

# TECNOLOGIA DE LEITE E DERIVADOS LÁCTEOS



Adriana Cristina de Oliveira Silva  
Marco Antonio Sloboda Cortez



## **UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**

Reitor

Antonio Claudio Lucas da Nóbrega

Vice-Reitor

Fabio Barboza Passos

### **Eduff-Editora da Universidade Federal Fluminense**

Conselho Editorial

Renato Franco [Diretor]

Ana Paula Mendes de Miranda

Celso José da Costa

Gladys Viviana Gelado

Johannes Kretschmer

Leonardo Marques

Luciano Dias Losekann

Luiz Mors Cabral

Marco Antônio Roxo da Silva

Marco Moriconi

Marco Otávio Bezerra

Ronaldo Gismondi

Silvia Patuzzi

Vágner Camilo Alves

# TECNOLOGIA DE LEITE E DERIVADOS LÁCTEOS

© 2022 EDUFF

É proibida a reprodução total ou parcial desta obra sem autorização expressa da editora.

### Equipe de realização

**Direção da EDUFF:** Renato Franco

**Coordenação Editorial:** Ricardo Borges

**Revisão:** Luiz Otávio | MC&G Editorial

**Normalização:** Carlos Otávio Flexa | MC&G Editorial

**Projeto gráfico e diagramação:** Glaucio Coelho | MC&G Editorial

**Capa:** Glaucio Coelho | MC&G Editorial

---

#### Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)

---

S586 Silva, Adriana Cristina de Oliveira.

Tecnologia de leite e derivados lácteos [recurso eletrônico] / Adriana Cristina de Oliveira Silva e Marco Antonio Sloboda Cortez. – Niterói : Eduff, 2021. – 3,21 kb. : il. ; ePUB. – (Coleção Biblioteca Básica).

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-5831-123-2

BISAC TEC012020 TECHNOLOGY & ENGINEERING / Food Science / Food Packaging & Processing

1. Tecnologia de alimentos. 2. Leite. 3. Produtos lácteos. I. Cortez, Marco Antonio Sloboda. II. Título. III. Série.

CDD 637.1

---

Ficha catalográfica elaborada por Márcia Cristina dos Santos CRB7-4700

Direitos desta edição cedidos à  
Eduff - Editora da Universidade Federal Fluminense  
Rua Miguel de Frias, 9, anexo/sobreloja - Icaraí - Niterói - RJ  
CEP 24220-008 - Brasil  
Tel.: +55 21 2629-5287  
www.eduff.uff.br - faleconosco.eduff@id.uff.br

## **Dedicatória**

*Dedicamos este livro a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para nosso bem-estar e alegria. Pais, mães, maridos, esposas, filhos (as), amigos e tantas outras pessoas mais....*



# Lista de figuras

## FIGURAS

---

<b>Figura 1</b>	– Fluxograma da pasteurização lenta do leite	17
<b>Figura 2</b>	– Fluxograma da pasteurização rápida do leite	18
<b>Figura 3</b>	– Fluxograma do tratamento UHT de forma indireta	28
<b>Figura 4</b>	– Fluxograma básico da produção de queijos	41
<b>Figura 5</b>	– Iogurte Natural Integral apresentando coágulo liso, brilhante, sem desprendimento de soro ou gases	47
<b>Figura 6</b>	– Fluxograma básico da elaboração de iogurte natural	49
<b>Figura 7</b>	– Fluxograma básico do iogurte batido e líquido com polpa	50
<b>Figura 8</b>	– Fluxograma básico da fabricação de leite em pó	58
<b>Figura 9</b>	– Fluxograma das etapas realizadas na fabricação de doce de leite	60
<b>Figura 10</b>	– Fluxograma das etapas realizadas na fabricação de leite condensado	64
<b>Figura 11</b>	– Emulsão de Gordura em Água. A- Gordura Líquida no Interior do Glóbulo; B- Parte Aquosa do Leite; C- Membrana Apical do Glóbulo de Gordura.	73
<b>Figura 12</b>	– Início da Incorporação de Ar. A- Gordura Líquida no Interior do Glóbulo; B- Parte Aquosa do Leite; C- Membrana Apical do Glóbulo de Gordura; D- Bolhas de Ar se acumulando ao Redor do Glóbulo	74
<b>Figura 13</b>	– Formação do Creme Chantilly. A- Gordura Líquida no Interior do Glóbulo; B- Parte Aquosa do Leite; C- Membrana Apical do Glóbulo de Gordura; D- Maior Quantidade de Bolhas de Ar se acumulando ao Redor do Glóbulo	74
<b>Figura 14</b>	– Rompimento da Membrana Apical. A- Gordura Líquida no Interior do Glóbulo; B- Parte Aquosa do Leite; C- Membrana Apical do Glóbulo de Gordura; D- Grande Quantidade de Bolhas de Ar Acumuladas ao Redor do Glóbulo; E- Rompimento e Exteriorização da Gordura	75
<b>Figura 15</b>	– Bolhas de Ar Envoltas por Gordura. A- Gordura Líquida; B- Água; C- Bolhas de ar	75
<b>Figura 16</b>	– Emulsão de Água em Gordura. A- Gordura Láctea; B- Soro	76
<b>Figura 17</b>	– Crumos de manteiga em formato de couve-flor	76
<b>Figura 18</b>	– Fluxograma da produção de manteiga	81

## TABELAS

---

<b>Tabela 1</b>	– Comportamento da fosfatase alcalina e lactoperoxidase frente à diferentes tratamentos térmicos	14
<b>Tabela 2</b>	– Requisitos físico-químicos do doce de leite	63
<b>Tabela 3</b>	– Parâmetros físico-químicos mínimos de qualidade	80

## QUADROS

---

<b>Quadro 1</b>	– Critério microbiológico para o leite pasteurizado	21
<b>Quadro 2</b>	– Requisitos microbiológicos do leite UHT	26
<b>Quadro 3</b>	– Requisitos físico-químicos do leite UHT	26
<b>Quadro 4</b>	– Contagem bacteriana dos leites fermentados	52

# Sumário

<b>Capítulo 1 – Tecnologia de leites fluidos</b>	<b>9</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>2 TRATAMENTOS PRÉVIOS</b>	<b>10</b>
2.1 Recepção e seleção do leite	10
2.2 Mensuração ou pesagem do leite	11
2.3 Filtração e/ou clarificação	11
2.4 Refrigeração	12
2.5 Termização	12
2.6 Centrifugação	14
2.7 Homogeneização	15
<b>3 PASTEURIZAÇÃO</b>	<b>16</b>
3.1 Pasteurização lenta	16
3.2 Pasteurização rápida	18
3.3 Detalhes do pasteurizador a placas (pasteurização rápida)	19
3.4 Mecanismos de segurança do processo	20
3.5 Análises realizadas no leite pasteurizado	20
<b>4 TRATAMENTO UHT</b>	<b>21</b>
4.1 Recepção e seleção do leite cru	23
4.2 Etapas do processamento UHT	23
4.3 Requisitos microbiológicos e físico-químicos	26
4.4 Processo térmico	27
4.5 Envase asséptico	28
4.6 Armazenamento	29
4.7 Sequestro	29
<b>Capítulo 2 – Tecnologia de queijos</b>	<b>31</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>31</b>
<b>2 CLASSIFICAÇÃO DOS QUEIJOS</b>	<b>33</b>
<b>3 COAGULAÇÃO</b>	<b>34</b>
<b>4 INGREDIENTES</b>	<b>36</b>
<b>5 ETAPAS DO PROCESSO</b>	<b>37</b>
5.1 Preparo do leite	37
5.2 Adição dos ingredientes	38
5.3 Coagulação	38
5.4 Corte	38
5.5 Repouso	39
5.6 Mexedura	39
5.7 Dessoragem	39
5.8 Enformagem	39
5.9 Viragem	40
5.10 Prensagem	40
5.11 Salga	40
5.12 Maturação	40
<b>Capítulo 3 – Tecnologia de leites fermentados</b>	<b>43</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>43</b>
<b>2 DEFINIÇÃO DE LEITES FERMENTADOS</b>	<b>44</b>

<b>3</b>	<b>TIPOS DE IOGURTE</b>	<b>44</b>
<b>4</b>	<b>ETAPAS BÁSICAS DO PROCESSAMENTO DO IOGURTE (NATURAL, BATIDO E CREMOSO)</b>	<b>45</b>
4.1	Seleção do leite cru	45
4.2	Tratamento térmico	45
4.3	Resfriamento	46
4.4	Adição de fermento e incubação	46
4.5	Resfriamento	47
4.6	Quebra da coalhada (iogurte batido, líquido, cremoso)	48
4.7	Envase	48
4.8	Estocagem e conservação	48
<b>5</b>	<b>DIFERENTES TIPOS DE IOGURTES (COM AÇÚCAR, DIET, BATIDO COM POLPA ETC.)</b>	<b>49</b>
5.1	iogurte batido ou líquido com polpa	49
5.2	iogurte cremoso	51
<b>6</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES DE QUALIDADE - REGULAMENTO TÉCNICO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DE LEITES FERMENTADOS</b>	<b>51</b>
6.1	Contagem de bactérias lácteas	51
6.2	Análises após a fabricação	52
<b>Capítulo 4 – Tecnologia de leites desidratados</b>		<b>53</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>53</b>
<b>2.</b>	<b>ETAPAS DO PROCESSO</b>	<b>54</b>
2.1	Seleção da matéria prima	54
2.2	Clarificação/filtração	54
2.3	Padronização do teor de gordura e/ou sólidos	55
2.4	Homogeneização	55
2.5	Tratamento térmico	55
2.6	Concentração ou pré-concentração	55
2.7	Desidratação	56
<b>3</b>	<b>LEITE EM PÓ</b>	<b>57</b>
3.1	Detalhes da fabricação	58
<b>4</b>	<b>DOCE DE LEITE</b>	<b>59</b>
4.1	Detalhes da fabricação	60
<b>5</b>	<b>LEITE CONDENSADO</b>	<b>63</b>
<b>6</b>	<b>LEITE EVAPORADO</b>	<b>65</b>
<b>Capítulo 5 – Tecnologia de manteiga</b>		<b>67</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>67</b>
<b>2</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>68</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODOS DE FABRICAÇÃO</b>	<b>68</b>
3.1	Etapas do processamento	68
3.2	Bateção método contínuo	80
<b>6 Referências bibliográficas</b>		<b>83</b>
<b>Sobre os autores</b>		<b>85</b>
Adriana Cristina de Oliveira Silva		85
Marco Antonio Sloboda Cortez		85



## Capítulo 1 Tecnologia de leites fluidos

### 1 INTRODUÇÃO

O leite cru refrigerado é uma matéria prima que pode ser transformada em diversos produtos derivados. Este geralmente vem direto das propriedades rurais produtoras de leite ou dos postos de resfriamento e é transportado por meio de caminhões-tanques isotérmicos, que mantêm a temperatura do produto devido às características de isolamento térmico do material utilizado na construção do tanque (cortiça, poliestireno expandido, fibra de vidro, aço inoxidável etc.). Ainda é aceito pela legislação (BRASIL, 2018a), a entrega de leite cru à temperatura ambiente e em vasilhames, como os latões de leite. No entanto em termos de qualidade, este tipo de transporte está mais sujeito a alterações e contaminações.

O processamento de leites fluidos como o leite pasteurizado ou o leite UHT envolve a utilização de tecnologias térmicas que estão relacionadas à segurança do alimento e a proteção do consumidor. Quando o leite chega aos estabelecimentos processadores é realizada uma etapa de seleção, onde diversas análises são realizadas visando determinar a qualidade e possíveis alterações. As primeiras etapas de utilização do leite cru refrigerado no estabelecimento industrial são: pré-beneficiamento e beneficiamento. No geral, por pré-beneficiamento entendem-se as etapas logo após a recepção do leite, tais como medição, refrigeração, filtração, centrifugação, clarificação e termização. Já o beneficiamento, envolve basicamente a aplicação do tratamento térmico de conservação, seja a pasteurização ou o tratamento UHT.

## 2 TRATAMENTOS PRÉVIOS

### 2.1 Recepção e seleção do leite

Ao chegar ao estabelecimento processador, o leite não é imediatamente descarregado, devendo ser submetido a diversas análises laboratoriais com o objetivo de verificar o atendimento aos padrões físico-químicos, microbiológicos e sensoriais estabelecidos pela legislação vigente e para determinar o destino que será dado ao mesmo de acordo com os valores encontrados.

Desta forma, a seleção é uma das fases mais importantes para o beneficiamento do leite e para o posterior processamento dos diversos produtos lácteos derivados, uma vez que evita o recebimento de leite fraudado ou com qualquer alteração que possa causar perdas econômicas para a indústria e riscos à saúde do consumidor.

De acordo com o descrito na Instrução Normativa nº 76 (BRASIL, 2018b), o leite cru refrigerado deve apresentar:

- a) Temperatura: máximo de 7,0° C, no entanto, admite-se, excepcionalmente, o recebimento até 9,0° C (problemas com transporte ou estradas);
- b) Características sensoriais: líquido branco opalescente homogêneo, com odor característico;
- c) Teor mínimo de gordura de 3,0g/100g;
- d) Teor mínimo de proteína total de 2,9g/100g;
- e) Teor mínimo de lactose anidra de 4,3g/100g;
- f) Teor mínimo de sólidos não gordurosos de 8,4g/100g;
- g) Teor mínimo de sólidos totais de 11,4g/100g;
- h) Acidez titulável entre 0,14 e 0,18 (gramas de ácido láctico/100 mL);
- i) Estabilidade ao alizarol na concentração mínima de 72% v/v;
- j) Densidade relativa a 15°C/ 15°C entre 1,028 e 1,034 g/ml;
- k) Índice crioscópico entre -0,530°H e -0,555°H, equivalentes a -0,512°C e a -0,536°C, respectivamente;
- l) Ausência de substâncias estranhas à sua composição, tais como: agentes inibidores do crescimento microbiano, neutralizantes da acidez e reconstituintes da densidade ou do índice crioscópico;
- m) Contagem Padrão em Placas de no máximo 300.000 UFC/mL e de Contagem de Células Somáticas de no máximo 500.000 CS/mL (média geométrica trimestral).

A recepção de leite cru em vasilhames como latões, a temperatura ambiente é permitida pela legislação, entretanto o estabelecimento pode aceitar ou não trabalhar com esse tipo de sistema de coleta. Neste caso, o leite deve atender os

mesmos critérios definidos para o leite cru refrigerado. Essa permissão é validada se o leite é entregue em até 2 horas após o término da ordenha e se o produtor se localiza próximo ao estabelecimento processador (BRASIL, 2018a).

Devido à necessidade de equipamentos diferenciados e complexidade da técnica, as determinações da contagem de células somáticas e da contagem padrão em placas não são realizadas nos laboratórios do estabelecimento industrial. Geralmente são realizadas em laboratórios oficiais pertencentes à Rede Brasileira de Laboratórios de Controle de Qualidade do Leite (BRASIL, 2007). A frequência destas análises é mensal e os resultados obtidos podem, inclusive, ser utilizados como parâmetros para a definição do pagamento por qualidade do leite, principalmente em relação à composição, contagem de células somáticas e contagem bacteriana.

Após resultados satisfatórios nas análises de recepção, o leite é bombeado, filtrado, refrigerado e armazenado.

## **2.2 Mensuração ou pesagem do leite**

É comum ocorrer a mensuração do volume de leite recebido durante a passagem do leite em circuito fechado dos caminhões-tanque para os tanques do estabelecimento. Geralmente são utilizados medidores de vazão, acoplados à tubulação, porém em alguns estabelecimentos são utilizadas balanças que pesam os caminhões cheios e vazios, permitindo quantificar o volume de leite entregue.

Já em estabelecimentos de porte médio ou menores, onde ainda ocorre o recebimento do leite em latões, geralmente são utilizadas balanças de recepção, onde o leite dos latões é despejado primeiramente em um filtro colocado acima da balança para medir o volume.

## **2.3 Filtração e/ou clarificação**

Esta etapa tem como função a remoção de partículas e impurezas do leite. Como a maioria do leite que chega aos estabelecimentos é transportada por meio de caminhões-tanques isotérmicos (coleta a granel), o processo de filtração geralmente ocorre pela utilização de filtros de linha, que operam por pressão e que devem ser adequadamente limpos e higienizados após cada descarregamento. Estes filtros são geralmente construídos a partir de malhas de aço inoxidável, que são removíveis, facilitando o processo de limpeza e sanitização, o que é fundamental para evitar a recontaminação.

Também são utilizadas centrífugas clarificadoras para realizar essa remoção de partículas do leite, sendo mais utilizadas em estabelecimentos menores que ainda

trabalham com o recebimento de leite em latões. Este processo é caracterizado por usar equipamentos que por meio de força centrífuga fazem a remoção mecânica destas partículas indesejáveis.

## 2.4 Refrigeração

Na plataforma de recepção dos estabelecimentos processadores, a legislação determina a obrigatoriedade do uso de equipamento de refrigeração por meio de trocadores a placas (BRASIL, 2018a). A vantagem deste equipamento é a rapidez do abaixamento da temperatura, de acordo com a velocidade de fluxo de passagem do leite determinado para capacidade do equipamento. Assim, seguindo o fluxo da recepção, após a filtragem o leite é refrigerado por meio de refrigeradores a placas, que são capazes de refrigerar o leite a temperaturas em torno de 2° C de forma bem eficiente. No entanto, a legislação atual determina que a temperatura de manutenção do leite no estabelecimento seja de até 7° C (BRASIL, 2017).

Frequentemente, após a recepção, o leite será armazenado em tanques ou silos isotérmicos com agitadores, por até 12 horas antes do uso, assim, o resfriamento e a conservação da temperatura de refrigeração é fundamental para a manutenção da qualidade do leite, evitando o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis que poderiam alterar as características do produto. Em estabelecimentos de pequeno porte é comum a utilização do leite para o processamento logo após o término do processo de recepção.

Existe uma relação direta da manutenção do leite a temperaturas mais elevadas (acima de 4° C) com o desenvolvimento de microrganismos contaminantes. Quanto maior a temperatura, mais rápido será o metabolismo e a multiplicação microbiana, principalmente das bactérias, o que acarretará modificações nas características de qualidade do leite, inclusive podendo ocasionar uma não conformidade em relação aos padrões microbiológicos e físico-químicos do leite.

Uma exigência microbiológica em relação aos reflexos dos cuidados pelo estabelecimento com a matéria prima antes do processamento é a contagem máxima de 900.000 UFC/mL para o leite armazenado antes de ser processado (BRASIL, 2018b). Essa exigência tem o significado prático de assegurar um controle das condições de armazenamento dentro do estabelecimento, principalmente em relação à higiene dos equipamentos e ambiente e manutenção da temperatura de refrigeração.

## 2.5 Termização

A termização é uma etapa não obrigatória, sendo realizada a critério da empresa. Baseia-se em um aquecimento pouco drástico, geralmente variando de 65°

C até 68° C, por 15 a 20 segundos, sendo imediatamente refrigerado a temperaturas menores ou igual a 4°C. A termização não é um tratamento térmico com a função de conservação, sendo uma etapa de aplicação apenas industrial e não com destino ao consumidor final. É realizada em trocadores de calor a placas, como os pasteurizadores, regulados para tratamentos térmicos mais brandos.

Nos estabelecimentos que fazem a termização, ao receber o leite por meio do transporte a granel e após as operações iniciais de recepção, este processo é realizado visando melhorar as condições de armazenamento do leite cru até o momento de utilização pela indústria. As vantagens deste tratamento térmico são a redução da carga microbiana e a inativação de algumas enzimas, tais como as proteases e lipases, refletindo em uma diminuição das alterações indesejáveis durante o armazenamento do leite.

