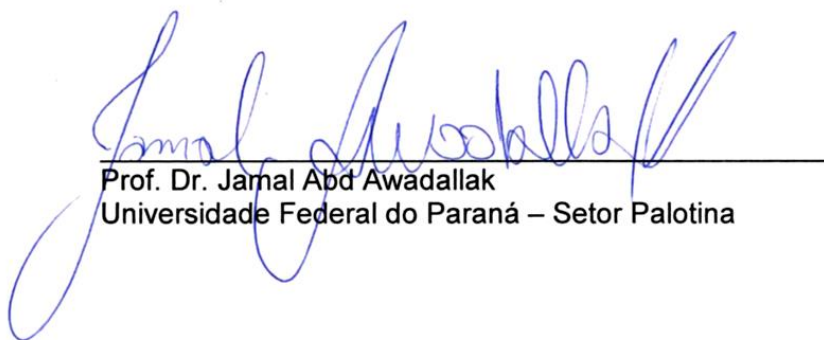
Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Estágio Supervisionado Obrigatório do Curso Superior de Tecnologia Em Biotecnologia para a seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Fabiano Bisinella Scheufele  
Orientador – Departamento de Engenharias e Exatas  
Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina



Prof. Dr. Raquel Ströher  
Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina



Prof. Dr. Jamal Abd Awadallak  
Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina

Palotina, 28 de Junho de 2018.

## DEDICATÓRIA

*À minha família em especial aos meus pais e ao meu esposo que estiveram sempre ao meu lado me apoiando e foram meus maiores incentivadores e não me deixaram desistir em momento algum.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me ouviu em todas as orações, me manteve firme em muitas dificuldades em direção aos meus objetivos.

Aos meus pais Leani e Valmor, meu esposo Cristiano, que sempre me incentivaram e me ampararam em todos os momentos de dificuldade, por todo o apoio, amor, carinho. Agradeço também a toda a minha família de maneira geral que diante de qualquer situação sempre se manteve unida.

As novas amizades desenvolvidas durante todo este período de estágio.

Ao meu orientador Fabiano Bisinella Scheufele, que foi muito dedicado e sempre esteve presente quando eu precisava, por não ter medido esforços para me ajudar, por toda dedicação prestada, pelos ensinamentos e pela amizade.

Aos demais professores, que por todo este período repassaram seus conhecimentos e que de alguma forma puderam contribuir para a minha formação.

A Sooro Concentrado Indústria de Produtos Lácteos Ltda., pela oportunidade que me deu em realizar meu estágio nessa empresa.

Agradeço a minha supervisora Indiara Ruthelli Lunardi Vignaga que sempre esteve ao meu lado me ajudando e me auxiliando.

A todos que de forma direta ou indireta puderam contribuir para minha formação.

Desta forma, meu muito obrigado!

## RESUMO

O soro do leite é um subproduto do setor de beneficiamento de leite, podendo ser considerado como uma problemática ambiental caso descartado inadequadamente, pois apresenta uma alta carga orgânica e seu grande volume gerado. Desta forma, torna-se necessário a busca por alternativas viáveis para promover o descarte adequado deste tipo de resíduo ou, ainda, a sua utilização para obtenção de outros produtos de interesse econômico. Quando tratado como efluente, é possível empregar o tratamento biológico do mesmo, sendo uma das alternativas mais econômicas e eficientes para a degradação da matéria orgânica, por meio da ação de agentes biológicos. Por outro lado, o soro tem um relevante potencial de aplicação na indústria, pois pode ser tratado como um subproduto de alto valor agregado, empregando-o como matéria-prima para a obtenção de outros produtos como, por exemplo, soro em pó, permeado do soro do leite, concentrado proteico, ração animal e também como suplemento alimentar para atletas. Neste sentido, o desenvolvimento de tais produtos é interessante do ponto de vista econômico, bem como ambiental. No entanto, dado o caráter alimentício de aplicação destes produtos é necessária a consideração de aspectos de sanidade e segurança alimentar. Desta forma, diversas análises devem ser conduzidas nos alimentos a serem comercializados, para verificar a presença de elementos que possam apresentar riscos à saúde humana ou animal. Em um laboratório de análises físico-químicas avaliam-se parâmetros relacionados à composição do produto, tais como teor de gordura, ácido láctico, sólidos dissolvidos, teor de proteínas e até mesmo o teor de sódio. Os componentes do produto são avaliados e quantificados através de análises químicas, que objetivam exercer um controle sobre os produtos obtidos desde a recepção da matéria-prima até o término do processo. Desta forma, para obtenção do processamento do soro de leite são utilizadas tecnologias disponíveis de separação com membranas, que visam a economia de energia, são altamente específicas e apresentam uma grande seletividade, dentre as quais podemos destacar: microfiltração, osmose reversa, nanofiltração e ultrafiltração. As análises físico-químicas realizadas em todas as etapas do processo, desde a recepção de matérias-primas até os produtos finais, são de extrema importância para o consumidor final, pois proporcionam uma maior qualidade e segurança ao produto. O estágio foi realizado no laboratório de análises físico-químicas em uma indústria de processamento de soro de leite, localizada na região oeste do Paraná, na cidade de Marechal Cândido Rondon. O ramo de atuação da indústria envolve o processamento do soro de leite, bem como a industrialização de matérias gordurosas, dentre elas a manteiga e o creme de leite com alto teor de gordura. Dentre as principais atividades desenvolvidas no estágio será realizada destacam-se as análises realizadas no recebimento da matéria – prima bem como gordura, acidez, densidade, alizarol, pH . Além disso no processo de produção será analisadas pH, acidez, teor de umidade e gordura. E por final, temos o processo de análises do creme obtido, no qual é realizado a gordura, acidez e pH.

**Palavras-chave:** Soro de leite. Análises físico-químicas. Separação com membranas.

## ABSTRACT

The whey is a by-product of the dairy industry segment, which can be considered as an environmental problem when discarded inadequately, because it presents a high organic load and is generated in large volumes. In this way, the search for viable alternatives for the appropriate discard for this type of residue or to use as precursor for obtaining other products of economical interest is imperative. If this material is considered as an effluent, to use the biological treatment is the most commonly used treatment method, since it presents economical and efficiency advantages for the degradation of the organic matter when compared to other techniques. On the other hand, the whey has a relevant application potential in the food industry, because it can be treated as a by-product of the process, and a precursor of other high added value products such as, powdered whey, whey permeated, concentrated whey, animal feed and also as food supplement for athletes. In this sense, the development of such products is interesting by economical, as well as by environmental aspects. However, given the nutritional character of application of these products is necessary the consideration of sanitary aspects and alimentary safety. In this sense, several analyses must be conducted in the foods to be marketed, in order to verify the presence of elements that may present risks to the human or animal health. In a laboratory of physicochemical analysis parameters related to the composition of the product, such as fat content, lactic acid, dissolved solids, protein content and even the sodium contents are evaluated. The components of the products must be, therefore, evaluated through adequate chemical analyses, that aim at to maintain the quality control of the obtained products – throughout the whole process steps, from the reception of the raw material up to the final products. The apprenticeship was performed at the physicochemical laboratory of analysis in a dairy products industry, located in the western of Paraná, in the city of Marechal Cândido Rondon. The industry acts in the segment of whey processing, as well as the industrialization of greasy matters, such as butter and milk cream with high fat contents.

**Keywords:** Serum of milk. Physico-chemical analysis. Membrane separation processes.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. REPRESENTAÇÃO GENÉRICA DE UM PROCESSO DE SEPARAÇÃO COM MEMBRANAS.....	6
FIGURA 2. FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DO BENEFICIAMENTO DO SORO DE LEITE.....	11
FIGURA 3. ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE LEITE PARA DETERMINAÇÃO DE GORDURA COM BUTIRÔMETRO DE GERBER. ....	22

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS.....	3
2.1	OBJETIVO GERAL.....	3
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1	INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS.....	3
3.2	CARACTERÍSTICAS DO SORO DE LEITE.....	4
3.3	PROCESSOS DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS.....	5
3.3.1	MICROFILTRAÇÃO.....	7
3.3.2	ULTRAFILTRAÇÃO.....	7
3.3.3	NANOFILTRAÇÃO.....	8
3.3.4	OSMOSE REVERSA.....	8
4	DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTÁGIO.....	10
4.1	RECEPÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA.....	12
4.2	PROCESSO DESNATE.....	12
4.3	PROCESSO DE NANOFILTRAÇÃO.....	13
4.4	ULTRAFILTRAÇÃO.....	14
4.5	EVAPORADORES.....	15
4.6	CRISTALIZADORES.....	16
4.7	TORRE DE SECAGEM.....	16
4.8	PRODUTOS OBTIDOS.....	17
4.8.1	SORO EM PÓ.....	17
4.8.2	PERMEADO.....	18
4.8.3	CONCENTRADO PROTEICO.....	18
5	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO.....	20

5.1	PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS REALIZADOS NA MATÉRIA PRIMA	20
5.1.1	<b>ANÁLISES DE pH</b> .....	20
5.1.2	<b>ANÁLISE DE GORDURA</b> .....	20
5.1.8	<b>DENSIDADE</b> .....	24
6	ANÁLISE NO PROCESSO DE PRODUÇÃO .....	25
7	<b>ANÁLISE NO PROCESSO DO CREME</b> .....	25
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	27
9	REFERÊNCIAS.....	28

## 1 INTRODUÇÃO

O soro de leite é considerado um subproduto resultante da precipitação de gorduras e caseína do leite durante o processo de fabricação do queijo. Neste processo, uma grande quantidade de soro é gerada, sendo que para cada quilo de queijo produzido gera-se aproximadamente 9 litros de soro. Tradicionalmente, o efluente era visto como um problema de natureza ambiental, devido ao alto teor de matéria orgânica, conseqüentemente, apresentando elevados valores de DBO e DQO conferindo ao soro de leite um grande potencial poluidor.

No entanto, nos últimos anos o soro de leite tem apresentado uma grande importância econômica se tratado como um subproduto de alto valor agregado, o qual pode ser empregado diretamente e/ou como precursor de produtos alimentícios destinados à alimentação humana e animal, como, por exemplo, concentrado proteicos; na panificação, entre outros. Destaca-se ainda sua aplicação na produção de suplementos alimentares aplicáveis no setor esportivo, os quais possuem efeitos sobre a síntese proteica muscular esquelética (DORNELES, 2016).

Mas por outro lado, quando o soro de leite é considerado um efluente, é necessário levar em consideração o problema associado à seu inadequado. Para isso, é necessário fazer algum tratamento para dispor o soro na natureza de maneira adequada quando tratado como efluente, no qual é possível utilizar um tratamento biológico aeróbio, que utiliza microrganismos para degradação da matéria orgânica ou um tratamento por lagoas de estabilização, de maneira que ocorra a degradação de matéria orgânica por oxidação bacteriana ou redução fotossintética (SILVA, 2013; HENARES, 2015).

As análises físico-químicas do soro do leite são indispensáveis, pois por se tratar de um subproduto para fins alimentares, é grande o risco de contaminação microbiológica, permitindo assim um controle mais rigoroso do produto (COPATTI e PFULLER, 2014). Neste sentido, um cuidado especial com a qualidade do produto que chega à plataforma de recepção da matéria-prima na indústria se faz necessário, para que o mesmo siga para os outros

processos da indústria garantindo a saúde da população (ABRANTES et al., 2014).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste trabalho consiste em relatar as atividades e análises realizadas no laboratório físico-químico de derivados lácteos, durante o Estágio Supervisionado em Biotecnologia voltadas para o monitoramento e controle de qualidade de uma indústria de processamento de soro de leite localizada na região Oeste do Paraná.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Acompanhamento do processo produtivo de beneficiamento do soro de leite;
- Realização de coleta de amostras;
- Acompanhamento e realização de procedimentos analíticos;

## **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS**

A indústria de laticínios tem um grande destaque no ramo alimentício, pois é a fonte de alimento para muitos mercados consumidores. Por outro lado, neste setor, geram-se em grandes quantidades emissões atmosféricas e resíduos tanto sólidos quanto líquidos pelas suas atividades desenvolvidas, que apresentam um caráter altamente poluidor quando descartados de forma incorreta (ALMEIDA, 2004).

O resíduo de maior destaque gerado em laticínios de produção de queijo é o soro de leite, o qual deve ser previamente tratado antes de descartado

como efluente. No entanto, outra destinação mais adequada para o soro de leite é seu aproveitamento como um subproduto servindo como matéria-prima para muitas indústrias e produtos alimentícios.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DO SORO DE LEITE

O soro de leite possui em sua composição, em geral, proteínas solúveis, lactose, minerais e vitaminas, apresentando características nutricionais. No entanto, caso descartado inadequadamente tais características caracterizam-se como altamente poluidoras devido aos elevados índices de carga orgânica presente no soro. O soro é obtido a partir da precipitação e remoção da caseína durante a produção do queijo, geralmente encontra-se na forma líquida com uma coloração amarelo-esverdeada. Durante o processo de fabricação do queijo, são extraídas as proteínas do soro do leite conhecidas como *whey protein*, as quais possuem alto valor nutricional e aminoácidos essenciais. Portanto, é grande a sua aplicabilidade como suplemento alimentar e no esporte visando diversos benefícios como a síntese proteica muscular esquelética, redução da gordura corporal e modulação da adiposidade, melhorando assim o desempenho físico do atleta (HARAGUCHI et al., 2005).

Quando o soro de leite é processado na indústria é possível obter dois tipos de soro: o soro ácido e o soro doce. O soro considerado ácido possui um pH em torno de 4,6 que serve como um subproduto da fabricação do caseinato ou queijo tipo “cottage”. Já o soro doce, possui um pH que varia entre 6,2 e 6,4, sendo obtido na produção de queijos amadurecidos duros, semiduros ou macios (ANTUNES, 2003), apresentando ainda em média 20-25% de teor de proteínas no leite, como por exemplo, a  $\beta$ -lactoglobulina e  $\alpha$ -lactoalbumina.

Apesar disso, caso o soro de leite seja descartado inadequadamente com os demais resíduos líquidos da indústria torna-se um problema ambiental preocupante, pois este apresenta um elevada carga orgânica como a DQO de 50.000 – 80.000 mg L<sup>-1</sup>, cerca de 100 vezes maior que o esgoto doméstico (ALMEIDA, 2004). Desta forma, se faz necessário o tratamento adequado do soro de leite quando descartado em corpos d' água, para evitar danos na

natureza como a poluição das águas e o comprometimento com o solo (CHAVES et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2012).

Desta forma, as indústrias de alimentos estão investindo na fabricação de produtos diferenciados derivado do soro de leite, nos quais são empregadas tecnologias disponíveis de separação por membranas que permitem concentrar o soro de leite e transformá-lo em vários produtos (LUZ, 2016).

### **3.3 PROCESSOS DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS**

Uma membrana é caracterizada como um material sólido que separa duas soluções, atuando como uma barreira seletiva para o transporte de componentes destas soluções. Os processos de separação por membranas são operações unitárias empregadas para separação de suspensões ou até soluções em diferentes fases. Desta forma, similarmente à um processo de filtração, nos processos de separação por membranas o material original é separado em duas fases: permeado e concentrado. O permeado é a fração que consegue atravessar a membrana de uma maneira mais fácil, caracterizando-o como o componente de menor dimensão, já o concentrado devido ao seu maior peso molecular fica retido na superfície da membrana.