Este processo é frequentemente empregado nos estabelecimentos industriais que produzem leite UHT, em virtude da necessidade de inativação de enzimas e redução do número de microrganismos psicrotróficos (microrganismos capazes de multiplicar em temperaturas de refrigeração e que produzem enzimas termoresistentes).

O leite termizado deve se comportar como um leite cru em relação aos testes enzimáticos (BRASIL, 2017, alterado por BRASIL, 2020), ou seja, não deve ocorrer a desnaturação térmica com a inativação da enzima fosfatase alcalina nem da lactoperoxidase, com resultado positivo (presença) no teste de detecção destas enzimas.

A fosfatase alcalina é uma enzima que sofre inativação em condições semelhantes ao tratamento térmico utilizado na pasteurização, desta forma, sua ausência indica que o leite foi aquecido adequadamente em condições de pasteurização. Já a lactoperoxidase necessita de temperaturas superiores (>80°C) aquelas utilizadas para pasteurização para sofrer inativação, assim sua ausência indica um tratamento térmico mais drástico ou um superaquecimento do leite. Devido a esse comportamento das enzimas em relação ao aquecimento, estas são utilizadas como índice de eficiência do tratamento térmico, indicando um super ou um subaquecimento.

A presença de fosfatase alcalina em um leite recém pasteurizado pode ainda estar relacionado ao mau funcionamento do pasteurizador, acarretando uma contaminação cruzada dentro do equipamento, geralmente pela presença de microfuros nas placas ou montagem errada do equipamento. Também, pode estar relacionado com desvios de temperatura abaixo da faixa recomendada.

Em relação aos outros tratamentos térmicos, na Tabela 1 podem ser observados os comportamentos específicos de cada enzima quando são submetidas aos tratamentos térmicos usuais na indústria de laticínios (Tabela 1).

**Tabela 1** – Comportamento da fosfatase alcalina e lactoperoxidase frente à diferentes tratamentos térmicos.

Enzima	Leite cru e termização	Pasteurização	Tratamento UHT e esterilização
Fosfatase alcalina	Presente	Ausente	Ausente
Lactoperoxidase	Presente	Presente	Ausente

Fonte: Elaboração própria

É importante citar que os testes enzimáticos para a detecção da fosfatase e da lactoperoxidase devem ser realizados imediatamente após o tratamento térmico, uma vez que desnaturação da fosfatase é um processo parcial (processo reversível), em virtude das temperaturas não muito elevadas do tratamento térmico. Desta forma, a fosfatase pode retornar a sua conformação estrutural (estrutura terciária da proteína) e apresentar resultados positivos no teste, mesmo que o leite tenha sido adequadamente pasteurizado. Geralmente isso poderá ocorrer somente no leite pasteurizado após 12 horas de refrigeração, não ocorrendo no leite UHT uma vez que pela drasticidade do tratamento térmico aplicado, a desnaturação da enzima é total, sendo o processo irreversível (CORTEZ, 2017).

## 2.6 Centrifugação

A centrifugação do leite tem basicamente dois objetivos: realizar a remoção de pequenas partículas do leite (clarificação) e padronizar o teor de gordura do leite.

Na indústria de leite e derivados são utilizados diversos tipos de centrífugas, que são equipamentos que funcionam a partir da aplicação de uma força centrífuga para separar ou retirar componentes do leite ou partículas (sujeidades, esporos e células). A separação entre os componentes também ocorre em virtude da diferença de densidade entre as substâncias.

Geralmente o processo de centrifugação ocorre em dois momentos, dependendo do fluxograma específico de cada estabelecimento: 1) na recepção; 2) durante as etapas iniciais da pasteurização.

O equipamento é composto por diversos discos ou pratos que são montados em torno de um eixo interligado a um motor. Dependendo do tipo de centrífuga, os discos possuem orifícios por onde os componentes são direcionados após a separação mecânica.

Os tipos de centrífugas são:

- a) Clarificadora: é uma centrífuga que possui discos mais curtos, permitindo assim maior acúmulo de impurezas no tambor e é utilizada para retirar as impurezas do leite, que se acumulam na parede interna inferior do tambor, formando o

“lodo”. Esse lodo é constituído por microrganismos, esporos bacterianos, sujidades (cabelo, insetos, terra etc.) e células somáticas;

- b) Desnatadeira: É dotada de dispositivos que separam o máximo de gordura do leite, obtendo-se 3 frações distintas: leite desnatado, creme e lodo;
- c) Padronizadoras: Também obtém as 3 frações citadas acima, porém, possui um dispositivo adicional que permite o retorno parcial do creme, tornando possível a padronização do teor de gordura desejado do leite;
- d) Bactofugadora ou degerminadora: centrífuga de alta rotação (acima de 20.000 RPM), que visa à remoção quase completa das bactérias do leite (99%), tendo como objetivo primário a remoção dos esporos. Assim, é recomendada sua utilização em indústrias de leite UHT e de queijos com olhaduras.

## 2.7 Homogeneização

A homogeneização é um processo que visa o fracionamento mecânico do glóbulo de gordura, por meio da passagem do leite sob pressão por pequenos orifícios. Nesta passagem, ocorre o rompimento dos glóbulos de gordura, diminuição do tamanho e a formação de novos glóbulos, evitando a posterior separação do creme do leite durante a estocagem.

Alguns fatores estão associados a não separação da gordura em leites homogeneizados, a citar:

- a) Redução do diâmetro do glóbulo de gordura, diminuindo a velocidade de ascensão;
- b) Formação de uma nova membrana nos glóbulos de gordura, composta por frações de caseína, que aumentam a repulsão dos novos glóbulos formados;
- c) Inativação da enzima aglutinina, em virtude da temperatura do processo (80°C).

Anteriormente ao processo, os glóbulos possuem diâmetro variando de 1-20 micras. Após a homogeneização passam a ter entre 1 e 2 micras, com um aumento da quantidade de glóbulos presentes. Esse aumento influencia nas características sensoriais do leite, pois neste leite homogeneizado há uma maior quantidade de moléculas de gordura para entrarem em contato com as papilas gustativas, o que acarreta um sabor mais pronunciado. Além disso, quando a luz incide sobre o leite, por haver um maior número de moléculas ocupando os espaços anteriormente vazios, há uma maior reflexão da luz e o leite se torna mais opaco, o que visualizamos como um leite mais branco.

Existem dois tipos de homogeneizadora: de pistão e a centrífuga. A homogeneizadora centrífuga é semelhante a centrífuga desnatadeira, mas na saída do leite

existem uma turbina acoplada. Ao girar em alta velocidade, a turbina promove a ruptura dos glóbulos de gordura por cavitação, devido à alta velocidade do creme junto aos dentes estacionários. Esse equipamento é mais utilizado para estabelecimentos que processem menores volumes de leite. A homogeneizadora de pistão é o equipamento mais comum de ser encontrado e seu princípio de funcionamento é forçar o produto de encontro a uma válvula homogeneizadora, à alta pressão. Assim, o leite passará através de pequenas aberturas a velocidade de 200-250m/segundo sob pressão de 2.000 a 3000 psi e através de cisalhamento, impacto, explosão e cavitação, os grandes glóbulos de gordura são fracionados a pequenos glóbulos.

Para o leite pasteurizado, a homogeneização só é obrigatória para o leite pasteurizado tipo A, seja integral ou semidesnatado (BRASIL, 2018a). Já para o leite UHT, este processo é obrigatório e está relacionado com a estabilidade física do produto durante o longo prazo de validade (geralmente de 4 meses ou mais). Se o leite UHT não fosse homogeneizado, grande parte da gordura presente iria se separar e formar uma camada de gordura na superfície da embalagem.

### 3 PASTEURIZAÇÃO

Para a pasteurização do leite, poderá ser utilizado o sistema de fluxo contínuo em pasteurizador de placas (pasteurização rápida) ou o leite será pasteurizado dentro de tanques de camisa dupla (pasteurização lenta), em um sistema de batelada. Ambos os processos apresentam a eficácia comprovada e são permitidos pela legislação, no entanto, em virtude das características dos equipamentos empregados em cada processo, a pasteurização rápida é mais eficiente em relação aos efeitos contra os microrganismos.

#### 3.1 Pasteurização lenta

A pasteurização lenta também conhecida pela sigla em inglês, “Low Temperature, Long Time” (Temperatura Baixa, Tempo Longo) é um processo regulamentado na legislação brasileira (BRASIL, 2017).

Após a filtração, no sistema de pasteurização lenta, o leite é transferido para um tanque de dupla camisa onde será aquecido por transferência de calor indireta de calor na faixa de 63° C a 65°C durante 30 minutos.

O aquecimento é realizado no interior da camisa dupla do tanque e o leite é aquecido ao entrar em contato com a superfície interna do equipamento. Geralmente é utilizada água superaquecida ou mesmo vapor d’água para o aquecimento. Para garantir a homogeneidade do processo, esse tanque deve possuir um mecanismo

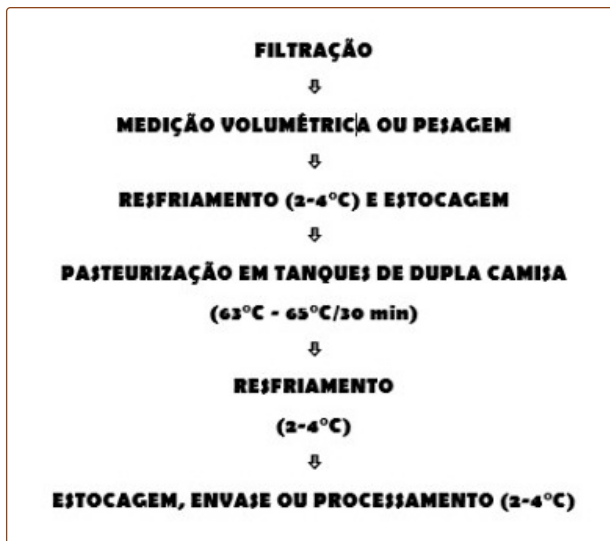
agitador que além de auxiliar a distribuição uniforme do calor, evita a separação da gordura do leite durante o tempo do processo. No entanto, é importante que essa agitação seja lenta a fim de evitar a formação de espuma, o que comprometeria a eficiência do tratamento térmico uma vez que o ar contido na espuma não é um bom condutor de calor, gerando regiões com temperaturas menores, inclusive abaixo do limite mínimo aceitável.

Completado o tempo de pasteurização, a água de aquecimento é retirada da camisa dupla e começa a circulação de água resfriada, sendo o leite resfriado a 2°C - 4°C, seguindo para a etapa de envase ou para um armazenamento asséptico para posterior utilização. Em queijarias que produzem queijo logo após a pasteurização é comum o resfriamento até 30° C a 32° C, que é a temperatura frequentemente utilizada no início do processo de fabricação de queijos.

Preferencialmente a pasteurização lenta é utilizada em pequenos estabelecimentos que trabalham com volumes menores de leite, uma vez que o processo que ocorre em batelada é demorado e geralmente os equipamentos não possuem uma capacidade de volume muito grande.

O fluxograma das etapas realizadas na pasteurização lenta pode ser visualizado abaixo (Figura 1):

**Figura 1** - Fluxograma da pasteurização lenta do leite.



Fonte: Elaboração própria

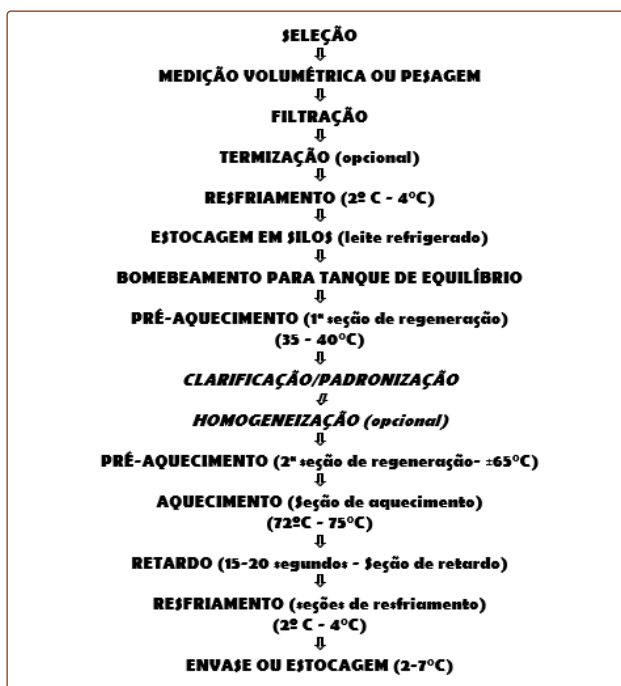
### 3.2 Pasteurização rápida

A pasteurização rápida (HTST), “High Temperature, Short Time”, é um sistema amplamente utilizado pela indústria láctea, uma vez que é etapa comum em diversos fluxogramas de elaboração de derivados lácteos, tais como iogurte, queijos e creme de leite. Sob aspectos comerciais, atualmente o leite pasteurizado apresenta uma redução nas vendas quando comparado com o leite UHT, principalmente devido a praticidade que este último apresenta, pelo seu elevado prazo de validade e facilidade de transporte e de armazenamento.

Na pasteurização rápida, o binômio tempo e temperatura utilizado é 72° C a 75° C, por 15 a 20 segundos e o processo é realizado em trocadores de calor a placas (pasteurizador a placas). Este equipamento é dotado de várias seções específicas, onde o leite cru é primeiramente pré-aquecido, depois pasteurizado e posteriormente refrigerado. Uma das vantagens deste sistema são os diversos mecanismos de controle de processo, garantindo uma maior eficiência na destruição dos microrganismos.

O fluxograma completo das etapas realizadas na pasteurização rápida pode ser visualizado abaixo (Figura 2):

**Figura 2** - Fluxograma da pasteurização rápida do leite.



Fonte: Elaboração própria

### 3.3 Detalhes do pasteurizador a placas (pasteurização rápida)

A primeira parte do sistema de pasteurização que o leite entra em contato é o Tanque de Equilíbrio, que é um tanque equipado por um sistema de controle de fluxo de volume. Sua função é manter constante a entrada de leite para dentro do equipamento, evitando possíveis variações entre o fluxo nominal normal e o fluxo real de entrada de leite, assim como a entrada de ar.

O leite é então direcionado para a Seção de Regeneração do pasteurizador, que é uma seção dividida em duas partes. Na 1ª Seção de Regeneração do pasteurizador, o leite cru refrigerado (2°C - 4°C) é aquecido em torno de 35°C - 40°C. O aquecimento do leite a esta temperatura visa a diminuição da viscosidade do leite, facilitando a centrifugação.

Este leite é aquecido por condução de calor das placas pelo contrafluxo de leite quente (já pasteurizado) que está saindo da 2ª Seção de Regeneração. O leite aquecido já pasteurizado que está saindo do aquecimento e retardamento perde calor para o leite cru refrigerado que está entrando no sistema. Assim, mutuamente, ocorre um pré-aquecimento e um pré-resfriamento. A grande vantagem deste arranjo é a economia de energia.

Geralmente, após a passagem do leite na 1ª Seção da Regeneração, o leite é desviado para uma centrífuga padronizadora ou desnatadeira. Importante citar que tanto o leite como o creme obtido ainda estão crus. Após a centrifugação, o leite retorna para segunda Seção de Regeneração onde será aquecido a 62°C - 65°C pelo leite que acabou de ser pasteurizado. Esse desvio também tem objetivos econômicos, pois para a melhor eficiência da centrifugação, por estar relacionada à gordura, é necessário aquecer o leite. Desta, forma, consegue-se este aquecimento associado a outro processo.

Seguindo, o leite é direcionado a Seção de Aquecimento, onde será aquecido com água quente ou vapor, alcançando a faixa de temperatura entre 72°C - 75°C. A próxima etapa é a Seção de Retardo, onde o leite que foi recém aquecido permanece retido, completando o tratamento térmico do leite. Esta fase é um importante ponto crítico de controle, onde deve ser verificado de forma rigorosa o binômio tempo-temperatura.

Seguindo o fluxo, o leite já pasteurizado e ainda aquecido volta para a para 2ª Seção de Regeneração e em seguida para 1ª seção de regeneração perdendo calor para o leite que está entrando. Com isso o leite vai esfriando sendo enviado para seção de resfriamento do sistema a placas.

A Seção de Resfriamento possui duas etapas: refrigeração com água fria, depois com água gelada a 2°C, sendo bombeado para os tanques de armazenagem de leite pasteurizado para ser utilizado posteriormente ou para o envase.

Observações importantes:

- a) As indústrias que processam o leite pasteurizado deverão ser providas de termorreguladores e termoregistradores acoplados ao pasteurizador com a finalidade de registrar continuamente toda e qualquer variação de temperatura e tempo;
- b) O tratamento térmico do leite tem como objetivo a destruição de bactérias patogênicas, quase totalidade das bactérias deteriorantes e inativar as enzimas do leite. Este tratamento deverá conservar ao máximo as características físico-químicas, sensoriais e nutricionais do produto. Tem a vantagem de ser rápido e economizar calor na seção de regeneração do pasteurizador (recuperação de 80-90% do calor).

### **3.4 Mecanismos de segurança do processo**

Os processos de pasteurização (lenta e rápida) apresentam eficácias distintas em relação à destruição de microrganismos, sendo que a pasteurização rápida é mais eficiente que o processo lento. Dentre os fatores associados a essa melhor ação, destacam-se:

- a) Válvula derivativa de fluxo: essa válvula faz com que o leite que após o aquecimento não alcançou a temperatura entre 72° C a 75° C, retorne ao início do processo (tanque de equilíbrio) para ser efetivamente pasteurizado;
- b) Pressão positiva do leite pasteurizado: como na seção de regeneração de calor há o fluxo e contrafluxo de leite cru e leite pasteurizado, separados pelas placas do pasteurizador. Se houvesse um microfuro em alguma placa, poderia ocorrer a contaminação do leite pasteurizado pelo leite cru. No entanto, como a pressão do leite pasteurizado é maior durante a passagem por estas placas, se houvesse um furo, seria o leite pasteurizado que contaminaria o leite cru, o que não caracterizaria um problema de saúde pública;
- c) Termo-controlador e termo-registrador onde todo o processo pode ser controlado e verificado.

### **3.5 Análises realizadas no leite pasteurizado**

Após o beneficiamento do leite, serão coletadas amostras nas embalagens e nos tanques de estocagem de leite pasteurizado para verificar a conformidade dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

**Análises físico-químicas:**

- a) Acidez titulável: de 0,14 a 0,18 em g de ácido láctico/100mL;
- b) Gordura: mínimo de 3,0g/100g para o integral; 0,6 a 2,9g/100g para o semidesnatado; e máximo de 0,5g/100g para o desnatado;
- c) Estabilidade ao alizarol 72%, ESD, crioscopia.
- d) Densidade relativa 15/15°C: 1,028 a 1,034 g/ml para o integral; e 1,028 a 1,036 g/ml para o semidesnatado ou desnatado;
- e) Índice crioscópico entre -0,530°H e -0,555°H, equivalentes a -0,512°C e a -0,536°C, respectivamente;
- f) Teor de sólidos não gordurosos: a) mínimo 8,4 g/100g com base no leite integral; e para os demais teores de gordura, esse valor deve ser corrigido pela fórmula Sólidos Não Gordurosos g/100g = 8,652 - (0,084 x Gordura g/100g);
- g) Proteína total mínima de 2,9g/100g;
- h) Lactose anidra mínima de 4,3g/100g; e
- i) Testes enzimáticos: prova da fosfatase negativa e prova de peroxidase positiva.