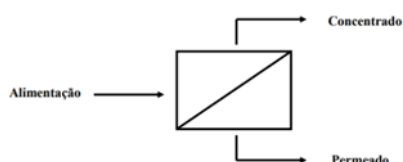
Os processos de separação por membrana são altamente específicos e seletivos, de forma que o tipo da membrana e tamanho dos poros da mesma influenciam diretamente na sua aplicação, ou seja, no tipo de substância a ser separado.

Dentre as diversas aplicações de processos de separação por membranas é possível destacar seu uso para a concentração e purificação de proteína. Assim, estas tecnologias presentes abrem perspectivas da diversidade das proteínas e as suas propriedades únicas em diversos campos, sendo eles: a solubilidade, emulsificação, cremosidade e habilidade de formação de espuma, retenção da água; e também a qualidade nutricional, derivados das principais funções fisiológicas do ser humano (MAUBOIS e OLLIVIER, 1997; MAUBOIS 2002).

De maneira geral, os processos de separação por membranas são operações que visam empregar membranas para separar, concentrar e

purificar misturas e soluções que envolvem espécies de tamanho e natureza química diferentes. De uma maneira geral a membrana é uma barreira que separa duas fases e restringe total ou parcialmente o transporte de uma ou várias espécies químicas que estão presentes nas fases. Quando a força motriz é aplicada, a corrente de alimentação irá se separar em duas novas correntes, sendo assim o: permeado e o concentrado, conforme mostra a Figura 1 (LEIDENS, 2013).

**Figura 1.** REPRESENTAÇÃO GENÉRICA DE UM PROCESSO DE SEPARAÇÃO COM MEMBRANAS .



Fonte: Adaptado de Leidens (2013).

Os processos de separação com membranas utilizam como força-motriz o gradiente de potencial químico ou potencial elétrico. Portanto, o gradiente de potencial químico pode ser expresso em termos de gradiente de pressão e concentração. As membranas podem ser classificadas em: densas ou porosas, sendo simétricas ou assimétricas. As assimétricas apresentam uma região inferior muito fina com uma espessura de  $1\mu\text{m}$ , suportada em uma estrutura porosa (LEIDENS, 2013).

Já para os processos que utilizam membranas porosas, a separação está juntamente associada à relação entre o tamanho das espécies presentes e o tamanho dos poros da membrana. Quando as membranas são densas, o transporte dos componentes é difusivo e sua capacidade seletiva irá depender da afinidade das diferentes espécies com o material da membrana, e sua difusão através do filme polimérico.

É importante a utilização dessas tecnologias, pois possuem uma alta economia de energia, além da seletividade, simplicidade de operação e

também porque abrange um grande espectro de tamanhos (HABERT, 2006). Assim, são empregadas técnicas de separação por membranas. Dentre os tipos de processos de separação por membranas temos: microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose reversa (LEIDENS, 2013).

### 3.3.1 MICROFILTRAÇÃO

O processo de microfiltração tem como objetivo promover a separação das partículas com base em seus diferentes tamanhos. Dentre suas aplicações, destaca-se sua utilização como uma alternativa para a pasteurização parcial de alimentos, retendo uma parte das bactérias e esporos. Neste processo utilizam-se baixas pressões de operação, apresentando no máximo valores em torno de 2 bar e as dimensões dos poros da membrana podem variar de 0,2 à 5 micrômetros de diâmetro, sendo capazes de separar partículas entre 0,025 e 10 micrômetros (MOREIRA et al., 2011).

Desta forma, podem apresentar vantagens em relação à capacidade em remover bactérias, esporos e células somáticas do fluido, seja leite ou até o próprio soro, utilizando baixas temperaturas. Mas por outro lado, pode apresentar desvantagem, pois nem sempre todos os microrganismos presentes no leite ficarão retidos pela membrana, pelo fato da ampla variação de tamanho de células e presença de esporos, podendo assim permanecer no permeado em torno de 0,1 a 1% de microrganismos.

O processo de membranas não seleciona microrganismos, desta forma há possibilidade de haver bactérias no leite no qual foi filtrado, portanto existe a probabilidade destas bactérias serem patogênicas. Sendo assim, é necessário considerar a qualidade do leite e a segurança alimentar, ao substituir o processo de pasteurização pelo da microfiltração (FAGNANI, 2016).

### 3.3.2 ULTRAFILTRAÇÃO

O processo de ultrafiltração, por sua vez, consiste em concentrar macromoléculas podendo ser retiradas parcialmente ou totalmente na

membrana, na qual moléculas de baixo peso molecular atravessam a membrana. É um processo amplamente utilizado na indústria do setor de beneficiamento do leite, permitindo concentrar as proteínas presentes no soro de leite, no qual os componentes de baixa massa molar, como por exemplo, a lactose, sais e água permeiam mais facilmente pela membrana. As membranas da ultrafiltração podem apresentar poros na faixa entre 1 e 100 nm, utilizando o gradiente de pressão como força-motriz, sendo que as diferenças de pressões através da membrana podem variar de 2 a 10 bar (BALDASSO, 2008).

### 3.3.3 NANOFILTRAÇÃO

O processo de nanofiltração é um processo de separação por membranas realizado em condições de pressão de até 4 bar, no qual os poros são menores em torno de 1 nm de diâmetro, possibilitando separar moléculas pequenas como a lactose e os minerais do leite. No segmento de laticínios tal processo permite realizar a desmineralização do soro de leite, ou seja, sais minerais (sódio, potássio, magnésio, dentre outros), além de carboidratos, como a lactose são retidos pela membrana (FAGNANI, 2016).

### 3.3.4 OSMOSE REVERSA

A osmose reversa é também um processo de separação por membranas amplamente empregado na dessalinização de água. Neste processo utilizam-se membranas que são permeáveis à água e impermeáveis à sais minerais. Este processo pode ser tanto utilizado para a remoção de água por alta pressão, podendo concentrar outras soluções com componentes que apresentam baixo peso molecular, ou até mesmo clarificação de efluentes, com uma elevada eficiência energética. O processo osmose reversa apresenta uma diferença quando comparado o da ultrafiltração, pelo tipo de membrana que é empregada e também na pressão aplicada que é muito maior. Portanto, a

osmose reversa não age como um filtro, mas como uma substância por onde a água pode se dissolver e passar pelo mesmo, no qual é diferente dos solutos. O permeado não é considerado água pura, pois contém alguns sais, ácidos orgânicos, uréia e outras moléculas pequenas, mas a sua perda de substâncias voláteis é muito menor quando comparado à evaporação (MENDES, 2011).

#### 4 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTÁGIO

O estágio foi realizado no Laboratório de Análises Físico-Químicas na empresa Sooro Concentrado Indústria de Produtos Lácteos Ltda., localizada na BR163 Km 283,8 em Marechal Cândido Rondon – PR.

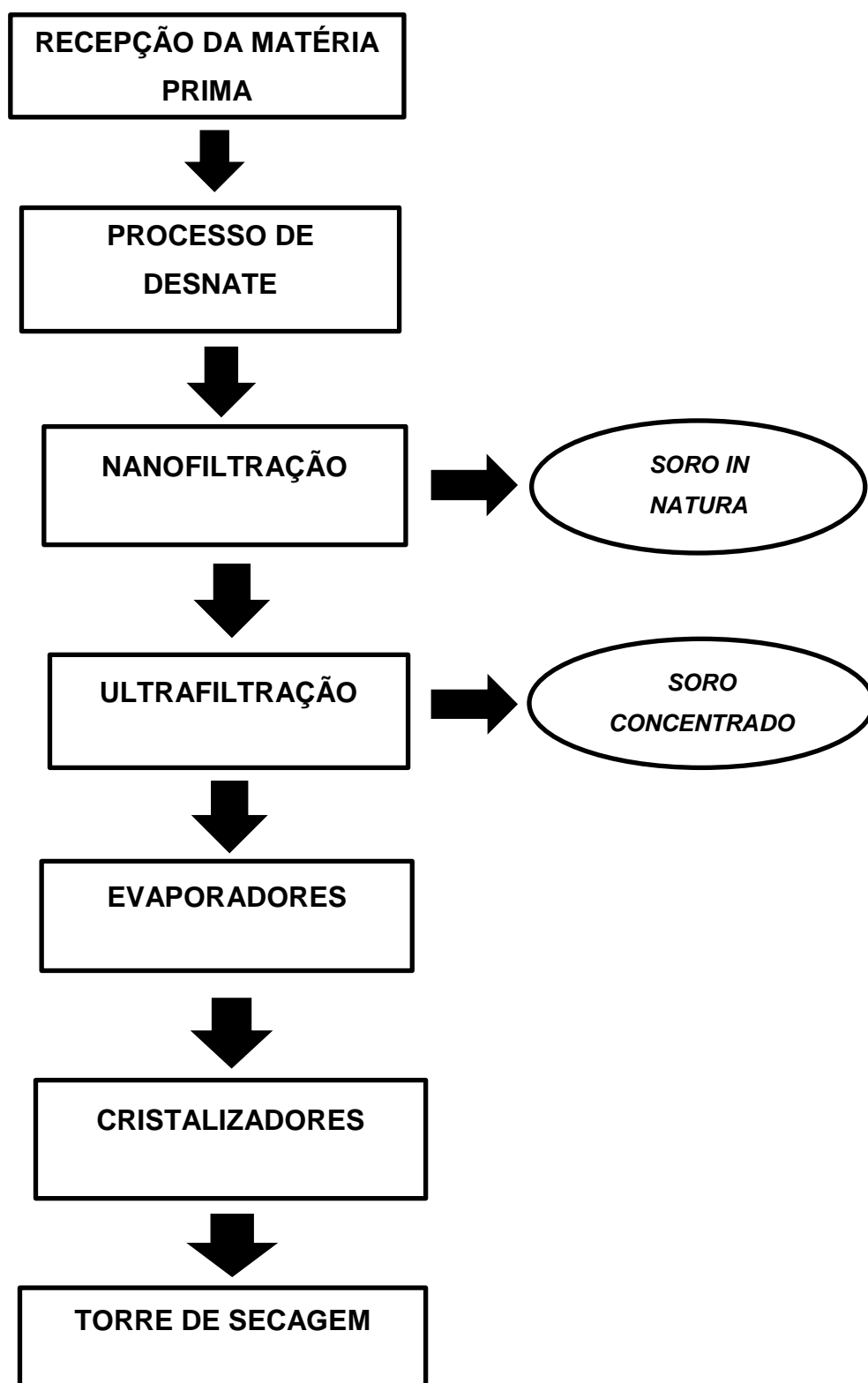
A empresa conta com aproximadamente 230 funcionários diretos, possuindo um terreno de 105 mil m<sup>2</sup> onde se encontra suas instalações industriais. A indústria processa em média 1.000.000 L/dia de soro, gerando em torno de 900 m<sup>3</sup>/dia de efluente (SOORO, 2018).

A indústria de beneficiamento de soro de leite apresenta uma produção de diferentes produtos, sendo empregados em vários ramos alimentícios, tais como o setor de panificação, bebidas, produtos cárneos, lácteos. Desta forma, permite a formulação de diversos produtos tais como: *Whey Protein* 34, 60 e 80 %; permeado em pó; soro de leite em pó; manteiga e creme alto teor de gordura.

A empresa visa reduzir os impactos ambientais gerados durante o processo dos produtos, tratando os efluentes líquidos ou gasosos por um processo de análises internas e externas realizadas com frequência.

Na FIGURA 2 são apresentadas as etapas envolvidas no processo produtivo do beneficiamento do soro de leite desde a recepção da matéria-prima, passando pelas diferentes etapas de separação, até a obtenção dos diferentes produtos.

FIGURA 2. FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DO BENEFICIAMENTO DO SORO DE LEITE.



Fonte: O Autor

Nas seções a seguir, serão apresentadas as descrições de cada etapa envolvida no processamento do soro do leite conforme apresentado no fluxograma (FIGURA 2).

#### **4.1 RECEPÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA**

Os laticínios previamente homologados, de acordo com os requisitos para venda da matéria-prima enviam a carga de soro de leite, este que pode ser na forma “*in natura*”, ou na forma concentrada. Antes da liberação para descarga, uma série de inspeções é realizada pelo controle de qualidade. Amostras são coletadas e encaminhadas ao laboratório para análises físico-químicas e, também, para o monitoramento microbiológico. O escopo de análises físico-químicas visa garantir que a matéria-prima que está sendo recebida atenda aos parâmetros de qualidade definidos em especificação técnica, e ainda se está livre de agentes fraudulentos, como por exemplo, reconstituintes de densidade.

#### **4.2 PROCESSO DESNATE**

É um processo amplamente utilizado no segmento industrial, como por exemplo, na indústria de alimentos, bebidas, refinarias de petróleo, produção de fármacos. Seu princípio de funcionamento está baseado na separação de misturas, utilizando uma força centrífuga no lugar da força gravitacional. Quando a força exercida sobre a mistura é aumentada, ocasionará o aumento do processo de decantação. O princípio da centrífuga é o mesmo que o da sedimentação sob a ação da gravidade, mas por outro lado substitui-se a aceleração da gravidade  $g$ , por exemplo, por um campo de forças associados às forças centrífugas. Desta forma, a separação é realizada mais rapidamente, conseqüentemente reduzindo o tempo gasto no processo. Isso é mais

evidenciado quando o sólido sedimenta muito lentamente, situação comum para partículas finas ou com densidade próxima à da água (SACCHI, 2015).

A separação das fases neste processo é extremamente acelerada, e está relacionada com o tamanho dos flocos. Quando os flocos são grandes atingem rapidamente a parede da centrífuga, aderindo-se a ela e separando-os da suspensão, formando uma torta bastante espessa. Já para os flocos pequenos se faz necessário realizar o condicionamento químico, aumentando assim o tamanho dos flocos e possibilitando a separação das fases (SACCHI, 2015).

A presença de glóbulos de gordura no soro de leite concentrado pode caracterizar um problema. O excesso de moléculas de lipídeos em suspensão pode ocasionar a formação de uma espécie de “torta” no poro da membrana, impedindo a passagem de outras moléculas (lactose, sais). Trata-se da ação mecânica de bloqueio de poros, ocorrendo tanto na superfície da membrana como no seu interior, dependendo, por sua vez, da morfologia. Desta forma, quando apresenta incrustações nesses equipamentos, se faz necessário realizar limpeza nas membranas, para que a eficiência da operação seja mantida, levando em consideração a escolha dos agentes de limpeza que dependem das características da solução de alimentação e da resiliência da membrana (LEIDENS, 2013).

### **4.3 NANOFILTRAÇÃO**

Esse processo é empregado para o soro que chega de forma *in natura* na indústria, pois permite separar e concentrar solutos orgânicos, desmineralizando parcialmente o soro, resultando na separação de moléculas de pequenas dimensões. Quando o soro passa pelo processo da nanofiltração a concentração de proteínas aumenta nas proximidades da superfície devido à pressão, consequência do aumento da polarização. As membranas de nanofiltração permitem uma elevada permeabilidade a íons monovalentes e compostos orgânicos que apresentam baixo peso molecular, resultando entre 300-1000 Da com base na carga e tamanho destas partículas (BALDASSO,

2008). A membrana da nanofiltração é considerada uma membrana de ultrafiltração mais densa.