**Análises Bacteriológicas**

O leite pasteurizado deve apresentar as contagens de *enterobacteriaceae* seguindo o critério microbiológico descrito na Instrução Normativa número 76, (BRASIL, 2018) (Quadro 1):

**Quadro 1** - Critério microbiológico para o leite pasteurizado

Parâmetro	N	c	m	M
Enterobacteriaceae (UFC/mL)	5	2	<1	5

Onde: N = número de amostras; c = critério de aceitação; n = limite mínimo; M = limite máximo

Fonte: IN 76 (BRASIL, 2018b)

**4 TRATAMENTO UHT**

O leite UHT é o leite que é submetido a um tratamento térmico drástico, por um tempo bem curto, sendo obrigatório o processo de homogeneização (BRASIL, 1997). No RIISPOA, Art. 256, está contida a seguinte definição do leite UHT: “Entende-se por processo de ultra alta temperatura (UAT ou UHT) o tratamento térmico aplicado ao leite a uma temperatura entre 130°C (cento e trinta graus Celsius) e 150°C (cento e cinquenta graus Celsius), pelo período de dois a quatro segundos, mediante processo de fluxo contínuo, imediatamente resfriado a temperatura inferior a 32°C (trinta e

dois graus Celsius) e envasado sob condições assépticas em embalagens esterilizadas e hermeticamente fechadas.” (BRASI, 2017, alterado por BRASIL, 2020). O mesmo artigo indica que é proibido o reprocessamento do leite UAT para consumo humano direto, o que muitos consumidores ainda acreditam ser verdade.

Uma das principais características do leite UHT é o elevado prazo de validade comercial, geralmente de quatro a seis meses, o que representa vantagens aos fabricantes, comerciantes e consumidores. Também, pelas condições do processo de elaboração, não necessita ser submetido à refrigeração durante o período de estocagem.

Para o consumidor, o principal ganho é em relação à conveniência e praticidade, pois não há a necessidade de ir diariamente às lojas varejistas (supermercado, padarias etc.) para obter o produto; tem a facilidade no armazenamento antes e durante o consumo, além de poder fazer um estoque na sua residência. O produtor (indústria) pode atingir mercados geograficamente mais distantes, simplificar as entregas, baratear o transporte (uma vez que não necessita de refrigeração) e eliminar o retorno dos produtos não vendidos. O varejista terá um manejo mais simplificado e uma redução dos custos pela eliminação dos espaços refrigerados para exposição do produto, além de um planejamento de estoque mais simplificado.

O tempo de validade do leite UHT e sua estabilidade comercial são originados pelos seguintes fatores:

- a) Qualidade da matéria prima: o leite destinado ao tratamento UHT não deve apresentar sinais de acidificação, uma vez que este fator é uma das principais ocorrências que acarreta o desbalanceamento salino principalmente entre o cálcio micelar e o solúvel
- b) Tratamento térmico: o aquecimento elevado (130° C a 150° C) por um período curto (2 a 4 segundos) está relacionado com uma boa efetividade na destruição de formas vegetativas de microrganismos que estejam contaminando o leite;
- c) Homogeneização: o processo de homogeneização impede que a gordura se separe e forma uma camada superficial de creme na embalagem do produto, o que seria considerado um defeito indesejável pelo consumidor;
- d) Uso de estabilizantes: a utilização de agentes estabilizantes auxilia o sistema proteico a suportar o tratamento térmico intenso, reduzindo problemas de aumento de viscosidade e precipitação durante o aquecimento ou durante o longo período de estocagem. Hoje em dia, algumas indústrias já conseguem produzir leite UHT com prazo de validade idêntico sem a utilização desses estabilizantes;

- e) Envase asséptico: a colocação do produto recém-processado em embalagens assépticas e esterilizadas, em um ambiente livre de contaminações é fundamental para assegurar o tempo de validade do produto.

#### 4.1 Recepção e seleção do leite cru

Uma das fases mais importantes para o beneficiamento do leite UHT é a seleção do leite, que além de atender todos os padrões determinados para o leite cru refrigerado, deve apresentar certas características para assegurar a aptidão para o tratamento térmico drástico:

- a) Estabilidade ao calor: qualquer fator que esteja relacionado ao desbalanceamento dos minerais entre as fases micelar e aquosa pode reduzir a estabilidade térmica do leite, acarretando a separação de fases, formação de grumos ou problemas com o excesso de viscosidade;
- b) Presença de bactérias esporuladas: os esporos bacterianos podem resistir ao tratamento térmico UHT e ocasionar problemas no produto já elaborado, como estufamento de embalagens pela produção de gás (*Clostridium butyricum* e *C. tyrobutyricum*) e outros esporulados. Também podem estar associados com casos de toxinfecções alimentares;
- c) Presença de bactérias psicotróficas: o tempo excessivo de estocagem do leite cru sob refrigeração (acima de 48 horas) pode acarretar a seleção de bactérias psicotróficas capazes de produzir enzimas termoresistentes que resistem ao processamento UAT e ocasionam alterações do produto durante a estocagem (modificação do sabor, aroma e viscosidade).

A fim de assegurar a qualidade do aquecimento, um dos procedimentos utilizados é a realização de testes de alizarol e/ou etanol com concentrações maiores que as recomendadas pela legislação (72°Gl), usualmente utilizadas para leite pasteurizado. Assim, na produção de leite UAT são empregadas concentrações entre 74°- 80°Gl. Os referidos testes agem como um agente desidratante da camada de água em torno da proteína do leite, mimetizando a ação do aquecimento. Desta forma, quando maior for a concentração alcoólica, maior é a robustez do teste e sua capacidade de detectar pequenas variações na estabilidade térmica do leite testado.

#### 4.2 Etapas do processamento UHT

No processo UHT as etapas de pré-beneficiamento tais como: filtração, bombeamento, termização, estocagem são as mesmas já descritas para o leite

pasteurizado. A termização do leite é quase que obrigatória para o processo UHT pois reduz a quantidade de enzimas e de microrganismos psicrotróficos, melhorando a qualidade do leite após processamento e reduzindo defeitos durante a estocagem.

Como todo leite UHT deve ser obrigatoriamente homogeneizado, este processo ocorre de forma rotineira, podendo ser realizado antes ou depois do tratamento térmico, dependendo dos equipamentos utilizados. A obrigatoriedade da homogeneização relaciona-se com o tempo elevado de estocagem, uma vez que no leite não homogeneizado, haveria a separação e aglutinação da gordura, com formação de uma camada de creme na superfície do leite.

No processamento do leite UHT podem ser utilizados basicamente dois métodos de aquecimento: 1) aquecimento direto; 2) aquecimento indireto.

No sistema direto o vapor de aquecimento entra em contato diretamente com o leite, podendo ser por infusão (mais raro) ou injeção de vapor (mais usado). No sistema de injeção de vapor, o vapor é injetado no leite, enquanto no sistema de infusão de vapor, o leite é borrifado em câmara com vapor sob alta pressão. É fundamental que a qualidade do vapor utilizado seja adequada e que a tubulação de transporte do vapor não esteja com problemas de manutenção, uma vez que o vapor irá entrar em contato direto com o leite. Uma das vantagens deste sistema é a rapidez no qual o leite alcança a temperatura alvo (130° C a 150° C), justamente pelo contato direto do leite com o vapor. Este fato acarreta menores efeitos deste método de aquecimento nos constituintes do leite e nas características nutricionais e sensoriais.

Já no aquecimento indireto, o leite é aquecido por meio da troca de calor com a superfície interna do equipamento. Geralmente são utilizados trocadores tubulares. A velocidade deste processo de condução de calor da superfície até o leite é mais lenta, com menor eficiência o processo. Assim, o leite permanece mais tempo até atingir a temperatura desejada, o que pode aumentar as alterações causadas pelo aquecimento.

No método indireto o custo é ligeiramente menor, pois as instalações são menos complexas e a recuperação de calor é bem mais fácil. Em compensação a qualidade do produto pelo método direto é bem melhor pelo curto tempo que o leite permanece a altas temperaturas além de não possuir o problema de formação de partículas coaguladas de leite. Além disso, as máquinas podem trabalhar em um ciclo de 20 horas sem interrupção. Já o método indireto trabalha em ciclos de 6 a 10 horas quando possui baixa eficiência de recuperação de calor e 14 a 16 horas com alta eficiência de regeneração.

Em relação ao processo de homogeneização, no aquecimento direto é necessário que ocorra a homogeneização após a fase de aquecimento do produto, sendo necessário a utilização de uma homogeneizadora asséptica, o que eleva os custos. Já no processo indireto, a homogeneização ocorre entre as fases de pré-aquecimento e aquecimento.

O uso de agentes estabilizantes tais como o Citrato de sódio, monofosfato, difosfato e trifosfato de sódio é permitido em virtude do tratamento térmico drástico. A quantidade máxima de permitida é 0,1 g/100 mL na base de fosfato (BRASIL, 1997). Estes agentes agem protegendo o sistema proteico em relação ao forte aquecimento que o leite será submetido, evitando problemas de separação de fases, aumento de viscosidade e precipitação de proteínas. Destacam-se entre as ações dos estabilizantes:

- a) **Ligação com o cálcio iônico:** Quanto maior o conteúdo de cálcio iônico presente no leite, maior será a perda de estabilidade durante o aquecimento, em virtude de ocorrer um maior número de ligações deste cálcio com a micela e conseqüente redução da carga negativa da micela. Assim, os estabilizantes agem por meio da ligação ao cálcio, com diminuição dos fatores supracitados;
- b) **Ligação com as micelas de caseína:** os estabilizantes se ligam às micelas de caseína, aumentando estabilidade e reduzindo precipitação;
- c) **Aumento do pH:** durante o aquecimento ocorre ligeira diminuição do pH, assim os estabilizantes agem corrigindo a redução ocorrida durante aquecimento em virtude da sua característica mais alcalina.

Apesar da utilização de agentes estabilizantes ser uma opção que origina maior garantia ao estabelecimento processador, por evitar os problemas relacionados ao excesso de calor agindo sobre o sistema proteico do leite, algumas indústrias estão optando por não utilizar essa adição. O principal argumento é atender parte do mercado consumidor que atualmente está procurando produtos livres de aditivos químicos. Nestes casos, é fundamental que a matéria prima utilizada não tenha traço algum de desbalanceamento entre os constituintes minerais e as proteínas e que o tratamento térmico seja realizado de forma mais controlada possível. Deste modo, o leite destinado a esse tipo de processo não deve apresentar sinais de acidificação, assim como nenhum outro problema metabólico do animal que possa alterar esse equilíbrio salino no leite.

É importante citar que os estabilizantes são ingredientes regulamentados de uso seguro para alimentos, não apresentando risco a quem consome. Além disso, estes mesmos já estão presentes na constituição normal do leite, porém em menores quantidades.

O binômio tempo-temperatura utilizado no tratamento UHT foi designado visando a destruição do *Bacillus stearothermophilus* e do *B. subtilis*, que são um dos microrganismos mais termoresistentes e com capacidade de produzir esporos. No entanto, em termos de saúde coletiva, é importante considerar a destruição do *Clostridium botulinum* e outros possíveis bacilos patogênicos.

### 4.3 Requisitos microbiológicos e físico-químicos

Em relação as exigências da legislação, a portaria 370 (BRASIL, 1997), indica que o leite UHT não deve ter microrganismos capazes de multiplicar em condições normais de armazenamento e distribuição. Também recomenda o teste de incubação na embalagem fechada a 35-37°C, durante 7 dias, devendo atender os requisitos abaixo (Quadro 2):

**Quadro 2** - Requisitos microbiológicos do leite UHT

	Critério de Aceitação			
Requisito	N	c	m	Método de análise
Aeróbios Mesófilos (UFC/ mL)	5	0	100	FL100B:191

Onde, n = número de amostras; c = critério de aceitação; m = limite.

Fonte: Modificado de BRASIL, 1997.

Em relação aos requisitos físico-químicos de qualidade, o leite UHT deve apresentar (Quadro 3):

**Quadro 3** - Requisitos físico-químicos do leite UHT

Requisitos	Leite integral	Leite Semi desnatado	Leite desnatado
Matéria Gorda % m/v	Min. 3,0	0,6 a 2,9	Máx. de 0,5
Acidez g ac. láctico/100ml	0,14 a 0,18	0,14 a 0,18	0,14 a 0,18
Estabilidade ao Etanol 68% (v/v)	Estável	Estável	Estável
Extrato seco desengordurado % (m/m)	Mín. 8.2	Mín. 8.3	Mín. 8.4

Fonte: Modificado de BRASIL, 1997.

Como verificação da qualidade do processo e para a determinação do padrão interno da fábrica após o aquecimento e o envase, são coletadas diversas amostras de leite para testes físico-químicos (crioscopia e composição) e testes de embalagem

(presença de microfuros e verificação das soldas transversais e longitudinais). Também, algumas amostras são coletadas para testes microbiológicos, com incubação em diferentes temperaturas por períodos que variam de 7 dias até o fim do prazo de validade do produto.

#### 4.4 Processo térmico

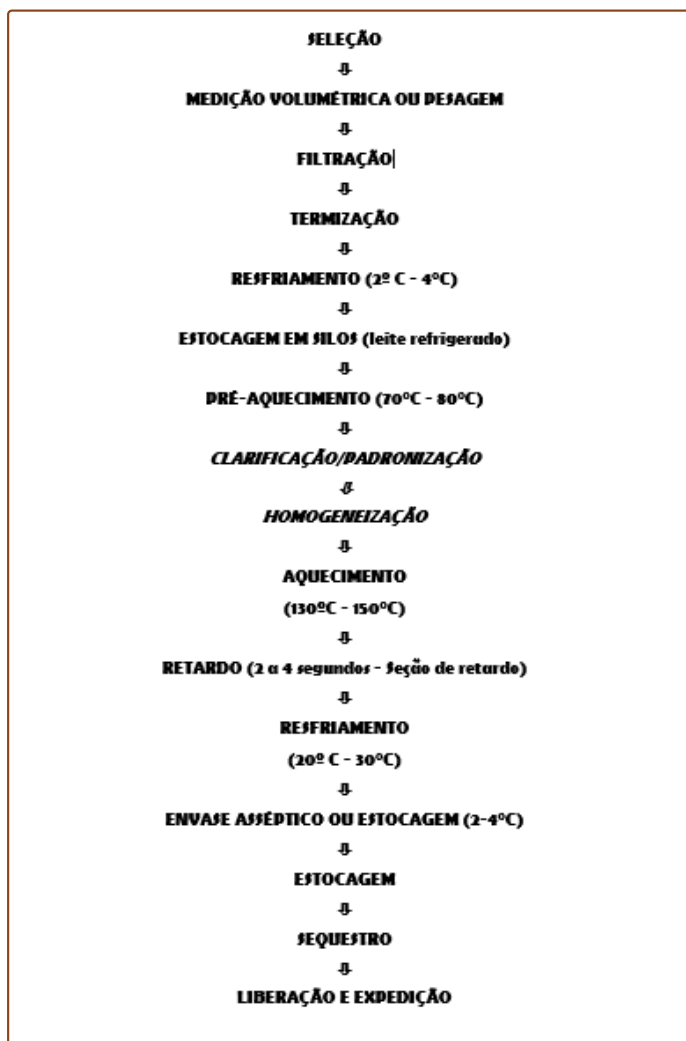
A etapa de tratamento térmico do leite UHT inicia-se com um aquecimento indireto tubular na seção de regeneração do equipamento, onde ocorre um pré-aquecimento do leite.

A primeira seção por onde o leite circula é chamada de Seção de Recuperação de calor ou regeneração porque é aquecido por condução de calor pelo leite já aquecido que está saindo do equipamento. Na Seção de Regeneração o leite é aquecido à 70°C - 80°C de durante 60 - 120 segundos. Este aquecimento visa à destruição de boa parte dos microrganismos e a estabilização das proteínas (complexação das proteínas do soro nas micelas de caseína). Em seguida, a pressão do produto é elevada por uma bomba para até 4 atm (atmosferas), evitando assim que o leite entre em ebulição no aquecimento posterior. Após o aumento da pressão, a temperatura do produto é elevada 130°C - 150°C, podendo ser no processo direto ou indireto. O leite é então mantido nesta faixa de temperatura durante 2 a 4 segundos na Seção de Retardamento.

Após o aquecimento, o leite é submetido a um resfriamento rápido em torno de 75°C - 80°C em uma câmara de expansão sob vácuo (0,4 atm), a fim de possibilitar a evaporação do vapor de água que foi absorvida durante o aquecimento direto. Nesta câmara também ocorrerá a remoção de oxigênio do produto, retardando assim os processos de rancificação oxidativa, além de retirar componentes voláteis de baixo peso molecular, que contém grupos sulfidrilas relacionados ao sabor e odor de leite cozido. Após essa câmara, uma bomba centrífuga irá encaminhar o leite até um homogeneizador asséptico e em seguida o leite será resfriado a aproximadamente 20°C, podendo seguir para uma máquina de envase asséptico ou para armazenamento intermediário em tanques assépticos antes de ser envasado.

O fluxograma completo das etapas realizadas no tratamento UHT de forma indireta pode ser visualizado abaixo (Figura 3):

**Figura 3** - Fluxograma do tratamento UHT de forma indireta.



Fonte Elaboração própria

#### 4.5 Envase asséptico

O envase asséptico é definido como um procedimento que consiste na esterilização do material de embalagem com peróxido de hidrogênio a 5% e ar quente 270° C, e posterior envase com o leite UHT. O processo é realizado em ambiente estéril com proteção contra a entrada de microrganismos, umidade e sujidades. Além disso, esta etapa é realizada na ausência de oxigênio.

Geralmente para leite UHT são utilizadas embalagens cartonadas multicamadas ou garrafas de plásticos termoformados.

A maioria das embalagens multicartonadas possuem as seguintes camadas de dentro para fora:

- 1) Polietileno de baixa densidade: impermeabiliza o restante da embalagem no contato com o leite;
- 2) Alumínio: proteção impermeável contra oxigênio, luz e microrganismos;
- 3) Polietileno de baixa densidade: elemento de ligação entre as camadas;
- 4) Papel: garante rigidez e estrutura à embalagem e permite a impressão do rótulo;
- 5) Polietileno de baixa densidade: proteção externa da embalagem.

#### **4.6 Armazenamento**

Após o fechamento, as embalagens de leite são colocadas em embalagens secundárias (caixas de papelão) e são formados paletes, respeitando o empilhamento máximo, sendo armazenadas em temperatura ambiente, em locais arejados e protegido contra as intempéries da natureza.

#### **4.7 Sequestro**

Posteriormente à produção, algumas caixas de leite de cada lote serão mantidas em estufa 35°C - 37°C durante 7 dias, sendo realizados testes físico-químicos (estabilidade ao etanol a 68° GL e acidez - máx. 14-18°D, podendo haver acréscimo de no máximo 2°D em relação ao leite não colocado em estufa), pesquisa de microrganismos mesofílicos, além de avaliações da embalagem e determinação da qualidade sensorial. Após esse período, o leite estará apto para ser comercializado.





## Capítulo 2 Tecnologia de queijos

### 1 INTRODUÇÃO

Os queijos são um dos principais produtos lácteos derivados em virtude da elevada produção e comercialização em todo o mundo. Presume-se que existem mais de 2000 tipos diferentes de queijos, com variações no tipo de leite utilizado, ingredientes e processos de fabricação empregados.

O processo de fabricação de queijos pode ser considerado uma forma de concentração dos sólidos totais do leite, uma vez que durante o processo, os principais sólidos do leite (proteína caseína, gordura e alguns minerais) encontram-se agrupados em uma matriz composta de proteína. Já os componentes solúveis (lactose, minerais, proteínas do soro etc.), são direcionados para a fase aquosa, formando o soro de queijo.