O permeado, resultante do processo de nanofiltração é considerado um ingrediente versátil podendo ser de formulação para vários alimentos, substituindo carboidratos e reduzindo a adição de sal ao produto (LOURENÇO, 2014). Além disso, no processo de nanofiltração obtemos um soro mais concentrado entre 19 e 21% de teor de sólidos, cuja finalidade do processo é concentrar o soro *in natura* para seguir nas etapas seguintes como a ultrafiltração.

As membranas da nanofiltração são empregadas no processo para os quais, desejam altas remoções de matéria orgânica e também baixas retenções de matéria inorgânica. Desta forma, as membranas da nanofiltração são consideradas parcialmente porosas, possuindo assim uma estrutura porosa fechada. Assim, a retenção de determinados íons dependerá juntamente de sua carga e sua intensidade, logo, a afinidade física e química entre o polímero da membrana e o soluto é de extrema importância na separação (PENHA, 2013).

#### **4.4 ULTRAFILTRAÇÃO**

A ultrafiltração se tornou a técnica mais utilizada para recuperar as proteínas solúveis no soro de leite, resultando os componentes com baixa massa molar como, por exemplo, a lactose, sais e água que tem a capacidade de permear mais facilmente através das membranas (BALDASSO, 2008). Esse processo consiste na separação das proteínas do soro, gordura da lactose e sais minerais, resultando em uma operação unitária na produção de concentrados e isolados proteicos do soro do leite.

A ultrafiltração é empregada para fracionar ou concentrar macromoléculas, onde serão retidas totalmente ou parcialmente pela membrana, deixando passar somente as pequenas moléculas (BALDASSO, 2008). O permeado resultante do processo apresenta uma concentração moderada de matéria orgânica basicamente lactose, elevando a DQO, o que dificultará a sua aplicação. Desta forma, o permeado é destinado para

os evaporadores, processos quais promovem a concentração do mesmo. Na sequência, o permeado concentrado é encaminhado para os cristalizadores com a finalidade de obter a formação de cristais, logo, é destinado para a torre de secagem.

Além disso, no processo da ultrafiltração obtemos outro produto de grande interesse econômico, que é conhecido como o retentado, na qual será formulado os produtos WPC 34%, 60% e 80%.

No processo da ultrafiltração temos também um processo de diafiltração, que consiste basicamente na alimentação contínua de solvente, geralmente água, em vazão equivalente à do permeado. Consiste em uma operação de lavagem, com a finalidade de aumentar a purificação do concentrado. Desta forma, o processo de diafiltração pode ser operado em regime descontínuo, adicionando o solvente por etapas com volumes e números de valores pré-estabelecidos (OLIVEIRA, 2015).

O objetivo principal da diafiltração é purificar um determinado soluto de uma solução, na qual os contaminantes são compostos que apresentam menores dimensões do que o soluto de interesse. Sendo assim, os contaminantes serão eliminados no permeado e as membranas retém apenas o soluto de interesse (LEINDES, 2013).

Nos últimos anos, com o avanço da utilização de tecnologias por membranas nos processos industriais, a ultrafiltração apresenta grande destaque em diferentes áreas industriais, tais como: laticínios; produção de água e no tratamento e recuperação de águas residuais indústrias, permitindo assim em muitos casos a recuperação dos subprodutos; produção de queijos “quark” que visa melhor rendimento e maior valor nutritivo; e indústria de sorvetes, alterando o conteúdo de lactose (MOREIRA et al., 2011).

#### **4.5 EVAPORADORES**

O processo de evaporação tem por finalidade concentrar soluções constituídas de solventes voláteis e solutos (não voláteis), assim na fase líquida que é a solução a ser concentrada, haverá frações tanto do solvente quanto o soluto. Ao término da evaporação, é obtido um produto líquido concentrado e

na secagem tem-se um produto sólido. Assim, a evaporação consiste na remoção parcial da água de alimentos líquidos como o soro de leite por meio da fervura aumentando também o índice de sólidos, havendo uma transferência de calor do vapor para o soro de leite, elevando a temperatura até seu ponto de ebulição (SCHARAN; DORNELLAS, 2016).

#### **4.6 CRISTALIZADORES**

O processo de cristalização consiste na formação de cristais, o qual ocorre devido ao alargamento dos núcleos formados na fase de nucleação, adicionando moléculas de água ao núcleo da cristalização, podendo ocorrer a nucleação e cristalização de maneira simultânea. Esse processo consiste em fazer com que as partículas sólidas sejam formadas no seio de uma fase líquida homogênea. No processo de cristalização, geralmente, a obtenção de cristais pequenos é indesejada, pois podem dificultar as etapas seguintes.

Desta forma, o princípio de funcionamento é baseado em uma variação da solubilidade de sólidos em líquidos, levando em consideração a temperatura ou quantidade de solvente. O processo de cristalização pode ser realizado por três fases, tais como: separação do solvente puro por evaporação; separação dos cristais com a elevação da temperatura e pela adição de um terceiro componente que, conseqüentemente, mudará as condições de solubilidade do soluto (SCHARAN; DORNELLAS, 2016).

#### **4.7 TORRE DE SECAGEM**

O *spray dryer* é um equipamento de secagem por atomização, o qual consiste em dispersar o soro concentrado sob a forma de pequenas gotículas em uma corrente de ar quente, obtendo o soro em pó. Este processo tem como objetivo geral maximizar a evaporação do soro concentrado dentro do *spray dryer*, utilizada para os produtos lácteos desidratados. Assim, resultará na

remoção da água remanescente da concentração para a produção de um pó, apresentando um teor significativamente reduzido de umidade de, aproximadamente, de 30 a 50 g kg<sup>-1</sup> de umidade.

O equipamento consiste em um meio da troca de energia na forma de calor com o ar quente na entrada do equipamento (PERRONE et al., 2017). Segundo Alves (2014) o princípio de secagem de um líquido em *spray dryer* é baseado na pulverização do produto no interior de uma câmara de secagem, em forma de pequenas partículas (gotículas), com a passagem de uma corrente de ar quente secando rapidamente as gotículas dispersas obtendo-se, portanto, um pó do material sólido contido na gotícula. O produto quando é colocado em contato com uma corrente de ar com baixa umidade (pressão de 1554 Pa) e uma temperatura elevada (em média 200°C), ocasionará uma diferença de temperatura e pressão parcial da água entre o alimento e o ar, resultando assim em uma transferência de água do produto para o ar.

Desta forma, o processo de secagem pode apresentar algumas vantagens, tais como: o curto tempo de secagem das gotículas do produto em um ambiente com alta temperatura, produção do pó desejado, a partir de um determinado líquido, além da sua estabilidade de armazenamento e transporte.

## **4.8 PRODUTOS OBTIDOS**

Nesta seção serão apresentados os principais produtos obtidos no processo descrito anteriormente.

### **4.8.1 SORO EM PÓ**

O soro em pó é obtido pela remoção de aproximadamente 95% da umidade presente no soro, mantendo assim os outros constituintes nas mesmas proporções do original. Desta forma, o produto é utilizado para diversos fins alimentares. Muito empregado ao consumo humano na forma de aditivos, além na panificação (aumentando o volume dos pães), sorvetes e sobremesas (BALDASSO, 2008; PERRONE, 2011).