A definição legal de queijo é:

“produto lácteo fresco ou maturado que se obtém por meio da separação parcial do soro em relação ao leite ou ao leite reconstituído - integral, parcial ou totalmente desnatado - ou de soros lácteos, coagulados pela ação do coalho, de enzimas específicas, produzidas por microrganismos específicos, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem adição de substâncias alimentícias, de especiarias, de condimentos ou de aditivos.” (BRASIL, 2017).

Em relação aos termos empregados na definição oficial de queijos, temos alguns aspectos importantes que devem ser elucidados:

- a) Produto fresco ou maturado: os queijos podem ser submetidos a um processo de maturação que visa modificações das características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas (Gouda, Gorgonzola, Prato etc.); no entanto, outros queijos não passam por esse período, sendo classificados como frescos (Minas Frescal, Ricota etc.);
- b) Separação parcial do soro: na separação da massa do queijo e do soro, parte deste permanece retido na massa, formando o soro do queijo; este soro relaciona-se ao teor de umidade do queijo e carrega diversos componentes, tais como proteínas do soro e lactose;
- c) Soro lácteo: alguns queijos são produzidos a partir das proteínas presentes no soro, como por exemplo, a ricota; este tipo de fabricação envolve etapas de aquecimento e acidificação do soro, com perda de estabilidade das proteínas do soro, que coagulam e formam a massa do queijo;
- d) Coagulação por enzimas: a coagulação mediada por enzimas é o processo mais utilizado na fabricação de queijos e origina um produto de massa mais firme; o processo é relativamente rápido, demorando em torno de 40 minutos para sua finalização;
- e) Coagulação por ácidos: a adição de ácidos orgânicos é uma opção para a desestabilização das proteínas do leite, devido aos efeitos do abaixamento do pH; o coágulo formado é menos rígido e o processo é lento, demorando em até 16 horas para ocorrer;
- f) Substâncias alimentícias: diversos ingredientes alimentícios podem ser empregados, de acordo com as características desejáveis nos queijos.

No processo de fabricação, são utilizados agentes coagulantes enzimáticos que podem ser de origem animal, microbiana ou vegetal. As enzimas de origem animal são obtidas a partir do estômago enzimático de ruminantes (abomaso). Já as enzimas de origem microbiana são extraídas dos fungos *Rhizomucor miehei*, *Endothia parasitica* e *Aspergillus niger*. Ainda, existe a utilização de enzimas extraídas de vegetais, porém com pouca significância no mercado. Um exemplo desta utilização é nos queijos da Serra da Estrela de Portugal, que utiliza a inflorescência do cardo (flor roxa tradicional de alguns países da Europa) como agente coagulante.

Já os agentes coagulantes ácidos mais empregados são os ácidos láctico, cítrico e acético, na acidificação direta. Neste caso, o abaixamento do pH é instantâneo e rapidamente obtém-se o coágulo. Pode-se ainda adicionar bactérias produtoras de ácido e esperar até que haja uma grande produção de ácidos pelo metabolismo

bacteriano na utilização da lactose, com abaixamento do pH. Em ambos os casos, o pH deve ficar em torno de 4,6 para que ocorra o processo de coagulação.

## 2 CLASSIFICAÇÃO DOS QUEIJOS

Os queijos são oficialmente classificados de acordo com o teor de umidade e o teor de gordura no extrato seco (GES) (BRASIL, 1996):

- a) **Teor de umidade:**
  - Baixa umidade: Massa dura: até 35,9% ⇒ Parmesão
  - Média umidade: Massa semidura: 36 a 45,9% ⇒ Prato
  - Alta umidade: Massa macia: 46 a 54,9% ⇒ Muçarela
  - Muita alta umidade: Massa mole: superior a 55% ⇒ Minas Frescal
- b) **Gordura no Extrato Seco:**
  - Extra gordo ou duplo creme: > 60% ⇒ Mascarpone
  - Gordo: entre 45 e 59,9% ⇒ Suíço, Gouda
  - Semigordo: 25 e 44,9% ⇒ Muçarela
  - Magros: 10 e 24,9% ⇒ Minas Frescal
  - Desnatados: menos de 10% ⇒ Ricota, Cottage

Ainda seguindo aspectos legais, os queijos podem ser classificados em artesanais ou industriais. Os queijos artesanais são aqueles em que o processo de elaboração está relacionado à tecnologia tradicionais, seguindo preceitos culturais e regionais, a partir de baixa tecnificação e pouco emprego de equipamentos e sem ingredientes industriais fora dos tradicionalmente utilizados. Geralmente estão associados a queijarias, que são propriedades rurais que possuem uma unidade de elaboração de queijos. Já os queijos industriais são aqueles elaborados em estabelecimentos mais tecnificados, com o emprego de equipamentos e instrumentos e técnicas industriais e modernas.

Os queijos ainda podem ser tecnologicamente classificados de acordo com as etapas da fabricação:

- a) **Maturação:**
  - Fresco: pronto para o consumo logo após a retirada da forma;
  - Maturado: precisa de um período para adquirir as características específicas do tipo de queijo;
- b) **Temperatura da massa:**
  - Massa crua: a massa permanece a temperatura ambiente durante as etapas de mexedura;

- Massa semicozida: a massa é aquecida a 40° C a 45° C durante as etapas de mexedura;
  - Massa cozida a massa é aquecida a 50° C a 55° C durante as etapas de mexedura;
- c) **Forma de crescimento de mofo:**
- Mofo interno: queijos onde o microrganismo cresce de dentro para fora, exemplo: queijo Roquefort;
  - Mofo externo: queijos onde o microrganismo cresce de fora para dentro, exemplo: queijo Camembert;

São ainda classificados ou denominados segundo o tipo de leite utilizado (leite de vaca, búfala, ovelha ou cabra) e características específicas do processo de elaboração, a partir da utilização de termos como: massa filada, defumado, massa fundida etc.

### 3 COAGULAÇÃO

O processo de fabricação de queijos se baseia na coagulação das proteínas do leite, seja da caseína, como no caso da maioria dos queijos comercializados, seja das proteínas do soro, como a ricota. Em ambos os casos, são adicionados ingredientes que desestabilizam o sistema proteico, com a formação de uma malha tridimensional de proteína que aprisiona principalmente os componentes insolúveis do leite (gordura e minerais ligados às proteínas), mas que também retém alguns dos solúveis (lactose, minerais solúveis, microrganismos etc.).

Existem dois tipos básicos de coagulação: ácida e enzimática.

A coagulação ácida relaciona-se com o efeito do abaixamento do pH (acidificação) na caseína, sendo mediada pela ação de ácidos adicionados ou produzidos por bactérias. A adição de ácidos é chamada de acidificação direta e se baseia na incorporação de ácidos orgânicos, como o láctico, cítrico ou acético ao leite, sendo o ácido láctico o mais utilizado. É um processo mais rápido para a obtenção da massa, mas por não utilizar bactérias pode ser considerado menos eficiente na formação de sabor, pois a adição de bactérias envolve um metabolismo complexo, que resulta na produção de compostos aromáticos diferenciados. Quando se adicionam bactérias para a acidificação, geralmente são utilizadas bactérias lácticas com grande perfil de acidificação, como por exemplo o *Streptococcus thermophilus*. Estes microrganismos utilizam a lactose no seu metabolismo e produzem diversos componentes, principalmente ácido láctico, que progressivamente abaixa o pH

do leite. Além do ácido láctico, entre os componentes produzidos pelas bactérias lácticas destacam-se componentes aromáticos (acetaldeídos, ácidos cítrico, acético e propionico, diacetil, acetoína entre outros).

Enquanto a acidificação direta é um processo quase que imediato à colocação do ácido, a acidificação por bactérias lácticas demanda um tempo mais elevado, para que ocorra a fermentação da lactose e a formação dos compostos aromáticos desejados. Este tempo pode variar de 4 horas até 24 horas, dependendo das condições de fermentação e tipo de bactéria adicionada.

O valor de pH do leite normal é aproximadamente 6,6 e as micelas de caseínas são negativamente carregadas. Com a presença de ácido láctico, ocorre a dissociação deste e a liberação de  $H^+$  com a progressiva neutralização das cargas negativas na superfície das micelas de caseína. O aumento da acidificação e a presença de grupos de  $H^+$  livres vão gradualmente abaixando o pH do leite até o ponto isoelétrico médio das frações de caseína (valor de pH 4,6). Na proximidade do ponto isoelétrico, ocorre uma retração da camada hidrofílica da  $K$ -caseína, desestabilizando a micela e induzindo uma agregação das proteínas. Também, com a redução do pH, o fosfato de cálcio micelar começa a se dissolver, o que reduz a coesividade interna da micela. Além disso, a redução do pH até próximo ao ponto isoelétrico diminui a repulsão eletrostática, acarretando uma aproximação entre as micelas e um aumento das forças hidrofóbicas. Por último, a redução do pH acarreta uma diminuição da hidratação da micela, o que também está relacionada com a sua desestabilização. Todas estas ocorrências culminam na formação de agregados proteicos e coagulação das micelas.

Já a coagulação enzimática ocorre em virtude da ação de enzimas específicas na micela de caseína. Estas enzimas são as quimosinas, no entanto, outras como a tripsina e a pepsina também tem capacidade de coagular o leite, porém são mais inespecíficas, agindo em sítios de ligação diferentes dos desejados.

As enzimas adicionadas agem na  $\kappa$ -caseína, entre os resíduos de aminoácidos 105 (fenilalanina) e 106 (metiolina). A  $\kappa$ -caseína possui 169 resíduos de aminoácidos e essa proteólise ocorre dividindo a proteína em duas frações, uma região hidrofóbica (1 a 105) e uma região hidrofílica (106 a 169). A região hidrofóbica se junta às frações  $\alpha$ - e  $\beta$ -caseína, e posteriormente formará a massa do queijo. Essa fração é denominada para-kapa-caseína. Já a região hidrofílica, por ser solúvel, é transferida para o soro. Esta fração é denominada caseino-macro-peptídeo (CMP) e é utilizada para a detecção da fraude por adição de soro de queijo ao leite. Após a ação enzimática e em virtude da perda da parte hidrofílica da  $\kappa$ -caseína (responsável pela estabilidade das micelas), ocorre uma redução das forças de repulsão

entre as micelas e uma progressiva aproximação devido às interações hidrofóbicas. Ao mesmo tempo, sem a presença da parte hidrofílica da  $\kappa$ -caseína, as micelas apresentam um aumento da sensibilidade ao cálcio, devido à exposição do fosfato micelar. Com a redução da distância entre as micelas ocorrem ligações dos fosfatos ligados às micelas com o cálcio solúvel presente no meio. A formação do fosfato de cálcio e a presença de forças hidrofóbicas entre as micelas levam a agregação das proteínas e formação da massa de queijo. Todo o processo de coagulação enzimática demora entre 30 e 50 minutos.

## 4 INGREDIENTES

Na elaboração de queijos podem ser utilizados diversos ingredientes com a finalidade de possibilitar o processo de elaboração ou originar as características sensoriais desejadas e específicas no queijo pronto. Entre estes ingredientes, destacam-se:

- a) **Microrganismos:** geralmente são utilizados dois grupos de microrganismos: primários e secundários. Os primários são aqueles responsáveis pela metabolização inicial da lactose, com a conversão até ácido láctico e consequente acidificação. Apresentam também funções relacionadas as características sensoriais como desenvolvimento de sabor e aroma. Destacam-se nesse grupo os gêneros *Streptococcus*, *Lactobacilus*, *Leuconostoc* e *Lactococcus*. Os secundários são os mais específicos de cada tipo de queijo, sendo responsáveis por modificações ocorridas principalmente durante a maturação. São exemplos destas modificações: desenvolvimento de sabor, aroma e textura; formação de olhaduras; e, alterações no aspecto, tais como modificação na cor por crescimento de mofos. Destacam-se nesse grupo os gêneros *Propionibacterium* e *Penicillium*;
- b) **Cloreto de cálcio:** a função deste ingrediente é repor parte do cálcio solúvel que foi insolubilizado em virtude do tratamento térmico do leite. Como o cálcio solúvel é importante para a coagulação, é importante essa adição para melhorar a firmeza da coalhada formada e a textura e o rendimento da fabricação;
- c) **Corante:** os corantes são utilizados dependendo da cor tradicional do tipo de queijo fabricado. Geralmente são carotenoides como os derivados do urucum ou extraídos de fontes naturais ou corantes sintéticos. O carmim de cochonilha também é utilizado;
- d) **Agentes conservantes:** geralmente relacionados a proteção da superfície dos queijos, com destaque para a natamicina, lisina, ácido sórbico entre outros;

- e) Cloreto de sódio: tem a função de salgar e proteger o queijo;
- f) Sólidos lácteos: são utilizados principalmente como agentes texturizantes em queijos cremosos;
- g) Condimentos: diversos condimentos podem ser utilizados com o intuito de alterar positivamente as características sensoriais dos queijos, destacam-se as ervas e pimentas;
- h) Agentes coagulantes: geralmente são os últimos a serem adicionados ao leite, principalmente os agentes coagulantes enzimáticos. São os responsáveis pelo desenvolvimento do processo de coagulação da proteína. Destacam-se os coagulantes a base de enzimas animais, microbiana ou vegetais. Bactérias lácticas e ácidos orgânicos em virtude da acidificação e abaixamento do pH também são utilizadas como agentes de coagulação em processo de coagulação ácida. O uso do calor também apresenta efeitos na coagulação das proteínas, como o processo utilizado concomitantemente a acidificação na fabricação de ricota.

## 5 ETAPAS DO PROCESSO

A seguir será descrito o processo básico de elaboração de queijos. Outras etapas poderiam ser incluídas nesse processamento dependendo do tipo de queijos a ser elaborado.

### 5.1 Preparo do leite

O leite para a fabricação de queijo deve ser padronizado e pasteurizado. A padronização do leite geralmente é realizada para regular o teor de gordura do leite na faixa de 3,0 a 3,4 g de gordura em cada 100 mL de leite (3,0%). Esse valor de gordura atende a quase todos os padrões de gordura nos queijos, assim como origina uma relação ideal entre a gordura e a proteína, o que influencia positivamente o rendimento e a textura do queijo pronto. No entanto, para queijos mais gordos, pode-se trabalhar com leite com concentrações maiores de gordura ou mesmo adicionar mais gordura na forma de creme de leite. A pasteurização do leite tem como principal objetivo a segurança e qualidade do produto, relacionado a destruição dos microrganismos patogênicos e deteriorantes. Também ocorre inativação de algumas enzimas que poderiam causar modificações durante a maturação. No entanto, ocorrem algumas modificações que podem alterar a funcionalidade do leite pasteurizado para a fabricação de queijos, tais como: modificações estruturais nas proteínas, com aumento do tempo de coagulação; alterações do equilíbrio dos

sais, com insolubilização de parte do cálcio solúvel; formação de ligações dissulfídricas entre a  $\kappa$ -caseína e  $\beta$ -lactoglobulina que sofreu desnaturação. Em excesso, essa alteração pode inviabilizar a coagulação por atrapalhar a ação da enzima coagulante sobre a  $\kappa$ -caseína. Outra modificação que ocorre devido a pasteurização acarreta a destruição das bactérias lácticas desejáveis, que estariam relacionadas ao desenvolvimento de aroma e sabor nos queijos. Assim é comum em leite pasteurizado a adição de bactérias lácticas para repor as destruídas na pasteurização.

**OBS:** no Brasil e no mundo todo é permitida a utilização de leite cru como matéria prima no processamento de queijos maturados. Vale ressaltar que nestes casos há a necessidade de um controle rígido da matéria prima, em relação a presença de patógenos, assim como um controle das boas práticas de fabricação. Essa liberação tem correlação com alterações que ocorrem durante a maturação que protegeriam o queijo contra os possíveis patogênicos presentes, com destaque para: redução do oxigênio na massa do queijo; utilização da lactose residual; e, formação de componentes antimicrobianos pelas bactérias lácticas.

## 5.2 Adição dos ingredientes

Todos os ingredientes adicionados devem ser de qualidade controlada a fim de garantir a qualidade do queijo. Neste momento geralmente são adicionados o cloreto de cálcio, as bactérias lácticas e o agente coagulante. Outros ingredientes como enzimas e conservantes podem ser adicionados nesta etapa também.

## 5.3 Coagulação

A coagulação pode ser enzimática ou ácida. A coagulação enzimática é a mais comum e é utilizada para a maioria dos queijos comercializados, com destaque para: Prato, Minas Frescal e Mussarela. O processo demora entre 30 e 50 minutos. Já a coagulação ácida é realizada pela adição direta de ácidos como o ácido láctico ou pela adição de bactérias lácticas com posterior produção de ácido láctico. Este processo é utilizado para queijos como o Cottage, Petit suisse e Quark, levando em torno de 8 a 12 horas para sua finalização. Após o término do tempo determinado, deve-se verificar o ponto de corte, onde a massa deve se apresentar firme ao corte com uma espátula ou faca, com ligeira separação de soro.

## 5.4 Corte

O corte é a fragmentação controlada da coalhada formada, com a obtenção de cubos ou grãos. Para tal, são utilizadas as liras horizontais e verticais que são passadas no coágulo formado nas direções horizontal, vertical e transversal. A

passagem da lira pode definir o tamanho do grão formado, assim quando mais a lira for passada, menor será o grão. Este processo é fundamental para a definição do teor de umidade do queijo, pois grãos menores possuem uma pequena quantidade de umidade no interior, o que acarreta a produção de queijos com menor teor de umidade. Assim, no processo de fabricação de Minas Frescal, um queijo de alta umidade, o grão após o corte deve possuir de 2,0 cm a 2,5 cm de aresta (distância entre as bordas do grão); já para queijos mais secos, como o Parmesão, que é um queijo de baixa umidade, o grão deve ser cortado em tamanhos pequenos, com cerca de 0,5 cm de aresta.

### 5.5 Repouso

Como os grãos estão bem amolecidos após o corte, aos grãos devem permanecer em repouso por cerca de 2 minutos para firmar a região mais periférica e evitar que os mesmos quebrem em excesso na próxima etapa de mexedura.

### 5.6 Mexedura

Pode ser dividida em duas etapas. A primeira etapa tem a junção de formar os grãos formados, por meio da movimentação mecânica da massa no interior do tanque, de forma bem delicada, fazendo com que o soro saia da parte mais periférica do grão, firmando o mesmo. Geralmente a primeira mexedura demora entre 15 e 45 minutos, dependendo do tipo de queijo. Em alguns queijos se faz a segunda mexedura, que tem como objetivo diminuir umidade do grão, sendo realizada de forma mais vigorosa. O tempo de duração da segunda mexedura é relativo ao tipo de queijo que está sendo fabricado. Dependendo do caso, pode ser acompanhada por aquecimento controlado. Desta forma temos: massa cura: sem aquecimento; massa semicozida, aquecida de 40° C a 45° C; ou massa cozida 50° C a 55° C. Quando maior o aquecimento, maior será a retração do grão e conseqüentemente maior a expulsão do soro do interior do mesmo, originando um queijo mais seco.

### 5.7 Dessoragem

É a retirada parcial do soro que foi liberado da massa durante o corte e a mexedura.

### 5.8 Enformagem

Após a dessora, o queijo é colocado nas formas. O tipo de forma depende do padrão do queijo que está sendo fabricado, variando em tamanho e forma.

### **5.9 Viragem**

De tempos em tempos o queijo deve ser virado dentro da forma, a fim de corrigir imperfeições na casca e garantir uma pressão uniforme em todo o queijo. Faz-se a primeira viragem 30 minutos após a enformagem e depois na frequência de hora em hora em um total de 4 viragens.

### **5.10 Prensagem**

Importante etapa para uniformizar a umidade e compactar a massa. Geralmente são utilizados 10 kg de peso por kg de queijo, em um período de até 16 horas. A prensagem auxilia a formação de casca e regular o teor de umidade. Alguns queijos de massa mole como o Minas Frescal não são submetidos à prensagem.

### **5.11 Salga**

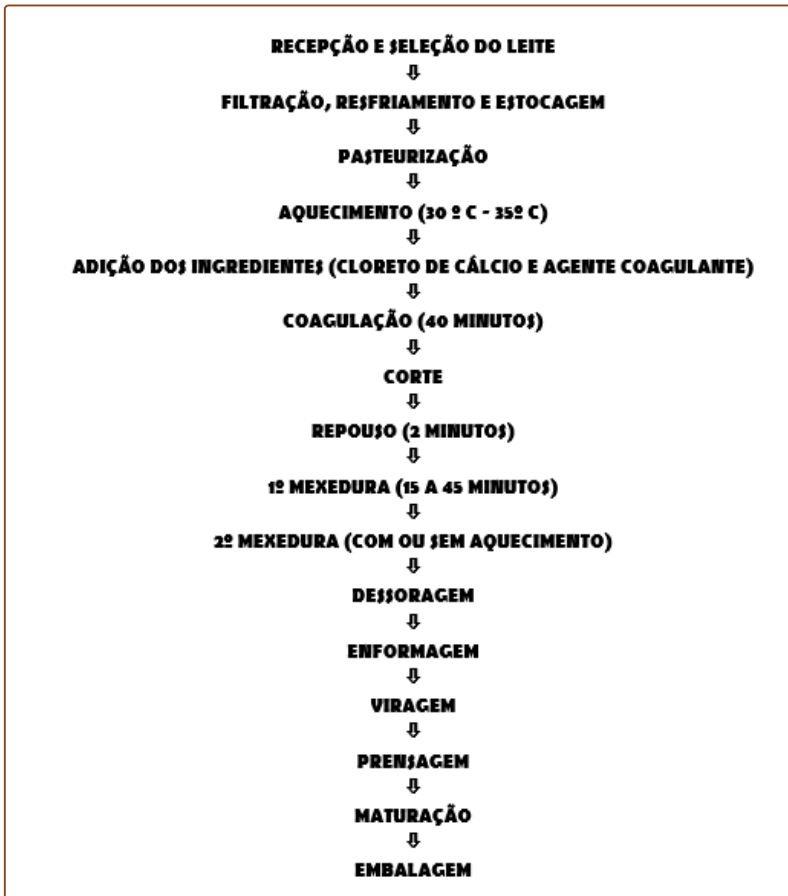
Existem 4 métodos de salga: salga no leite, salga na massa após a dessoragem, salga a seco ou em superfície e salga em salmoura. No Brasil, os métodos que ainda são mais utilizados são salga a seco e em salmoura, sendo realizado após a retirada no queijo das formas. A salga age complementando a dessoragem, auxilia a formação de casca pela maior desidratação da parte externa e atua ainda na seleção da microbiota e no controle atividade enzimática.

### **5.12 Maturação**

Durante a maturação ocorrem diversas alterações físicas, microbiológicas, bioquímicas, nutricionais e sensoriais. A maturação é realizada em câmaras de maturação, com umidade e temperatura controladas. O período de maturação varia de acordo com o tipo de queijo, podendo ser de 2 semanas até mais de um ano. Os agentes de maturação são os microrganismos e enzimas (nativas do leite, residuais do coalho, produzidas por microrganismos ou adicionadas) presentes no queijo. Na maturação o queijo adquire as características de textura, aroma, sabor e aspectos visuais específicos.

O fluxograma das etapas realizadas na fabricação de queijos pode ser visualizado abaixo:

**Figura 4** – Fluxograma básico da produção de queijos.



Fonte: Elaboração própria





## Capítulo 3 Tecnologia de leites fermentados

### 1 INTRODUÇÃO

A primeira vez em que o leite fermentado foi produzido foi presumivelmente de forma acidental por nômades. Originalmente, a popularidade dos produtos fermentados estava restrita ao Oriente Médio e às regiões dos Balcãs e Cáucaso. Hoje em dia possuem uma difusão mundial, principalmente pela relação desses produtos com a melhoria da saúde, a simplicidade da tecnologia de produção de leites fermentados, baixo custo e a longa validade comercial.

Os leites fermentados são o resultado da atividade de microrganismos sobre a matriz leite, seja na forma integral, desnatado ou parcialmente desnatado. A característica de cada produto irá depender das características do substrato (leite), do tipo de microrganismo (s) inoculado (s) e da tecnologia empregada no processamento. Sempre que um destes fatores é alterado teremos um produto diferente, podendo-se dizer que as possibilidades de produção são infinitas.

As modificações que os microrganismos produzem no leite afetam suas propriedades físico-químicas e seu valor econômico, pois transformarão o leite fluido em um produto com validade maior, consistência, sabor, aroma e características nutricionais desejadas. A maioria destas modificações é ocasionada pelas enzimas produzidas pelos microrganismos que irão atuar nas proteínas, lipídios e carboidratos do leite.

O nome genérico leite fermentado se deve ao fato de o leite ser inoculado com culturas iniciadoras de bactérias ácido-lácticas, que convertem parte da lactose do leite em ácido láctico ( $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ ), por meio de um processo biológico conhecido como fermentação. A fermentação também provoca coagulação de

proteínas, em virtude dos efeitos do abaixamento do pH na estrutura da micela. Dióxido de carbono, álcool, ácido acético, diacetil, acetaldeído e outros componentes são formados no processo de conversão e fornecem aos produtos características especiais de textura e aroma.

## 2 DEFINIÇÃO DE LEITES FERMENTADOS

A Instrução Normativa n. 46 (BRASIL, 2007) define: “Entende-se por Leites Fermentados os produtos adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidas por coagulação e diminuição do pH do leite, ou reconstituído, adicionado ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica mediante ação de cultivos de microrganismos específicos.”

Existe uma variedade de leites fermentados e dentre eles encontram-se: iogurte, Leite Fermentado ou Cultivado, Leite acidófilo, Kefir, Kumys e Coalhada. O iogurte é um dos produtos lácteos fermentados mais consumidos no Brasil e possui grande aceitação. Do iogurte clássico consistente foram produzidos uma grande variedade de produtos que também possuem a mesma denominação, mas são muito diferentes do tradicional. No Brasil possui as variedades com creme, “Integral”, “Parcialmente Desnatado” ou “Desnatado” e tipos natural, batido, com aromas, polpas e pedaços, biocompartimentado e tradicional.

## 3 TIPOS DE IOGURTE

- Natural;
- Batido (com frutas, xarope, açúcar, adoçante etc.);
- Cremoso.

**iogurte Natural:** O processo de fermentação ocorre dentro das embalagens finais. Neste tipo de iogurte não ocorre a quebra do coágulo formado, que é firme, brilhante, sem dessora.

**iogurte batido:** O processo de fermentação ocorre em fermentadeiras ou incubadoras com posterior quebra do coágulo. Dependendo da velocidade e do tempo de quebra, pode-se obter iogurte mais líquido, como é o caso do iogurte pronto para beber.

**iogurte Cremoso:** O processo de fermentação também ocorre em fermentadeiras ou incubadoras com posterior quebra do coágulo. Entretanto, este tipo de iogurte possuirá maior estrato seco, possuindo aspecto mais viscoso e cremoso.

## 4 ETAPAS BÁSICAS DO PROCESSAMENTO DO IOGURTE (NATURAL, BATIDO E CREMOSO)

### 4.1 Seleção do leite cru

Esta fase pode ser considerada como um Ponto Crítico de Controle (PCC) na fabricação dos leites fermentados. O leite deverá ser de boa qualidade físico-química e microbiológica (acidez entre 14-18°C e ausente de patógenos). Deverá ser ausente de antimicrobianos, bacteriófagos, produtos de limpeza ou qualquer outro componente que possa afetar a fermentação do produto. A presença de resíduos de antimicrobianos é um dos principais fatores a serem observados, uma vez que as bactérias lácticas utilizadas no processamento dos leites fermentados são muito sensíveis a estas substâncias.

A composição centesimal do leite influencia nas características dos produtos. Um leite com uma quantidade maior de extrato seco (maior quantidade de proteínas, por exemplo) irá determinar um iogurte com maior viscosidade e consistência. Já uma maior quantidade de gordura, resultará num produto mais cremoso e com o sabor mais suave. Também, a quantidade adequada de lactose é fundamental para uma boa fermentação. Portanto a escolha da matéria prima é de suma importância na qualidade e características do produto final. Também, a espécie animal para a sua fabricação deverá ser criteriosa, pois a quantidade dos componentes do leite varia enormemente entre as espécies. Os animais de escolha geralmente são a vaca, ovelha e cabra.

### 4.2 Tratamento térmico

Entre os tratamentos térmicos usualmente utilizados pela indústria para o leite, destacam-se: 83° C a 90°C, por 30 minutos ou 90° C a 95 °C, por 3 a 5 minutos. Também são utilizados tratamentos semelhantes à pasteurização (lenta ou rápida). Atualmente, com o advento do tratamento UHT (130° C a 150° C por 2 a 4 segundos), este também tem sido muito utilizado, dependendo do tipo de estabelecimento industrial.

De qualquer forma, o tratamento térmico visa eliminar os microrganismos patogênicos e outros microrganismos indesejáveis, além de promover modificações físico-químicas importantes da proteína, do pH e das propriedades nutritivas do substrato.

Como consequências do aquecimento ocorrerão certas modificações bioquímicas do leite a saber:

- Desnaturação de soroproteínas, levando a interação da beta-lactoglobulina com a caseína ( $\kappa$ pa). Essa interação irá promover um aumento da capacidade de retenção de água pelas proteínas e uma maior firmeza do coágulo;
- Destruição das enzimas inibidoras naturais do leite;

- Diminuição do potencial redox, sendo este aspecto favorável ao crescimento de *Lactobacillus delbrukii ssp bulgaricus*;
- Desnaturação e destruição de proteínas, com liberação de substrato para o crescimento do fermento lácteo;
- Redução da competição, favorecendo o desenvolvimento das bactérias lácticas adicionadas;
- Precipitação de albuminas e globulinas, aumentando assim a viscosidade do produto final.

### 4.3 Resfriamento

Nesta etapa o leite tratado termicamente é resfriado a 40-45° C ou 30-36°C, dependendo da temperatura a ser utilizada no processo de fermentação. O resfriamento é necessário para a diminuição da temperatura para a atuação do fermento lácteo, ou seja, esta temperatura é mantida até a coagulação. A mistura é então bombeada para os tanques de fermentação.

### 4.4 Adição de fermento e incubação

Ao leite são adicionadas as culturas contendo os microrganismos *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrukii ssp bulgaricus* que atuam no iogurte em simbiose. Essas culturas são denominadas “*starter*”, ou iniciadoras, por apresentarem um ótimo perfil de utilização da lactose, principalmente na produção de ácidos, como o ácido láctico. Também produzem outros compostos aromáticos.

Após a adição da cultura *starter* ao leite ocorrerá uma série de transformações bioquímicas onde o produto, após o período de fermentação, adquirirá a acidez, a consistência e o sabor característicos.

No iogurte natural, o leite adicionado de cultura será acondicionado nas embalagens finais do produto que irão permanecer em estufa durante o tempo aproximado de 4 horas. Nas demais variedades de iogurte (batido, líquido, cremoso), a fermentação ocorrerá dentro dos tanques de fermentação.

Em seguida à inoculação do fermento, os *Streptococcus* começam a se multiplicar devido a rapidez inicial do seu metabolismo, iniciando a fermentação láctica diminuindo o pH até 5,5. A acidez, o consumo de oxigênio e a liberação de substâncias voláteis tais como o ácido fórmico e de substâncias aminadas derivadas das proteínas do soro, produzem condições ideais para o desenvolvimento do *Lactobacillus bulgaricus*. A atividade proteolítica, ou seja, a liberação de determinados aminoácidos (valina, histidina, glicina) provocada pelos lactobacilos por sua vez, estimula o crescimento dos *cocos*. Os Lactobacilos também possuem ação lipolítica com

liberação de ácidos graxos levando a produção de acetaldeído, constituindo-se em um dos principais produtores de aroma (flavor) do iogurte.

Com o passar do tempo, a diminuição de pH inibirá o crescimento dos *cocos*, mas os bacilos continuarão crescendo, sobrepujando os *cocos*. Em pH 4,3 ambas as bactérias irão quase cessar seu metabolismo.

Durante todo o processo de fermentação deverão ser realizadas análises de acidez. Após o atingimento da acidez desejada (65° - 75° Dornic em torno de pH 4,5) deve-se resfriar o produto imediatamente a fim de reduzir o metabolismo das bactérias.

Ao final da fermentação o coágulo deverá ser liso, brilhante, sem desprendimento de soro ou gases (Figura 5).

**Figura 5** - Iogurte Natural Integral apresentando coágulo liso, brilhante, sem desprendimento de soro ou gases.



Fonte: arquivo pessoal.

#### 4.5 Resfriamento

Após a fermentação, ocorrerá o resfriamento do coágulo. Na produção de iogurte natural os potes serão retirados da estufa e colocados em câmara de refrigeração até que a temperatura atinja 10°C. Para os demais tipos de iogurtes, produzidos dentro de fermenteiras, será acionado o sistema de refrigeração, a fim de deter o aumento da acidez (diminuição do metabolismo da cultura láctea) e propiciar maior

consistência e viscosidade ao produto. Este resfriamento não poderá ser brusco, levando em torno de 1 hora para chegar a 10°C. Caso o resfriamento seja rápido, poderá ocorrer uma retração da coalhada levando à sinérese. Na primeira meia hora o iogurte deverá chegar a 18-20 °C e na segunda meia hora restante então, poderá chegar ao resfriamento desejado.

#### **4.6 Quebra da coalhada (iogurte batido, líquido, cremoso)**

Esta etapa não ocorrerá no iogurte natural.

Este procedimento irá afetar a viscosidade e consistência do produto final. O processo de quebra da coalhada irá modificar a estrutura coloidal formada, levando a liberação do soro e a diminuição de viscosidade aparente. Este soro liberado será completamente redistribuído no coloide de maneira uniforme.

Nos iogurtes batidos com consistência mais firme, a quebra do coágulo ocorrerá após o resfriamento atingir 10°C, permitindo uma absorção melhor do soro pelas micelas de caseína evitando a sinérese.

Caso a indústria deseje obter um produto com consistência mais líquida (iogurte para beber), a quebra poderá ter início quando a temperatura atingir 35°C. Quanto mais fluido maior será o tempo e a velocidade de quebra.

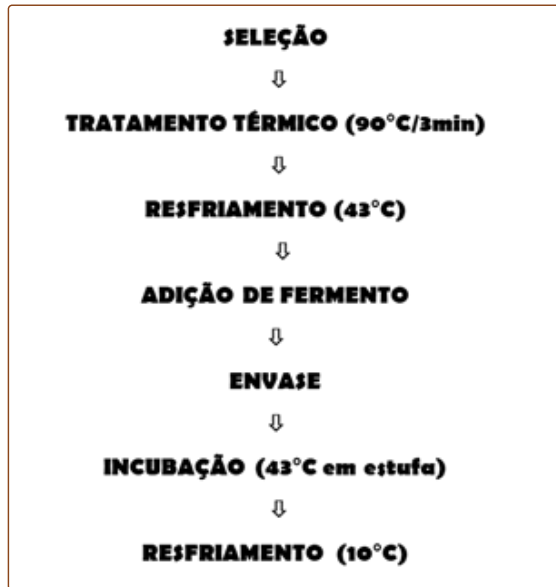
Esta fase é o momento ideal para ser adicionada a polpa de fruta, aroma e sabores se for o caso. As etapas dos iogurtes que levam essas adições serão descritas mais abaixo.

#### **4.7 Envase**

O iogurte natural já foi previamente envasado na sua embalagem final. Após sua elaboração o iogurte será envasado em recipientes invioláveis, opacos, resistentes, impermeáveis a sabores e odores estranhos, não deve incorporar corante, resistentes ao oxigênio, umidade, deverá manter acidez do produto.

#### **4.8 Estocagem e conservação**

O iogurte será estocado em câmaras frigoríficas a  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  e conservado a esta temperatura por até 15 dias mantendo-se suas características normais. Caso ocorra a elevação da temperatura a acidez poderá aumentar chegando à 85-95°D.

**Figura 6** - Fluxograma básico da elaboração de iogurte natural.

Fonte: Elaboração própria

## 5 DIFERENTES TIPOS DE IOGURTES (COM AÇÚCAR, DIET, BATIDO COM POLPA ETC.)

Em geral, os iogurtes são adicionados ingredientes para melhorar a consistência ou para elaborar produtos com diferentes sabores, tais como os iogurtes com fruta. Poderão ser adicionados ingredientes ao iogurte e estes ingredientes serão misturados dentro do tanque.

### 5.1 Iogurte batido ou líquido com polpa

O processo de fermentação ocorre em fermentadeiras ou incubadoras com posterior quebra do coágulo. Deverá ser adicionado de polpa de fruta após a quebra da coalhada. (Figura 7)

#### 5.1.1 Ingredientes:

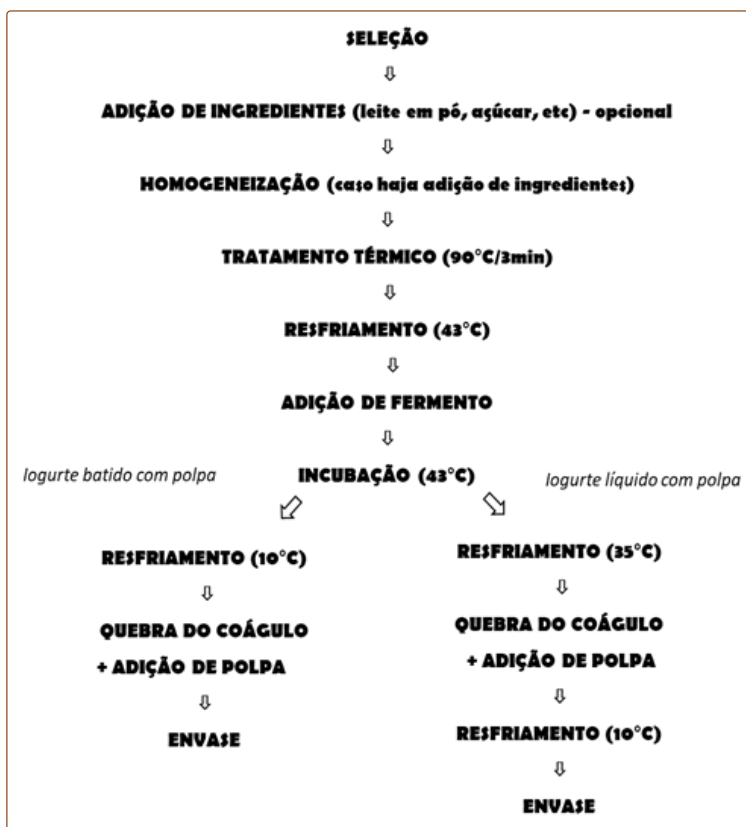
- Açúcar ou adoçantes

A sacarose ou a glicose podem ser adicionadas ao leite em conjunto com a adição de frutas (xarope). Adoçantes substituirão o açúcar caso o indivíduo possua alguma restrição alimentar, como em casos de diabetes. O preparado

de frutas (xarope) poderá ter até 50% de açúcar ou o correspondente em adoçante. Entretanto, a quantidade de açúcar no produto fica em torno de 5 a 8 % em relação ao volume de leite. Deve-se notar que a adição de quantidades elevadas de açúcar ao leite, superiores a 8%, antes da fase de fermentação poderá ocasionar alteração da pressão osmótica do leite prejudicando assim a fermentação. Portanto, em geral, adiciona-se a polpa após a fermentação, durante a quebra da coalhada ou após o resfriamento do coágulo.