#### 4.8.2 PERMEADO

O permeado é um subproduto derivado do soro de leite rico em nutrientes como cálcio, fósforo, potássio e sódio. O permeado é obtido pelo processo de ultrafiltração, o qual permite a passagem de água, sais e lactose (BOSCHI, 2006; MILKPOINT, 2017). No processo de ultrafiltração, o permeado apresenta em torno de 68 a 85% de lactose, assim ficará isento de gordura, pois esta fica completamente retida na membrana (MILKPOINT, 2017). O interesse pela fabricação do permeado é de extrema importância, pois pode ser utilizado tanto para alimentação humana como animal, aplicados na panificação, suplemento alimentar e ração animal (MILKPOINT, 2017). No entanto, o seu descarte incorreto em cursos d'água pode provocar sérios danos ambientais, pois apresenta uma elevada DQO e DBO.

#### 4.8.3 CONCENTRADO PROTEICO

O concentrado proteico é um produto de grande importância e seu interesse comercial vem crescendo gradativamente no mercado, pois apresentam proteínas do soro de leite conhecidas como *whey proteins*, as quais possuem uma qualidade nutricional muito significativa quando comparadas a outras fontes proteicas (PAGNO, 2009). Desta forma, as proteínas *whey proteins* são obtidas após a extração da caseína do leite desnatado, apresentando um alto valor nutricional, aminoácidos essenciais, cálcio e peptídeos bioativos do soro (ALVES e LIMA, 2009).

Desta forma, esse concentrado proteico é indicado para atletas, pois seus efeitos biológicos podem resultar no aumento da síntese proteica muscular, além da redução da gordura corporal em função do alto teor de cálcio e concentração de glutatona. Por sua vez, irá aumentar a concentração

de insulina plasmática que favorece a captação de aminoácidos para o interior da célula muscular (ALVES e LIMA, 2009).

## **5 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO**

O estágio proporcionou o desenvolvimento e acompanhamento de atividades relacionadas ao recebimento das matérias-primas, aferições e calibrações de instrumentos utilizados nas análises do laboratório e também um contato com atividades intrínsecas ao processo produtivo, como a sistemática de processamento do soro de leite e também o processamento de matérias-primas com alto teor de gordura.

Neste sentido, nos itens a seguir, serão apresentados o detalhamento de cada uma das atividades realizadas durante o estágio.

### **5.1 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS REALIZADOS NA MATÉRIA PRIMA**

No recebimento da matéria-prima do soro de leite, eram realizadas análises para liberação de carga, acompanhamentos dos silos, calibrações de equipamentos, monitoramento dos pontos de água potável e de reuso. Desta forma, as análises para liberação das cargas consistiam em:

#### **5.1.1 ANÁLISES DE pH**

É significado pela potencial hidrogeniônico presente em uma determinada solução ou mistura. Está relacionado a quantidade de cátions hidrônio presentes no meio, indicando se este possui característica ácida, básica ou neutra (DIAS, 2017). Desta forma, se faz necessário realizar esse método, pois constitui-se como uma medida que indica a acidez ou alcalinidade que a amostra contém. No caso do soro de leite, o valor típico esperado de pH encontra-se em torno de 6,49. devendo apresentar na faixa de 6,49 de pH do soro do leite.

#### **5.1.2 ANÁLISE DE GORDURA**

A análise de gordura era realizada por meio do método butirométrico, na qual utiliza-se ácido sulfúrico e álcool isoamílico.

Desta forma, está relacionada à matéria orgânica exceto a gordura, sendo atacada pelo ácido sulfúrico, ocorrendo um aumento da densidade da fase aquosa. Assim, para verificar o teor de gordura presente na amostra do soro de leite, utilizava-se um aparato denominado butirômetro, no qual a gordura se funde devido à temperatura da reação exotérmica, sendo separada por centrifugação utilizando o álcool isoamílico que promove a modificação da tensão superficial (CASTANHEIRA, 2010; MAPA, 2006).

Desta forma, é adicionado ao butirômetro 10 mL de uma solução de ácido sulfúrico, em seguida 11 mL da amostra de soro de leite bem lentamente na parede do butirômetro para evitar sua mistura com o ácido e adição de 1 mL de solução de álcool isoamílico. Com a rolha bem fechada, o butirômetro deve ser agitado várias vezes para misturar a amostra com as soluções. Em seguida, deve ser centrifugado por aproximadamente 5 minutos em centrífuga, realizado isto, é necessário deixar 5 minutos em banho – maria para possível leitura da gordura (MAPA, 2014).

A centrifugação ocorre com velocidade de 800 a 1220 rpm, desta forma, o componente mais leve (gordura) se acumula na parte superior do butirômetro (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Após o processo de centrifugação do butirômetro durante aproximadamente 5 minutos, o mesmo é deixado em banho maria a 65°C durante 5 minutos. Posteriormente, faz-se a leitura do teor de gordura diretamente da escala do butirômetro (FIGURA 3).

FIGURA 3. ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE LEITE PARA DETERMINAÇÃO DE GORDURA COM BUTIRÔMETRO DE GERBER.



Fonte: Adaptado de Rosa (2012).

#### 5.1.3 FORMOL

É um método utilizado para indicar se há presença ou não de formol na amostra, utilizando um reagente líquido FormFix®.

#### 5.1.4 PERÓXIDO

O peróxido de hidrogênio está relacionado de forma fraudulenta ao soro de leite, com o objetivo de prevenir a proliferação de microrganismos naturalmente presentes no soro de leite. Desta forma, os microrganismos podem provocar a hidrólise da lactose com produção de ácido láctico. O consequente aumento da acidez, acarreta a precipitação da caseína, tornando-o impróprio para o consumo. A detecção de peróxido de hidrogênio no soro de leite é possível ser realizada por meio da formação de uma coloração salmão em presença de guiacol. Assim, a enzima peroxidase degrada o peróxido de hidrogênio, oxidando o indicador a tetraguaiacol, o qual é responsável pela coloração característica (MAPA, 2014).

### 5.1.5 RESÍDUOS DE ANTIBIÓTICOS

O princípio analítico do teste se baseia na inibição do crescimento bacteriano e o tempo necessário até a obtenção de seu resultado. Desta forma, os testes de inibição do crescimento microbiano estão relacionados à incubação de certo microrganismo conhecido com uma amostra do soro de leite, sendo que caso haja concentrações de antibiótico suficiente, resultará em um crescimento microbiano reduzido ou mesmo nulo, na qual poderá ser observado através de um halo de inibição (método de disco em placas de petri). O teste utilizado para a inibição do crescimento bacteriano é conhecido como Delvotest, na qual é aquecida por aproximadamente duas horas e meia à 64°C. A mudança de cor pode ocorrer devido à alteração de pH no meio, no qual a cor amarela indica a reação negativa, e a cor púrpura indica reação positiva (HORTA, 2017).

### 5.1.6 REDUTASE

É um método simples, que permite estimar a quantidade de bactérias presentes na amostra, utilizando o azul de metileno que perderá a coloração como resultado da redução devido ao crescimento bacteriano (BRITO et al. 2017).

### 5.1.7 ACIDEZ

A presença de acidez no soro de leite está relacionada com o risco de coagulação do leite durante o processamento (FONSECA e SANTOS, 2000). Desta forma, pode estar relacionada também a degradação da lactose em ácido láctico, pela ação de microrganismos. O objetivo principal das análises de acidez é realizar uma determinação quantitativa do teor de compostos de caráter ácido (CASTANHEIRA, 2010). Nesta metodologia realiza-se a titulação de compostos de caráter ácido empregando uma solução alcalina com uma concentração conhecida como hidróxido de sódio 0,11 mol/L. Utiliza-se um indicador conhecido como a fenolftaleína, que determinará o término da titulação pelo ponto de viragem da coloração, com caráter róseo por aproximadamente 30 s (CASTANHEIRA, 2010). Desta forma, o procedimento

era realizado da seguinte maneira: realizava-se a transferência de 10 mL da amostra para um frasco Erlenmeyer, adicionando-se 4-5 gotas de fenolftaleína a 1% v/v, titulando-se então em solução Dornic até o aparecimento da coloração rósea, por aproximadamente 30 s (CASTANHEIRA, 2010).