- Corantes e aroma: adiciona-se estes ingredientes entre 0,02 e 0,15% com a finalidade de fornecer aroma característico e aspecto mais atrativo ao produto.
- Adição de polpa ou de pedaços de frutas: adiciona-se 5 a 10% em relação ao volume de leite; o pH e viscosidade devem ser próximos ao do iogurte e necessita de ácido sórbico como conservante.

**Figura 7** - Fluxograma básico do iogurte batido e líquido com polpa.



Fonte: Elaboração própria

## 5.2 Iogurte cremoso

É o iogurte onde ocorreu aumento do ESD. Em geral, o aumento de extrato seco se verificará na escolha do leite e de ingredientes na fase de SELEÇÃO DO LEITE. Esta fase visa aumentar a consistência e viscosidade do iogurte pelo aumento de sólidos e padronização da quantidade de gordura do leite. Quando ocorre o aumento da matéria-seca, principalmente com o aumento da proteína e das proteínas do soro, além de obter maior firmeza do coágulo do iogurte, também ocorrerá a redução da susceptibilidade separação do soro (sinérese).

No produto comum, o percentual de ESD deve estar na faixa de 8,5-10%, enquanto em iogurtes cremosos este percentual poderá atingir até 12%.

### 5.2.1 Formas de se aumentar o ESD do produto final:

- Adição de leite em pó: Geralmente para o aumento de sólidos ocorre a adição de 2- 4% de leite em pó desnatado ou soro em pó.
- Concentração do leite: Concentração através de equipamentos especializados, tais como aqueles utilizados na produção de leites concentrados, onde a densidade atingirá valores entre 1,040-1,045 com evaporação de 10-20% da água.
- Adição do produto resultante da ultrafiltração do leite desnatado: o leite passa por membranas com porosidades que permitam a retirada de parte do soro do leite.
- Adição de Estabilizantes e Espessantes: são utilizados para aumentar a viscosidade do produto final e auxiliar na prevenção da separação do soro. Os estabilizantes mais usados são agar-ágar, pectina, goma guar, carragena e gelatina na proporção de 0,1% a 0,5%.

## 6 ESPECIFICAÇÕES DE QUALIDADE - REGULAMENTO TÉCNICO DE IDENTIDADE E QUALIDADE DE LEITES FERMENTADOS

### 6.1 Contagem de bactérias lácteas

Um bom cultivo deverá possuir acima de  $10^9$  Bactérias Ácido Lácticas (BAL) por  $\text{cm}^3$  e uma boa capacidade “starter”, ou seja, capacidade de produção de ácido. Os fermentos lácticos adicionados ao leite na fabricação de produtos fermentados deverão permanecer viáveis, ativos e abundantes no produto durante seu prazo de validade para que tenham os efeitos benéficos sobre as bactérias de trato gastrointestinal. Além disso, deverão sobreviver ao baixo pH estomacal e a ação dos ácidos biliares.

**Quadro 4** - Contagem bacteriana dos leites fermentados.

Produto	Contagem Bactérias Lácteas Totais (ufc/g)	Contagem Leveduras específicas (ufc/g)
logurte	Min. 10 <sup>7</sup>	
Leite cultivado ou fermentado	Min. 10 <sup>6</sup>	
Leite acidófilo ou acidofilado	Min. 10 <sup>7</sup>	
Kefir	Min. 10 <sup>7</sup>	Min. 10 <sup>4</sup>
Kumys	Min. 10 <sup>7</sup>	Min. 10 <sup>4</sup>
Coalhada	Min. 10 <sup>6</sup>	

Fonte: Adaptada de Brasil (2007).

## 6.2 Análises após a fabricação:

As análises após elaboração dos produtos lácteos fermentados são:

- Acidez;
- Gordura;
- Caracteres sensoriais.



## Capítulo 4 Tecnologia de leites desidratados

### 1 INTRODUÇÃO

Os leites desidratados são aqueles são submetidos a um processo de concentração, a partir da evaporação da água, geralmente por meio de aquecimento.

As vantagens de desidratar o leite são:

- a) redução dos custos de estocagem, pela redução do volume e pela estocagem em temperatura ambiente;
- b) aumento da estabilidade do produto e do prazo comercial e possibilidade de atingir mercados distantes, uma vez que com a redução da atividade de água ocorre a melhora da estabilidade química e microbiológica;
- c) transporte em temperatura ambiente, não necessitando de caminhões isotérmicos e frigoríficos para o transporte.

Os leites desidratados podem ser classificados em:

- 1) Desidratação parcial: leite concentrado, leite evaporado, leite condensado e doce de leite;
- 2) Desidratação total: leite em pó.

Observa-se, porém que, mesmo na desidratação total, ainda permanece um determinado teor de umidade no produto, que no leite em pó varia de 3,5% a 4,0%.

Com a remoção da água ocorre um aumento da pressão osmótica e a redução atividade da água (água livre), o que está diretamente relacionado com a melhor preservação do leite desidratado. Em alguns produtos como o doce de leite e o leite

condensado açucarado, ainda são adicionados sólidos como sacarose e lactose, o que reduz ainda mais a atividade de água.

Além de serem utilizados para o consumo direto, os desidratados também são muito utilizados como ingredientes de indústrias de produtos alimentícios, assim como na panificação.

## 2. ETAPAS DO PROCESSO

### 2.1 Seleção da matéria prima

Para a fabricação de leites desidratados a matéria-prima deve apresentar certos requisitos:

- 1) Atender os padrões regulamentados pela legislação para o leite cru refrigerado (material prima para os derivados lácteos);
- 2) Apresentar adequada porcentagem de sólidos totais: afeta diretamente a eficiência da evaporação e o rendimento industrial. Deve-se observar a possível presença de fraude do leite por aguagem, ou adição de soro de leite, pois em ambos os casos ocorre uma redução dos sólidos totais do leite;
- 3) Não apresentar sinais de instabilidade térmica, seja em virtude da acidificação do leite seja em relação a alterações metabólicas do animal produtor: a falta de estabilidade térmica causaria problemas durante a operação de evaporação, uma vez que com a remoção da água, a acidez do leite tende a aumentar;
- 4) Não possuir bactérias esporuladas e termodúricas: estes microrganismos poderiam resistir ao tratamento térmico, causando alterações ou riscos de toxinfecções alimentares;
- 5) Controle de psicrotróficos: contagens elevadas de microrganismos psicrotróficos na matéria-prima (acima de  $10^6$  UFC/mL) também é indesejável devido a produção de enzimas termoestáveis que podem acarretar defeitos sensoriais após o processamento.

### 2.2 Clarificação/filtração

A utilização de centrífugas e filtros é etapa obrigatória no processamento de leite e derivados, reduzindo parte da contaminação microbiológica (por arraste) e eliminando sujidades porventura presentes na matéria-prima. Como os processos de desidratação concentram os sólidos, qualquer tipo de contaminação física presente no leite estará concentrado no produto desidratado.

### 2.3 Padronização do teor de gordura e/ou sólidos

A padronização de sólidos e gordura melhora o rendimento industrial e permite a padronização dos lotes produzidos. O teor de gordura é ajustado por meio da utilização de centrífuga padronizadora, que pode ser ajustada para diferentes níveis de gordura no produto final. A partir da padronização é possível, por exemplo, produzir leite em pó desnatado (menor que 1,5%), semidesnatado ou parcialmente desnatado (1,5% - 25,9%) ou integral (maior ou igual a 26,0%). Os sólidos e os teores de gordura podem ser ajustados adicionando-se leite desnatado concentrado ou sólidos lácteos isolados ao leite que será processado para desidratação.

### 2.4 Homogeneização

A homogeneização é uma etapa importante porque esses produtos são estocados por longo tempo em temperatura ambiente, o que poderia favorecer a separação da gordura. Também possui a vantagem de diminuir o tamanho dos glóbulos de gordura, permitindo a melhor distribuição pelos grânulos do leite em pó, o que facilita a reconstituição no momento do consumo. Além disso, aumenta o valor nutritivo visto que a gordura quando finamente dividida, apresenta absorção melhorada a nível intestinal. Além disso, a partícula do leite em pó torna-se mais porosa, melhorando assim a digestão das proteínas.

Outros efeitos deste processo são: aumento da coloração esbranquiçada, aumento da viscosidade do leite, pela aderência de partículas de proteína aos glóbulos de gordura e diminuição da estabilidade da proteína ao calor.

### 2.5 Tratamento térmico

O leite destinado à desidratação deve ser previamente pasteurizado ou tratado como UHT, para eliminar microrganismos patogênicos e inativar as enzimas naturais do leite, principalmente as lipases que estão relacionadas com a rancificação da gordura do leite durante o prazo de validade. As consequências deste tratamento são: diminuição dos gastos de energia no momento da concentração e controle da viscosidade e do espessamento do produto pela estabilização da caseína (interação das caseínas com as proteínas do soro).

### 2.6 Concentração ou pré-concentração

A concentração de sólidos ou evaporação consiste na retirada de parte da água do leite, aumentando a concentração de sólidos totais.

É o processo fundamental da produção dos lácteos parcialmente desidratados, representando a fase de concentração de sólidos do leite. Nestes casos, podem

ser adicionar determinados ingredientes como lactose e sacarose. Para o leite em pó essa é uma etapa intermediária de desidratação, chamada às vezes de pré-secagem, quando há concentração dos sólidos lácteos até níveis ideais para o processo seguinte, que é a secagem. Geralmente o leite é concentrado para 40% a 50% de sólidos totais, dependendo da eficiência do equipamento utilizado. Apresenta como vantagens economia de energia no processo posterior de desidratação e menor alteração do produto em virtude do aquecimento excessivo durante o processo de desidratação.

A evaporação é feita em equipamentos próprios para este fim e deve ser realizada à vácuo (exceção doce de leite) e em baixa pressão atmosférica para que o leite entre em ebulição em temperatura inferior às normais (40°C - 70°C), preservando suas características sensoriais e físico-químicas. O vácuo também favorece a retirada dos vapores desprendidos durante a concentração. São utilizados geralmente concentradores múltiplos “*Falling Film*”, uma vez que esse processo de evaporação da água utilizando-se baixas temperaturas não é tão eficiente assim. Desta forma se a opção for a utilização de um concentrador apenas, poderá ser necessário um aumento na temperatura do processo a fim de se obter a mesma eficiência de desidratação, o que pode não ser desejável em virtude das possíveis alterações decorrentes do aquecimento. No sistema “*Falling Film*” o leite forma uma película na superfície interna do equipamento, sendo submetido a vácuo e aquecimento moderado. Ademais, o uso de concentradores múltiplos garante um menor efeito do calor ao leite assim como representa uma economia no gasto energético.

## 2.7 Desidratação

Para leite em pó, o processo de secagem mais utilizado é realizado em equipamentos denominados de torres de secagem ou atomizadores “*spray-dryer*”. Este processo tem a vantagem de alterar pouco as características do leite, principalmente se estiver associado a sistemas de concentração prévia. Pode ser utilizado também para a produção de soro em pó, alterando-se alguns parâmetros de funcionamento. Neste processo, o produto é pulverizado por um atomizador em uma câmara de secagem com ar quente no interior. Na saída do atomizador (bico ou circular), o leite forma gotículas bem pequenas (média 100 a 200  $\mu\text{m}$ ), que em contato com o ar quente no interior da câmara, perdem a umidade quase que imediatamente. Apesar da temperatura interna da câmara variar entre 90°C a 180°C, devido à evaporação da água do concentrado, a partícula é resfriada imediatamente não ficando sujeita a altas temperaturas, o que ocasionaria alterações

sensoriais no produto final. O pó obtido cai por gravidade para regiões mais frias do equipamento e é continuamente descarregado da câmara de secagem. Todo o processo demora alguns segundos, o que reduz o risco de superaquecimento. Na câmara há uma entrada de ar quente e uma saída de ar já mais frio e saturado de umidade e que pode conter até 30% de pequenas partículas de leite em pó. Esse ar saturado é deslocado para um equipamento (ciclone) a fim de recuperar parte do pó que permaneceu em suspensão. Posteriormente, o ar é filtrado, resfriado e lançando ao ar atmosférico.

O sistema de secagem em tambores ou “*roller dryer*” não é utilizado para leite em pó de consumo, sendo destinado ao processamento de farinhas, flocos ou pós mais grosseiros. Neste processo, o produto é aspergido na superfície de tambores rotativos, aquecidos internamente com vapor. Ocorre a desidratação na superfície do equipamento e o material é progressivamente retirado por raspadores, produzindo flocos do produto seco. Posteriormente o produto obtido pode ser moído para melhor padronização do tamanho da partícula.

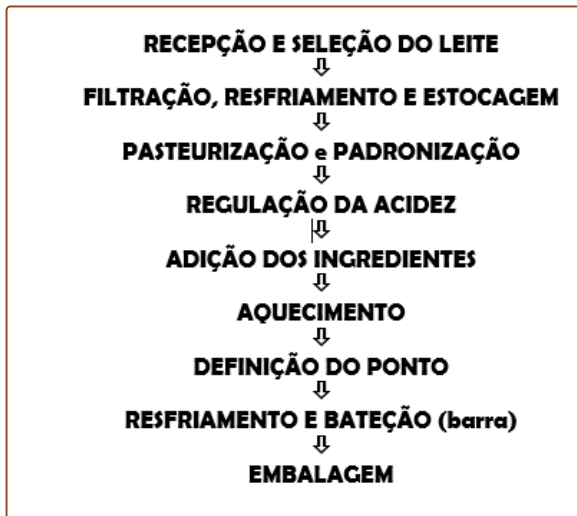
### 3 LEITE EM PÓ

O leite em pó é um lácteo desidratado muito produzido no Brasil, sendo inclusive exportado. Além de ser utilizado para consumo direto, é utilizado em outras indústrias alimentícias como ingredientes de formulações. Possui prazo de validade elevado em virtude da remoção de grande parte da água, com redução da atividade de água.

O RIISPOA define no artigo 391 o leite em pó como sendo: “Para os fins deste Decreto, leite em pó é o produto obtido por meio da desidratação do leite integral, desnatado ou parcialmente desnatado e apto para alimentação humana, mediante processo tecnológico adequado.” Define ainda que o teor de proteína mínimo deve ser de 34% do extrato seco desengordurado do produto (BRASIL, 2007, alterado por BRASIL 2020).

O fluxograma das etapas realizadas na fabricação de leite em pó pode ser visualizado abaixo:

**Figura 8** - Fluxograma básico da fabricação de leite em pó.



Fonte: Elaboração própria

### 3.1 Detalhes da fabricação

A padronização do teor de gordura do leite que será secado é uma importante etapa do processamento do leite em pó, a fim de atender aos requisitos da legislação quanto a essa concentração. De forma geral, após a reconstituição correta, o leite em pó reconstituído deve retornar ao teor de gordura original do leite, seja integral (igual ou maior que 3,0%), semidesnatado (de 0,6% a 2,9%) ou desnatado (até 0,5%).

Para a elaboração de leite em pó, o processo de pré-concentração relaciona-se com um produto com menores alterações causadas pelo aquecimento. Como nesta etapa consegue-se uma concentração do teor de sólidos totais na faixa de 40% a 45%, sob condições de vácuo e sem elevação drástica da temperatura (em torno de 70° C), o posterior tratamento de secagem até obtenção do pó é mais rápido e eficiente.

O leite concentrado é de uso exclusivamente industrial e não pode ser reconstituído para consumo humano direto (BRASIL, 2007, alterado por BRASIL 2020).

A desidratação é geralmente realizada pelo método “spray dryer”, com grande eficiência na remoção da água do leite, principalmente em virtude da passagem pelo atomizador, sendo obtido um pó quase que imediatamente. (processo explicado no item 2 – Desidratação).

A instantaneização é uma fase específica na elaboração do leite em pó e é opcional. Se realizada, produz um pó mais fácil e rápido de ser reconstituído (dispersão e molhabilidade), sem a formação de grumos ao contato com a água. Pode ser realizada

de duas formas: após a secagem do pó, o leite cai em um equipamento chamado “*fluid bed*”, onde entra em contato, primeiro, com vapor úmido, para umidificá-lo. Ocorre a formação de partículas em aglomerados que posteriormente serão secas na próxima sessão do equipamento, por meio de contato com ar quente seco. Quando a água é evaporada deste aglomerado, há a formação de partículas mais porosas e de mais fácil dissolução em água fria. A instantaneização também pode ser obtida pelo retorno do pó que sai da torre de secagem ao início desta, quando as partículas secas entram em contato com as gotas aspergidas e ocorre a aglomeração das mesmas. Este processo usa o mesmo equipamento de secagem para a instantaneização e pode representar uma economia de custos. Ainda se for leite em pó integral, que possui elevado teor de gordura, para torná-lo instantâneo é permitida a adição de lecitina (5g / kg), que tem capacidade mediar a ligação com a gordura láctea e a água.

O envase do leite em pó é geralmente realizado em sacos de papel e plástico (polietileno) de 30 kg, em papel aluminizado ou em latas de folha de flandres. As funções da embalagem envolvem a resistência mecânica às manipulações, impermeabilidade à umidade, aos gases e à luz. Também é fundamental que o material usado não seja tóxico e não transmita odores nem sabores ao produto.

Principalmente para o leite em pó integral e parcialmente desnatado e nas embalagens destinadas ao consumidor, faz-se uso da atmosfera modificada, que consiste na retirada de ar de dentro das embalagens e simultânea injeção de gás inerte, como nitrogênio ou gás carbônico. Isso evita o processo de rancificação da gordura durante o prazo de estocagem.

A legislação preconiza que o teor de umidade do leite em pó integral seja no máximo 3,5%; já o teor de umidade do leite em pó parcialmente desnatado e do desnatado deve ser no máximo de 4,0%. Em relação ao teor de gordura, a classificação legal é: leite em pó integral: maior ou igual a 26,0%;), leite em pó semidesnatado ou parcialmente desnatado: 1,5% a 25,9%); e, leite em pó desnatado: teor menor que 1,5% (BRASIL, 1997).

## 4 DOCE DE LEITE

O doce de leite é um produto tradicional da América do Sul, sendo que existem controvérsias se sua origem é no Uruguai, Argentina ou Brasil. Muito apreciado por suas características sensoriais, é utilizado puro ou como ingrediente na gastronomia.

O RIISPOA (BRASIL, 2017, alterado por BRASIL 2020) define doce de leite como: “Para os fins deste Decreto, doce de leite é o produto lácteo ou produto lácteo composto obtido por meio da concentração do leite ou do leite reconstituído sob ação do calor à pressão normal ou reduzida, com adição de sacarose - parcialmente

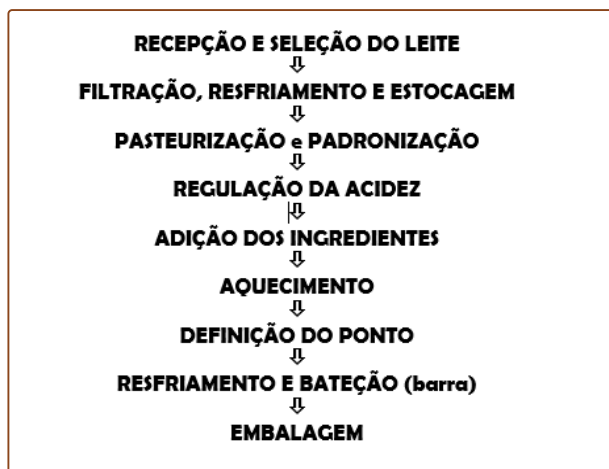
substituída ou não por monossacarídeos, dissacarídeos ou ambos - com ou sem adição de sólidos de origem láctea, de creme e de outras substâncias alimentícias.”

No doce de leite, além do efeito da evaporação da água, concentrando os sólidos do leite e reduzindo a atividade de água, ainda ocorre a adição de até 30% de sacarose (máximo permitido pela legislação), o que aumenta a pressão osmótica no produto. Essa adição aumenta ainda mais a estabilidade do produto, que apresenta elevado prazo de validade e que é inclusive comercializado fora de refrigeração.

Além da sacarose e do regulador de acidez, de acordo com a legislação (BRASIL, 1997), diversos outros ingredientes podem ser adicionados, com destaque para: creme; sólidos de origem láctea; mono e dissacarídeos; amidos ou amidos modificados; cacau, chocolate, coco, amêndoas, amendoim, frutas secas, cereais e/ou outros produtos alimentícios isolados ou misturados em uma proporção entre 5% e 30% m/m do produto final. Ainda são permitidas as adições de aditivos como conservantes, texturizantes, aromatizantes, estabilizantes, corantes e espessantes.

O fluxograma das etapas realizadas na fabricação de doce de leite pode ser visualizado abaixo (Figura 9):

**Figura 9** - Fluxograma das etapas realizadas na fabricação de doce de leite.



Fonte: Elaboração própria

#### 4.1 Detalhes da fabricação

A padronização do leite auxilia a definição do teor de gordura final do doce de leite. Geralmente o leite é padronizado para 1,5% de gordura o que garante um produto variando de 6,0% a 9,0% de gordura após aquecimento e evaporação.

Havendo a intenção de fabricar um doce com maior teor de gordura, pode-se utilizar o creme de leite para aumentar esse valor, originando um doce com teor de gordura acima de 9,0% de gordura, classificado como “Doce de Leite com Creme”.

Para a elaboração de doce, é necessário verificar e ajustar a acidez do leite. Geralmente padroniza-se a acidez a 13° Dornic, que equivale a 0,13g de ácido láctico em 100 mL de leite. A verificação da acidez é realizada pela técnica de acidez titulável, utilizando uma solução alcalina de concentração conhecida e a fenolftaleína como indicador de pH. De forma geral o leite deve apresentar de 14° D a 18° D, o que indica que o mesmo está dentro dos padrões da legislação (BRASIL, 2018).

Os principais ingredientes adicionados na fabricação do doce de leite são os agentes redutores de acidez (bicarbonato de sódio) e a sacarose.

O bicarbonato é adicionado para reduzir a acidez do leite visando originar um doce com a textura mais lisa (sem grumos) e coloração adequada (regula a reação de Maillard). Faz-se a redução da acidez do leite previamente ao aquecimento. Dependendo da acidez do leite, deve-se adicionar uma quantidade específica de bicarbonato a fim de reduzir a acidez para 13° D (de 0,13g de ácido láctico por 100 mL do leite). A acidez do leite ocasiona uma alteração do balanço de minerais, principalmente do cálcio, entre a fase micelar e aquosa do leite. Assim a micela perde cálcio, tornando-se instável ao aquecimento. Assim, se o leite for aquecido, ocorre a formação de precipitados de aglomerados de proteínas que são perceptíveis na forma de grumos.

Para tal, utiliza-se comumente o bicarbonato de sódio. A correção segue o esquema abaixo:

Hipoteticamente temos 1000 mL de leite com 17° D:  
 Redução da acidez para 13° D:  $17 - 13 = 4° D$

1° D = 0,01g de ác. láctico em 100 mL de leite  
 Se 4° D: 0,04g de ác. láctico em 100 mL de leite  
 Se 1000 mL: 0,4g de ác. láctico para serem neutralizados

Utilização do bicarbonato de sódio:  
 Massa molecular (Eq grama) do bicarbonato: 84  
 Massa molecular do ácido láctico (Eq grama): 90

90 g de ácido láctico ----- 84 g de bicarbonato  
 0,4 g de ácido láctico ----- X g de bicarbonato  
 $X = 0,37 \text{ g de bicarbonato/1000 ml de leite}$

Difícilmente usaremos um bicarbonato com 100% de pureza, desta forma é fundamental ajustar a quantidade para a pureza do bicarbonato. Se o bicarbonato tem 80%, por exemplo, o seguinte cálculo deve ser aplicado (regra de três invertida):

0,37g Bicarbonato ----- 100% (pureza)  
 X ----- 80%  
 X = 0,49g NaHCO<sub>3</sub> a 80% de pureza para neutralizar a quantidade excessiva de ácido láctico em 100 M de leite.  
 Após a adição do neutralizante de acidez é necessário aguardar até 30 minutos para a dissolução do com bicarbonato

Outro ingrediente obrigatório na elaboração do doce de leite é a sacarose. Sua adição influencia o sabor, a textura e a coloração do doce. A quantidade de sacarose máxima de adição de sacarose regulamentada pela legislação é 30%, no entanto, a escolha da concentração adicionada recai na textura do doce desejada. De forma geral, quanto maior a quantidade de sacarose, mais firme será a textura final.

Assim:

- 10-15% para doces de consistência pastosa;
- 20-25% para doces de textura firme (doce em barra).

Também, para a obtenção de uma textura firme, após alcançar o ponto, faz-se um trabalho mecânico geralmente manual de bateção junto ao resfriamento, que auxilia na firmeza do doce e obtenção do ponto final.

Outros ingredientes podem ser opcionalmente adicionados ao leite no processamento do doce de leite. A glicose é um dos mais aplicados e tem por finalidade de dar textura e brilho ao produto, além de evitar a cristalização do doce. No entanto, o excesso de glicose pode alterar negativamente as características sensoriais do produto, originando um aspecto vítreo e separação de fases.

A enzima  $\beta$ -galaactoxidase (lactase) também é um ingrediente opcional frequentemente utilizado. Tem a função quebrar parte da lactose presente que no doce está em uma solução supersaturada devido à concentração do leite, o que poderia acarretar a formação de cristais de lactose de tamanho perceptível ao consumo. Com a redução da lactose, este problema não ocorre.

Para a fabricação do doce, o leite é aquecido a um pouco mais de 100° C, dependendo do tipo de equipamento utilizado. O tempo de aquecimento varia de 01h30min a três horas.

A verificação do ponto pode ser realizada por métodos empíricos e por instrumentos. O refratômetro é um equipamento utilizado para verificar o grau de concentração da solução, baseado na concentração dos solutos, em graus Brix. No ponto, o doce deve apresentar em torno de 70° Brix para o doce de leite pastoso e acima de 85° Brix para o doce de leite em barra.

O ponto pode ser verificado ainda gotejando-se gotas de doce em um copo com água. Estando no ponto correto, o doce vai até o fundo do copo sem se desmanchar. Isso indica que a concentração dos sólidos já foi tamanha, que a estrutura está firme. Pode-se ainda colocar uma gota do doce em uma superfície fria, a textura após resfriamento refletirá a textura final do produto.

Na tabela 2 podemos observar os principais requisitos do doce de leite segundo o regulamento técnico de identidade e qualidade (BRASIL, 1997).

**Tabela 2** - Requisitos físico-químicos do doce de leite.

REQUISITO	DOCE DE LEITE	DOCE DE LEITE COM CREME
Umidade g/100g	máx. 30,0	máx. 30,0
Matéria gorda g/100g	6,0 a 9,0	maior de 9,0
Cinzas g/100g	máx. 2,0	máx. 2,0

Fonte: Modificado de Portaria 354 (BRASIL, 1997)

## 5 LEITE CONDENSADO

Leite condensado é o leite que submetido a um processo de concentração parcial por intermédio do aquecimento, com adição de açúcar e outros ingredientes opcionais.

A definição oficial do leite condensado segundo o RIISPOA é: “Art. 390. Para os fins deste Decreto, leite condensado é o produto resultante da desidratação parcial do leite com adição de açúcar ou o obtido mediante outro processo tecnológico com equivalência reconhecida pelo Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal, que resulte em produto de mesma composição e características.”

Possui Regulamento técnico de qualidade e identidade próprio, publicado na Instrução Normativa nº 47 (BRASIL, 2018), onde apresentam-se as seguintes observações:

- a) Classificação de acordo com o conteúdo de matéria gorda láctea:
  - Alto teor de gordura: mínimo de 16,0%;

- Integral: mínimo de 8,0% até 16,0%;
- Parcialmente desnatado ou semidesnatado: superior a 1,0% e inferior a 8,0%;
- Desnatado: máximo 1,0%.

Os ingredientes obrigatórios são o leite fluido ou o leite concentrado (ou ambos) e a sacarose, que pode ser parcialmente substituída por outros monossacarídeos ou dissacarídeos ou ambos.

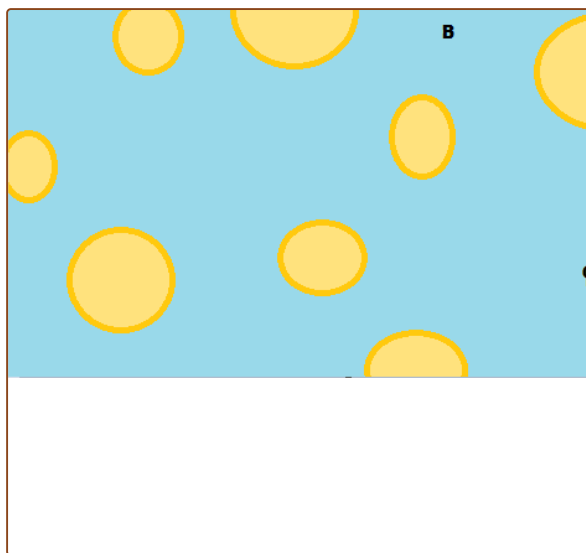
Os seguintes ingredientes opcionais lácteos podem ser utilizados na fabricação do leite condensado: creme de leite; gordura anidra de leite; lactose; leite em pó; e manteiga.

Ainda de acordo com a legislação (BRASIL, 2018), o leite condensado deve apresentar o teor de proteína láctea de 34%.

Possui em torno de 70 a 75% de sólidos totais.

O fluxograma das etapas realizadas na fabricação de leite condensado pode ser visualizado abaixo (Figura 10):

**Figura 10** - Fluxograma das etapas realizadas na fabricação de leite condensado.



Fonte: Elaboração própria

Um dos problemas mais comuns do leite condensado é o surgimento de cristas de lactose que são sensorialmente perceptíveis, reduzindo a qualidade do produto.

A indústria utiliza métodos para contornar esses problemas, tais como:

- a) Abaixamento da temperatura do leite concentrado para 34°C, de forma rápida, com agitação vigorosa e contínua durante cerca de uma hora em um tanque de cristalização;
- b) Processo de cristalização forçada: consiste na adição de pequenos cristais de lactose em pó, evitando a formação de grandes núcleos de cristalização, evitando a formação desorganizada de grandes cristais.

## 6 LEITE EVAPORADO

O leite evaporado é um produto esterilizado, branco e com a aparência de creme, utilizado para reconstituição como leite fluido; também é utilizado como creme em cafés. No Brasil, existem poucas marcas comerciais. Esse produto é embalado em latas e posteriormente esterilizado ou pode ser esterilizado e posteriormente envasado assepticamente, em sistema UAT. Tem validade média de 8-9 meses no mercado nacional. Pode ser produzido a partir de leite integral, semidesnatado ou desnatado. A evaporação concentra o leite para um teor de sólidos totais variando entre 75 e 85%.

Entende-se por "leite evaporado" ou "leite condensado sem açúcar" o produto resultante da desidratação parcial, em vácuo, de leite próprio para o consumo, seguido de homogeneização, enlatamento e esterilização (Brasil, 1997).

O processo de esterilização é realizado utilizando o binômio tempo e temperatura de 110°C a 120°C, por 15 a 20 minutos, sendo realizado já nas embalagens final em autoclaves. Também, pode ser utilizado um processo UHT, onde após a concentração e a homogeneização do leite, segue-se o tratamento UHT (140°C/3 seg.) e o envase.





## Capítulo 5 Tecnologia de manteiga

### 1 INTRODUÇÃO

Manteiga é o produto lácteo, rico em gordura, derivado da bateção do creme de leite. Pode ser considerada uma fonte primária de gordura sendo altamente energética. É ainda fonte importante de vitaminas lipossolúveis contendo 20 vezes mais vitaminas A e D do que o creme de leite.

O creme de leite que dá origem a manteiga é oriundo da etapa de padronização do leite na centrífuga padronizadora ou desnatadeira e deve ser pasteurizado antes do processamento em manteiga.

A manteiga possui no mínimo 80% de gordura, 16% de umidade e 1,2% de proteínas do leite. Pode ser produzida com ou sem adição de fermento láctico. Quando a manteiga é maturada adiciona-se uma mistura de *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* e *Leuconoctoc dextranicum*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc citrovorus* e *Lactococcus lactis* ssp. *Lactis* var. *diacetylactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis diacetylactis* e *L. citrovorum*. Comparando-se com a manteiga não maturada, é mais resistente a contaminação por microrganismos indesejáveis e mais aromática, entretanto é mais suscetível à oxidação. Também poderá ser adicionada ou não de sal. A maturação é uma etapa opcional, mas que melhora as características sensoriais do produto.

O RIISPOA define a manteiga como: “Para os fins deste Decreto, manteiga é o produto lácteo gorduroso obtido exclusivamente pela bateção e malaxagem, com ou sem modificação biológica do creme de leite, por meio de processo tecnológico específico.” Determina ainda que a matéria gorda da manteiga deve

ser composta exclusivamente de gordura láctea (BRASIL, 2007, alterado por BRASIL, 2020).

## 2 CLASSIFICAÇÃO

A classificação da manteiga segue o disposto no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (BRASIL, 1986), sendo a manteiga classificada em:

- a) Manteiga Extra: aquela que é produzida a partir de um creme extra, o que é definido pelas suas características sensoriais e pela baixa acidez, geralmente abaixo de 20º Dornic;
- b) Manteiga de Primeira Qualidade: produzida a partir de um creme de primeira qualidade, podendo estar ácido e com posterior utilização de neutralizantes de acidez para reduzir a acidez do creme antes do processamento.

Esta classificação está diretamente relacionada com a qualidade sensorial do creme que será utilizado para sua fabricação, que deve seguir o descrito na Norma FIL 99A: 1987 (IDF, 1987).

Existe ainda a denominação manteiga comum, que é o produto obtido a partir de creme ou gordura obtidos do desnate do leite ácido ou do soro de queijo (BRASIL, 2000).

## 3 MÉTODOS DE FABRICAÇÃO

A manteiga poderá ser processada pelos métodos contínuo e descontínuo. O primeiro exige um grau mais elevado de tecnologia, porém tem a vantagem de ser mais rápido que o método descontínuo. Além disso, existe uma maior uniformidade das partidas elaboradas.

O método contínuo é caracterizado pelo uso de um equipamento apenas para o processamento da manteiga, o qual é abastecido de creme de leite e tem na saída, a manteiga pronta para ser embalada ou envasada. Já no processo descontínuo todas as etapas podem ser realizadas dentro das batedeiras, no entanto há a necessidade de parar e recomeçar o processo, por isso é chamado de batelada.

### 3.1 Etapas do processamento

#### 3.1.1 Recepção e seleção do leite ou do creme

A qualidade e durabilidade da manteiga dependerão da qualidade da matéria-prima (leite ou creme de leite). Por isso esta fase é uma das mais importantes no processo de fabricação.

Diversas análises são realizadas para assegurar a qualidade da matéria prima empregada, com destaque para as avaliações: físico-químicas; microbiológicas; pesquisa de inibidores microbianos e sensoriais.

O creme de leite para a produção de manteiga pode ser recebido em latões ou caminhões tanque; também poderá ser obtido durante a padronização do leite fluido destinado ao consumo ou para fabricação de derivados. O creme transportado em caminhões ou latões pode estar sujeito a ligeira lipólise (ação enzimática na gordura) devido a agitação durante o percurso.

No processo industrial, o desnate é realizado mecanicamente por meio de centrífuga desnatadeira ou padronizadora. Neste caso o desnate do leite é mais rápido e eficiente. O creme obtido geralmente não apresenta sinais de acidificação ou alterações sensoriais. Durante a centrifugação, também ocorre a eliminação de impurezas, células somáticas e bacterianas, esporos e outros materiais de pequeno tamanho. Estes saem da centrífuga na forma de lodo, de coloração acinzentada e que não tem aplicação industrial.

Nesta etapa será determinada a acidez titulável do creme, que é uma importante etapa na classificação do creme e na definição do tipo de manteiga que será produzida. De forma geral, o creme com acidez abaixo de 20° Dornic é classificado como creme extra e sendo utilizado para a elaboração de manteiga extra. Cremes com acidez acima de 20° D deverão ser neutralizados, geralmente com o uso de bicarbonato de sódio.

### 3.1.2 Padronização do creme

A padronização do creme é uma fase para regular o teor de gordura em torno de 35% a 38%. Essa etapa tem como função evitar que haja perda de gordura na fase de bateção, o que ocorre quando o creme é muito gordo, além de aumentar a eficiência da bateção. Essa padronização pode ser realizada pela diluição do teor de gordura, geralmente pela adição de leite integral, semidesnatado ou desnatado ou água; ou por aumento do teor de gordura, pela mistura a um creme mais gordo.

O mais comum é a diluição, uma vez que é frequente que durante a centrifugação (desnatadeira ou padronizadora) o creme saia do equipamento com um teor de gordura próximo a 50%. Neste caso, é fundamental assegurar a qualidade da água e do creme a fim de prevenir contaminações e problemas tecnológicos.

A diluição do leite, principalmente com água, tem como benefícios: a) Diminuir a acidez; b) Facilitar o fluxo pelas tubulações; c) Melhorar a transferência de calor; d) Evitar o gosto de queimado.

A fim de regular adequadamente a quantidade de gordura no creme a ser processado, é comum o uso de fórmulas matemáticas para balancear a mistura dos diferentes produtos. Geralmente é utilizada a equação:

$$CV_F = CV_1 \times CV_2$$

Onde:  $CV_F$  = Concentração versus volume final da mistura

$CV_1$  = Concentração versus volume do 1º ingrediente

$CV_2$  = Concentração versus volume do 2º ingrediente

Exemplo 1 - diluição com leite integral: Tenho um creme com 45% de gordura e quero padronizá-lo para 38% a partir da mistura com um leite com 5% de gordura. Qual é a quantidade de cada ingrediente para obter 1.000 kg de creme a 38%.

Assim,

$$CVF = CV_1 \times CV_2$$

$$0,38 \cdot 1000 = 0,45 (X) + 0,05 (1000 - X)$$

$$380 = 0,45X + 50 - 0,05X$$

$$330 = 0,4X$$

$$X = 825$$

Ou seja: 825 litros kg de creme a 45%, misturados a 175 kg de leite a 5%, para obter 1000 Kg de creme a 38%

Exemplo 2 - diluição com água: Tenho um creme com 45% de gordura e quero padronizá-lo para 38% a partir da mistura com água. Qual é a quantidade de cada ingrediente para obter 1.000 kg de creme a 38%.