#### 5.1.8 DENSIDADE

A densidade está relacionada ao peso específico do leite, na qual de um lado apresenta a concentração de elementos em solução e a porcentagem de gordura. De acordo com Tronco (2013), a densidade de um corpo líquido ou sólido é a relação entre a massa e volume deste corpo (MENSEN, 2014). Para o soro *in natura* era realizado a análise da densidade, quando o soro provindo dos laticínios era concentrado, o teste era realizado através do analisador de umidade em duplicata sendo o resultado expresso em gramas.

A determinação da densidade era realizada aplicando o Termo-Lactodensímetro, a correção da densidade é realizada de acordo com a temperatura da amostra. A densidade e determinação da concentração de sólidos totais na amostra, também pode ser realizada através do aerômetro de baumé.

Na etapa de recepção da matéria-prima ainda eram realizadas calibrações dos pHmetros disponíveis no laboratório e também nas demais dependências da indústria. Verificava-se também os termômetros e refratômetros utilizados nas rotinas analíticas.

As análises de acompanhamento da qualidade da matéria-prima estocada acontecem de acordo com o definido nos planos de amostragem. Documento este padrão para condução das coletas de amostras pela equipe do laboratório e também de produção.

Além das análises e procedimentos realizados no recebimento da matéria-prima, outras determinações eram realizadas em diferentes etapas do processo produtivo.

## 6 ANÁLISE NO PROCESSO DE PRODUÇÃO

Desta forma, no processo de produção eram analisados o soro recebido o qual era processado pelas etapas de nanofiltração, ultrafiltração ou evaporadores. Quando o soro *in natura* é recebido, será processado pela nanofiltração e depois armazenado nos silos de matéria – prima, para a utilização no processo da ultrafiltração ou concentração por evaporação (CHEIS, 2013).

O creme do soro obtido no processo da centrifugação é armazenado em um tanque específico, onde posteriormente é destinado à fabricação de produtos com elevado teor de gordura. Análises físico-químicas se fazem necessárias para o acompanhamento da qualidade do produto, dentre elas pode-se citar a determinação do teor de gordura, realizada através de butirômetro específico (0 – 70%).

Desta forma, é realizado também um monitoramento após a limpeza “*clean-in-place*” nos tanques onde o produto acabado é armazenado. Esse procedimento baseia-se em validar e verificar se o processo de limpeza está correto após alterações efetuadas, como por exemplo, novos produtos e mudanças de equipamentos (AZEVEDO, 2016). Assim, é aplicável o método de *swabs*, que consistem em quantificar moléculas de adenosina trifosfato, que indica a presença ou ausência de moléculas orgânicas. O tanque quando apresenta conformidade será lacrado e disponibilizado para a produção.

## 7 ANÁLISE NO PROCESSO DO CREME

O creme recebido era em forma de blocos, para ser diluído e utilizado para a produção de manteiga, para se fazer as possíveis análises tais como: pH, acidez e gordura. Basicamente a acidez era realizada com a pesagem de 10 g da amostra de creme em um Erlenmeyer com adição de 50 mL de água destilada, para fazer a titulação utilizando uma solução Dornic com 10 gotas de fenolftaleína até o ponto de viragem, apresentando uma coloração rósea.

A determinação da gordura era realizada em um butirômetro de 0-70%, primeiramente com adição de ácido sulfúrico com 10 mL, seguido da adição de 5 mL da amostra com mais 5 mL de água destilada morna e por fim adição de 1 mL de álcool isoamílico.

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A realização do estágio na indústria de beneficiamento do soro de leite foi de extrema importância, pois a cada dia pude estar aprendendo coisas importantes para meu aprendizado, bem como as análises realizadas todos os dias, até o processo produtivo. No laboratório de análises físico-químicas coloquei meus conhecimentos apreendidos em sala de aula em prática no dia a dia na empresa. As análises realizadas são de extrema importância para garantir a qualidade do produto para o consumidor, garantindo assim que os parâmetros estejam de acordo com o plano de amostragem.

O ambiente de trabalho na indústria de beneficiamento de soro de leite é muito organizado, apresentando equipamentos de alta qualidade, cada um com suas funções previstas para as análises, além da equipe profissional muito boa, que se interage facilmente para se ajudar.

## 9 REFERÊNCIAS

**ACOMPANHAMENTO DA RECEPÇÃO, ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO LEITE RECEBIDO E DA PRODUÇÃO DO QUEIJO MUSSARELA NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS COTRIGO LTDA, GETÚLIO VARGAS/RS:** Getulio Vargas: Ágora, v. 19, n. 2, 12 jul. 2014. Disponível em: <file:///D:/Meus Documentos/Downloads/470-3494-1-PB (4).pdf> Acesso em: 03 jul. 2018.

**ALMEIDA, E. S. Tratamento do Efluente da Indústria de queijos por processos biológicos e químicos.** 2004. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas - SP, 2004.

**ALVES, P. M.; MOREIRA, O. R. D.; JÚNIOR, R. H.P.; MARTINS, F. C. M. D.; PERRONE, T. Í.; CARVALHO, F. A. D.** Soro de leite: Tecnologias para o processamento de coprodutos. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 69, n. 3, 9. 212-226, mai/jun, 2014.

**ALVES, Crésio; LIMA, Renata Villas Boas. Uso de suplementos alimentares por adolescentes:** 8. ed. Rio de Janeiro: Jornal de Pediatria, 2008.

**ANTUNES, A. J. Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino,** São Paulo: Ed. Manole, 2003. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/8693/000586800.pdf?sequence=1>.

**AZEVEDO, Francisca Pinto de. Melhoria do procedimento do processo CIP de uma linha de enchimento e estudo da qualidade microbiológica de uma embalagem para uso alimentar:** 2016 Dissertação (Mestrado) Universidade do Minho, Porto Alegre, 2016.

**BACH, F. Avaliação das Condições de Produção de Fermentado Acético de Soro de Leite.** 2012. 136f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo- PR. 2012

**BALDASSO, C. Concentração, purificação e fracionamento das proteínas do soro lácteo através da tecnologia de separação por membranas.** 2008. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, 2008.

**BRIÃO, Vandré.** Ultrafiltração como processo de tratamento para o reúso de efluentes de laticínios. **2007. (Faculdade de Engenharia e Arquitetura). Universidade de Passo Fundo , UPF, Passo Fundo, 2007.**

**BRITO, Maria Aparecida. et al. Redutase** Brasília,DF: Embrapa. Disponível em:<[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01\\_192\\_21720039\\_246.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_192_21720039_246.html) > Acesso em 11 de novembro de 2017

**BOSCHI, J. R. Concentração e purificação das proteínas do soro de queijo por ultrafiltração.** 2006. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia

Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, 2006.

CARVALHO, Kassandra Duarte. **UTILIZAÇÃO DE SORO DE LEITE DOCE NA FABRICAÇÃO DE SORVETE DE MASSA**: 2012. 197 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Desenvolvimento Sustentável e Qualidade de Vida, Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino - Fae, São João da Boa Vista, 2012. Cap. 56.

CASTANHEIRA, Ana Carolina Guimarães. **Controle de Qualidade de Leite de Derivados**. São Paulo, SP: Cap-lab, 2010.

CHAVES, K. F.; CALLEGARO, E. D.; SILVA, V. R. O. **Utilização do soro de leite nas indústrias de laticínios da região de Rio Pomba-MG**. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 27. 2010. Juiz de Fora. Anais do Congresso Nacional de Laticínios. Juiz de Fora: EPAMIG/ ILCT, 2010. 1 CD-ROM.

COPATTI, Nelize; PFULLER, Ernane Ervino. **Acompanhamento da recepção , análise físico-química do leite recebido e da produção do queijo mussarela na indústria de laticínios cotrigo LTDA, Getúlio Vargas/ Rs**: -. 2014. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia em Agroindústria, -, Unidade em Sananduva, Getulio Vargas, 2014.

DORNELES, Bruna Martins. . **Emprego tecnológico do soro de leite e aspectos do soro bovino e bubalino.**: 2016. 35 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina Veterinária, Trabalho de Conclusão, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

FAGNANI, Rafael. **Da ultrafiltração a osmose reversa**: -. 2016. 54 f. Dissertação (Mestrado), Ciência Animal, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

HORTA, Marina. **Métodos diagnósticos de resíduos de antibióticos no leite**: -. 2017. 24 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina Veterinária, -, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

HENARES, F. J.; **Caracterização do efluente de laticínio: análise e proposta de tratamento**. 2015. 51 f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Alimentos) Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Campo Mourão-PR, 2015.

HABERT, A. C. **Processos de separação por membranas**. Rio de Janeiro: e-papers, 2006. 180p.

LAURA F.m Correia; Jean-louis Maubois; Antônio F. Carvalho. **APLICAÇÕES DE TECNOLOGIAS DE MEMBRANAS NA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS - Parte 1**: 2012. 134 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Mg, 2012. Cap. 6.

LEIDENS, Nataly. **Concentração das proteínas do soro de leite de ovelha por ultrafiltração e determinação das propriedades funcionais dos concentrados proteicos**: 2013. 134 f. Dissertação (Mestrado) Curso de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2013. Cap. 20.

LEIDENS, Nataly. **Concentração das proteínas do soro de leite ovelha por ultrafiltração e determinação das propriedades funcionais dos concentrados proteicos**: -. 2015. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

LUZ, Gabriela Bagio. **PROCESSO DE EXTRAÇÃO DAS PROTEÍNAS DE SORO DE LEITE PARA PRODUÇÃO DE CONCENTRADO PROTEICO**: 2016. 2 v. Dissertação (Mestrado) Tecnologias Para Competitividade Industrial, Florianópolis, 2016.

MAPA. **Determinação de lipídios em leite e produtos lácteos pelo método butirométrico**. 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/arquivos-metodos-da-area-poa-iqa/met-poa-slav-0803-determinacao-de-lipidios-em-leite-e-produtos-lacteos-por-butirometria.pdf>> Acesso em: 21 de Junho de 2018.

MENDES, Paula Nunes. **Otimização do processo de produção de leite condensado empregando pré-concentração por membranas**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados), Universidade Federal de Juiz de Fora), Juiz de Fora, 2011.

MILKPOINT. **Giro Lácteo**. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/giro-lacteo/ibge-em-2015-producao-de-leite-brasileira-caiu-04-em-relacao-ao-ano-de-201102304n.aspx> >. Acesso em abril de 2017.

MOREIRA, Elisa Gibrim; ROCHA, Uliana de Cássia Gomes; RAMOS, Afonso Mota. **A ultrafiltração e sua aplicabilidade na área de alimentos**: 2011. 24 f. Dissertação (Mestrado) Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011. Cap. 7.

NARIYOSHI, Yuri Nascimento. **Estudo dos fundamentos de cristalização assistida por destilação com membranas em aplicação de dessalinização de água**: -. 2016. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Engenharia Química, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2016.

OLIVEIRA, Cássia Soares de. **Aplicação da Tecnologia de Membranas e Microencapsulamento Para Obtenção de Produtos Ricos em Licopeno a Partir de Suco de Melancia**: 2015. 88 f. Dissertação (Mestrado) , Curso de Engenharia de Alimentos, Ciência de Alimentos do Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

OLIVEIRA, F. D. D.; BRAVO, C. E. C.; TONIAL, B. I. Soro de leite: um subproduto valioso. **Rev. Inst. Latic.** “**Cândido Tostes**”, Juiz de Fora, Mar/Abr, nº 385, 67: 64-71, 2012.

PAGNO, C. H.; BALDASSO, C.; TESSARO, C. I.; FLORES, H. S.; JONG, V. E. D. **Obtenção de concentrados proteicos de soro de leite e caracterização de suas propriedades funcionais e tecnológicas.** Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 20, n.2, p.231-239, 2009.

PELEGRINE, Daniela Helena Guimarães; CARRASQUEIRA, Ricardo Lunardi. **Aproveitamento do soro do leite no enriquecimento nutricional de bebidas:** -. 2008. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de -, Ciências Agrárias, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2008. Cap. 7.

PENHA, Frederico. **Condicionamento de membranas de ultra e nanofiltração e sua aplicação na dessolventização de n-hexano/óleo de macaúba.** Dissertação (Pós Graduação em engenharia de alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Centro tecnológico, Santa Catarina – SC, 2013.

PERRONE, Í. T. **Soro de leite: concentração, cristalização da lactose e secagem.** 2010. 95 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG, 2010.

PERRONE, Í. T.; PEREIRA, J. P. F.; CARVALHO, A.F. Aspectos tecnológicos da fabricação de soro em pó: uma revisão. **Revista Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 66, n. 380, p. 23-30, 2011.

SCHARAN, Daniel; DORNELLAS, Fernanda. **OPERAÇÕES UNITARIAS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS - CRISTALIZAÇÃO E EVAPORAÇÃO.** 2016. 12 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Campo Mourão, Campo Mourão, 2016.

SILVA, A. R. B. **Tratamento de Efluentes na Indústria de Laticínios.**2013. 26 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Química) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia MG, 2013.

SIMEÃO, Moisés. **Influencia do tipo de cristalizador na cinética de cristalização do soro de leite concentrado:** -. 2016. 75 f. Dissertação (Mestrado) Curso de Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa Minas Gerais, 2016. Cap. 20.

STOPASSOLI, Alan. **O uso da proteína do soro de leite como suplemento nutricional por atletas.** 2015. Disponível em:

<file:///D:/Meus%20Documentos/Downloads/133-527-1-PB.pdf> Acesso em: 20 de Abril de 2018.

SOORO, Sooro. **Meio ambiente:** 2017. Disponível em: <<http://www.sooro.com.br/quem-somos/meio-ambiente/>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

SOUSA, Andréa Zilá Barroso de et al (Org.). **Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em estados do nordeste do Brasil:** -. 8. ed. São Paulo: Food Safety / Scientific Article, 2014. 30 f. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Sidnei\\_Sakamoto/publication/273673416\\_Aspectos\\_fisico-quimicos\\_e\\_microbiologicos\\_do\\_queijo\\_tipo\\_coalho\\_comercializado\\_em\\_estados\\_do\\_nordeste\\_do\\_Brasil/links/57bc92b308ae52593355cbfa/Aspectos-fisico-quimicos-e-microbiologicos-do-queijo-tipo-coalho-comercializado-em-estados-do-nordeste-do-Brasil.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sidnei_Sakamoto/publication/273673416_Aspectos_fisico-quimicos_e_microbiologicos_do_queijo_tipo_coalho_comercializado_em_estados_do_nordeste_do_Brasil/links/57bc92b308ae52593355cbfa/Aspectos-fisico-quimicos-e-microbiologicos-do-queijo-tipo-coalho-comercializado-em-estados-do-nordeste-do-Brasil.pdf)> Acesso em: 03 jul. 2018.