Assim,

$$CV_F = CV_1 \times CV_2$$

$$0,38 \cdot 1000 = 0,45 (X) + 0,0 (1000 - X)$$

$$380 = 0,45X + 0$$

$$380 = 0,45X$$

$$X = 844,5$$

Ou seja: 844,5 litros kg de creme a 45%, misturados a 155,5 kg de água, para obter 1000 Kg de creme a 38%

### 3.1.3 Redução da acidez

A redução da acidez é realizada dependendo do tipo de matéria prima empregada. No caso de creme de leite com acidez acima de 20° D (manteiga de 1ª qualidade) ou creme de leite ácido oriundo do aproveitamento de leite ácido (manteiga comum). Essa fase é necessária pois maximiza o processo de bateção com menor perda de rendimento, uma vez que o creme ácido dificulta a aglomeração da gordura durante a bateção.

Da mesma forma que o leite, caso o creme esteja com acidez maior que o padrão, as proteínas poderão precipitar na fase posterior de tratamento térmico, carreando gordura e diminuindo o rendimento da manteiga. Além disso, a proteína precipitada e aquecida pode conferir ao produto final sabor de queimado.

Entre as funções da desacidificação, destacam-se:

- a) Evitar a coagulação pelo tratamento térmico;
- b) Evitar perdas da matéria gorda junto ao leitelho;
- c) Evitar formação de sabores e aromas estranhos.

O método mais comum é por meio da adição de substâncias alcalinas, próprias para o uso em alimentos. Devem ser previamente diluídas em água, sendo adicionadas sob agitação constante à temperatura adequada. Os neutralizantes mais utilizados são: hidróxido de sódio, óxido de cálcio, hidróxido de cálcio, óxido de magnésio, hidróxido de magnésio, carbonato de sódio, bicarbonato de sódio, ou uma mistura deles. Outro método utilizado é a lavagem após a etapa de bateção.

Para a redução, calcula-se a quantidade necessária de neutralizante a ser adicionado para neutralizar o excesso de acidez, utilizando-se o método abaixo:

Se hipoteticamente temos 1.000 mL de creme de leite com 25° D:

Redução da acidez para 18° D:  $25 - 18 = 7^\circ \text{D}$

1° D = 0,01g de ác. láctico em 100 mL de creme de leite

Se 7° D: 0,07g de ác. láctico em 100 mL de creme de leite

Se 1.000 mL: 0,7g de ác. láctico para serem neutralizados

Utilização do bicarbonato de sódio:

Massa molecular (Eq grama) do bicarbonato: 84

Massa molecular do ácido láctico (Eq grama): 90

90 g de ácido láctico----- 84 g de bicarbonato

0,7 g de ácido láctico----- X g de bicarbonato

X = 0,653 g de bicarbonato/1.000 ml de creme de leite

Difícilmente usaremos um bicarbonato com 100% de pureza, desta forma é fundamental ajustar a quantidade para a pureza do bicarbonato. Se o bicarbonato tem 80%, por exemplo, o seguinte cálculo deve ser aplicado (regra de três inversa):

0,653gBicarbonato ----- 100% (pureza)  
 X----- 80%  
 X = 0,816g NaHCO<sub>3</sub> a 80% de pureza para neutralizar a quantidade excessiva de ácido láctico em 1.000ml de creme de leite.

### 3.1.4 Pasteurização do creme

A pasteurização do creme tem como finalidade destruir as bactérias patogênicas, quase a totalidade das bactérias deteriorantes e inativar a enzima lipase, o que previne o ranço lipolítico. Devido a desnaturação de proteínas, age também formando compostos Sulfidrílicos com características antioxidantes.

Geralmente a temperatura utilizada é de 80° C a 95°C por 30 segundos (método rápido), podendo ser 65° C a 68° C por 30 minutos (no método lento).

O tratamento térmico é mais drástico do que a pasteurização usual do leite uma vez que a gordura tem baixa condutividade térmica. No entanto, deve-se ter o cuidado de não elevar muito a temperatura porque acarretaria intensa desnaturação de proteínas que podem ligar-se aos glóbulos de gordura, sendo carregados no leitelho, diminuindo o rendimento da manteiga. Além disso, um aquecimento mais rigoroso pode conduzir a defeitos devido a produção de excesso de grupos sulfidrílica e conseqüentemente alterações sensoriais.

### 3.1.5 Desodorização

Devido ao alto conteúdo de gordura, o creme pode absorver sabores e odores desagradáveis, poderá ser necessária a realização da etapa de desodorização. Esta etapa não é obrigatória na fabricação de manteiga. O desodorizador geralmente é incorporado à saída do pasteurizador. Em geral a desodorização é realizada sob vácuo a baixa pressão, onde ocorre a volatilização dos compostos indesejáveis.

### 3.1.6 Resfriamento

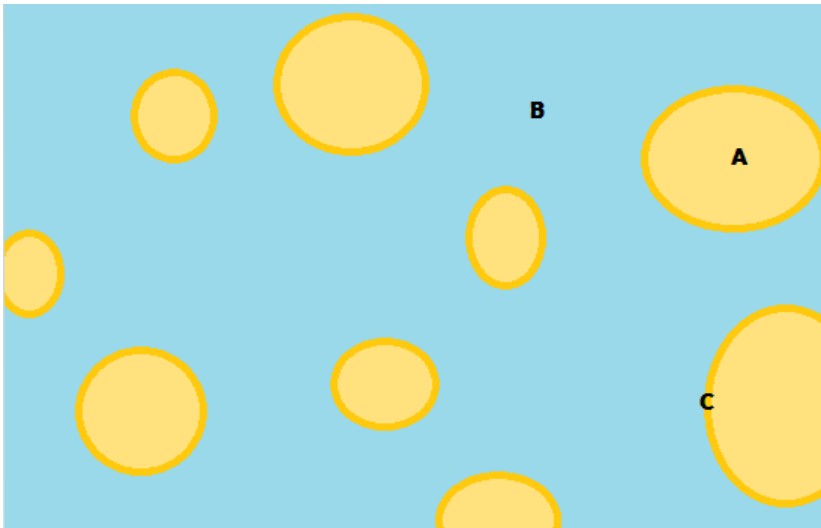
O resfriamento do creme após o tratamento térmico é importante para que o creme alcance a temperatura adequada de maturação ou de bateção, uma vez que ao sair do tratamento térmico, a fase lipídica do creme se encontra líquida, o que dificultaria o processo de bateção a aglomeração do gordura, sendo perdida uma grande quantidade de gordura no leitelho.

O creme deve ser resfriado entre 10° C a 12 °C para que a gordura dos glóbulos de gordura seja cristalizada em pequenos cristais, assegurando uma estrutura fina da manteiga; evita também a formação de sabor de cozido. Este resfriamento também é denominado de Maturação Física e demora em torno de 1 a 2 horas.

### 3.1.7 Bateção do creme

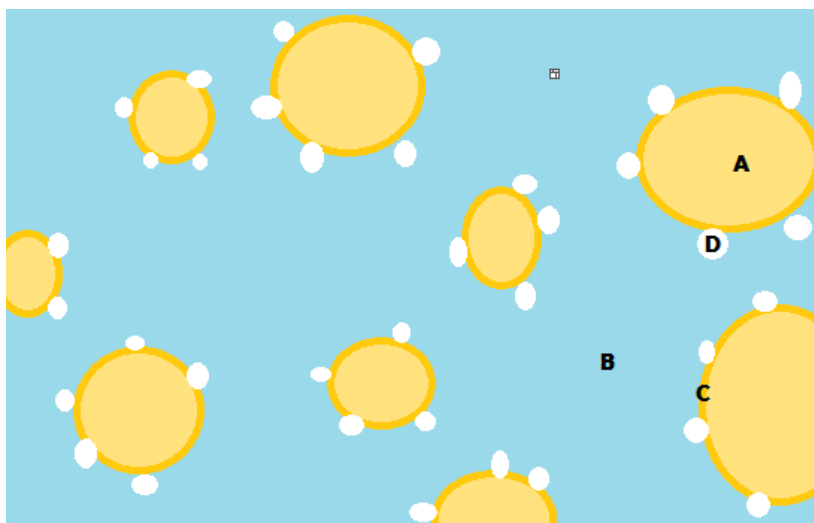
A bateção consiste em uma intensa agitação do creme de leite com o objetivo de aglomerar a gordura liberada e separar o leitelho. Estruturalmente, ocorre o rompimento mecânico da membrana dos glóbulos de gordura, liberando a gordura interna. Após esse rompimento, a gordura tende a se aglomerar em blocos, concomitantemente a liberação do leitelho. Ainda, durante a agitação, é feita a incorporação de ar e os glóbulos se aglomeram em redor destas pequenas bolhas formadas. Com a continuidade da bateção, o ar é eliminado e a aglomeração dos glóbulos aumenta formando os grumos da manteiga. No final da bateção, a manteiga terá o aspecto de couve-flor.

**Figura 11** - Emulsão de Gordura em Água. A- Gordura Líquida no Interior do Glóbulo; B- Parte Aquosa do Leite; C- Membrana Apical do Glóbulo de Gordura.



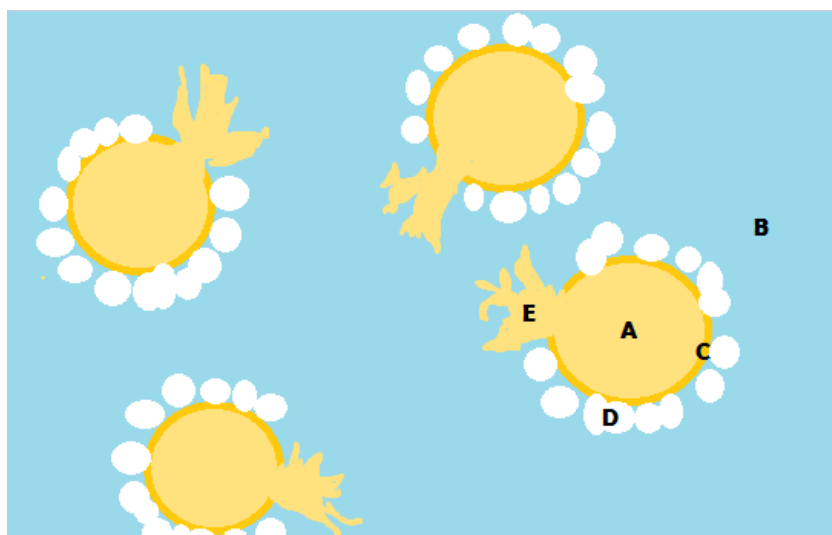
Fonte : Elaboração própria

**Figura 12** - Início da Incorporação de Ar. A- Gordura Líquida no Interior do Glóbulo; B- Parte Aquosa do Leite; C- Membrana Apical do Glóbulo de Gordura; D- Bolhas de Ar se acumulando ao Redor do Glóbulo.



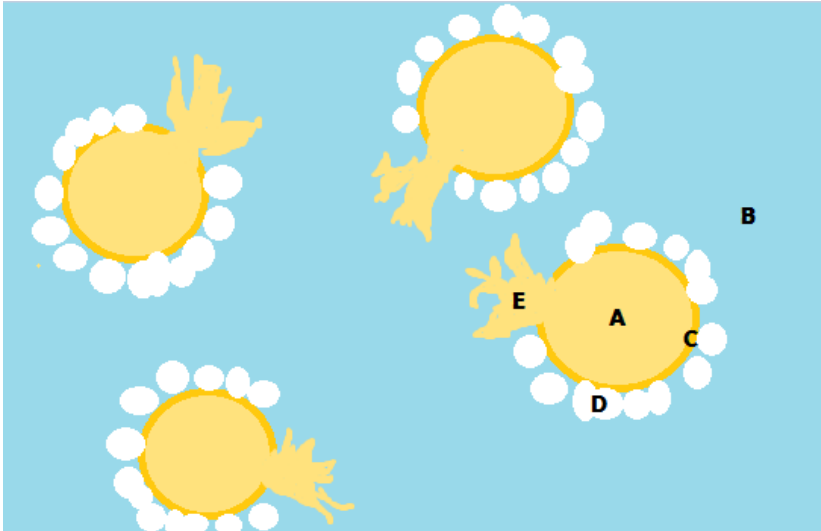
Fonte: Elaboração própria

**Figura 13** - Formação do Creme Chantilly. A- Gordura Líquida no Interior do Glóbulo; B- Parte Aquosa do Leite; C- Membrana Apical do Glóbulo de Gordura; D- Maior Quantidade de Bolhas de Ar se acumulando ao Redor do Glóbulo.



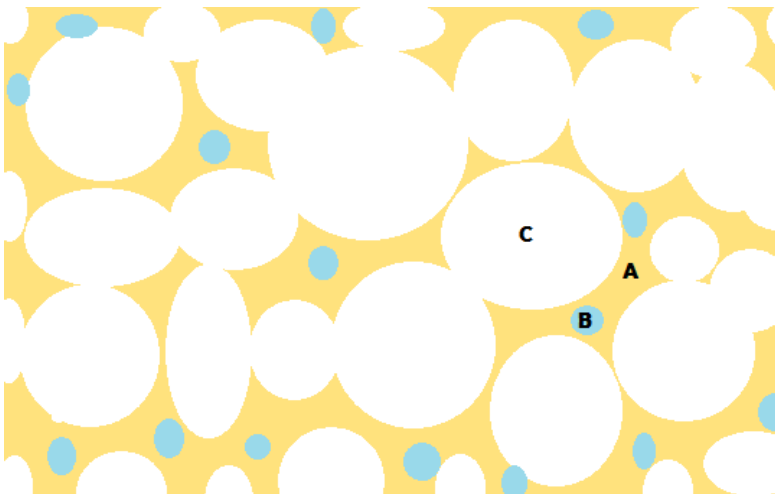
Fonte: Elaboração própria

**Figura 14** - Rompimento da Membrana Apical. A- Gordura Líquida no Interior do Glóbulo; B- Parte Aquosa do Leite; C- Membrana Apical do Glóbulo de Gordura; D- Grande Quantidade de Bolhas de Ar Acumuladas ao Redor do Glóbulo; E- Rompimento e Exteriorização da Gordura.



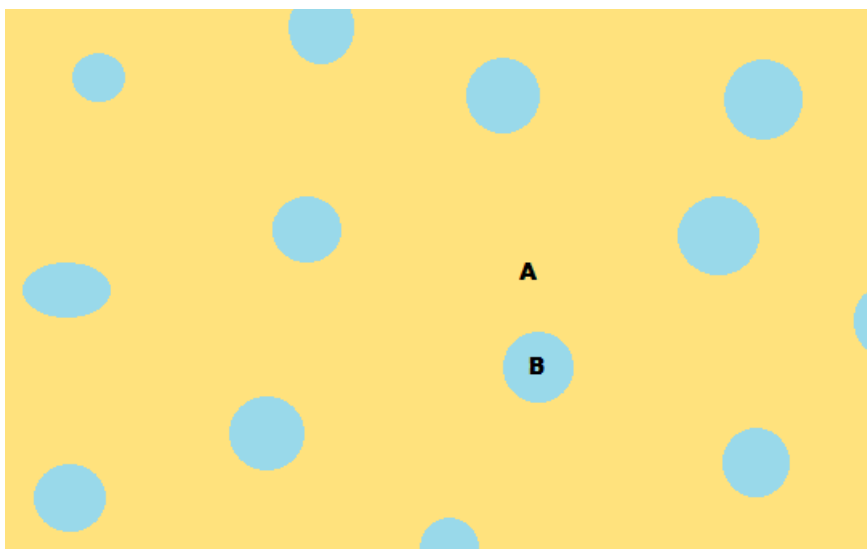
Fonte: Elaboração própria

**Figura 15** - Bolhas de Ar Envoltas por Gordura. A- Gordura Líquida; B- Água; C- Bolhas de ar.



Fonte: Elaboração própria

**Figura 16** - Emulsão de Água em Gordura. A- Gordura Láctea; B- Soro.



Fonte: Elaboração própria

**Figura 17** - Grumos de manteiga em formato de couve-flor.



Fonte: arquivo pessoal.

O leitelho tem a sua composição semelhante ao leite semidesnatado ou desnatado, porém, carrega componentes internos do glóbulo de gordura e resquícios da membrana do glóbulo.

A bateção pode ser realizada nas batedeiras descontínuas ou nos equipamentos contínuos. A escolha entre um método ou outro dependerá da capacidade de produção e do grau de tecnificação da indústria. Na produção em larga escala o método utilizado é contínuo, por ser mais rápido, podendo produzir grandes quantidade de manteiga em pouco tempo. No método tradicional, além da lentidão, muitas vezes não há uma uniformização do produto, com maior diferenciação entre os lotes.

A batedeira no método descontínuo possui formato cilíndrico com rotação no eixo horizontal, tendo pás acopladas à parede interna do equipamento. O conjunto gira em uma velocidade de 20-40 rpm e o creme continuamente “bate” nas pás. O processo dura aproximadamente 40 minutos. Todos os procedimentos após a fase de resfriamento e cristalização dos glóbulos de gordura, pelo método convencional, ocorrem dentro da própria batedeira.

Para o processamento, o creme de leite resfriado é adicionado dentro da batedeira pela abertura do equipamento. A batedeira será preenchida em até 50% de sua capacidade com creme resfriado entre 10 e 12 °C e com teor de gordura láctea entre 35-40%. Em seguida inicia-se o processo de bateção. Na primeira fase de bateção com a incorporação de ar ao creme, ocorre um aumento de volume, dando-se o nome de “ponto *chantilly*”. Esse ponto é caracterizado por apresentar a ação das proteínas do soro na formação de um sistema com o ar atmosférico e a membrana do glóbulo de gordura. Com o avanço da bateção, conseqüentemente mais gordura vai sendo liberada do glóbulo e intensifica a aglomeração, formando glóbulos maiores. Aos poucos o ar vai sendo perdido e ocorre grande formação de leitelho. Neste momento, os grumos de gordura já estão bem amarelados e grandes, denominando-se de “ponto couve-flor”.

O tempo de bateção pode ser determinado pela observação dos grumos e da cor do leitelho pelo vidro da janela de inspeção da batedeira. Geralmente no ponto correto o vidro é “limpo” pela grande quantidade de leitelho formado.

### 3.1.8 Desleitagem

A desleitagem é a retirada do leitelho formado durante a bateção. Frequentemente é realizada abrindo-se uma torneira ou válvula da batedeira. O leitelho produzido pode ser utilizado como ingredientes para o processamento de outros produtos, como por exemplo leites fermentados, produtos de panificação, etc.

### 3.1.9 Lavagem da manteiga

Os grumos de manteiga aglomerados após a desleitação ainda possuem muito resquício de leiteiro na sua estrutura. Assim é realizada a lavagem para a remoção deste excesso e atuar na correção da acidez. Esta etapa é realizada por meio da adição de água gelada (4°C) na batedeira após a retirada do leiteiro. A batedeira é colocada para girar mais ou menos três voltas e a água de lavagem é retirada da mesma forma que o leiteiro. A operação deve ser repetida até que a água de lavagem saia quase límpida. Geralmente são realizadas de duas a três lavagens.

A eliminação dos restos de leiteiro tem como efeito a melhoria direta da qualidade do produto final, uma vez que diminui a quantidade de nutrientes capazes de promover o desenvolvimento de bactérias. Contribui ainda com a redução de 15 a 25% da atividade de lipases, com o controle do teor de umidade e com a regulação da firmeza da manteiga. Além disso, ocorre a correção da temperatura, aumentada durante o processo de bateção, e solidificação da gordura.

O volume de água normalmente empregado corresponde à quantidade de leiteiro retirada e a lavagem pode ser realizada. Este volume também poderá ser 120 a 130 L/kg de manteiga. A lavagem deve ser realizada com água clorada e de preferência pasteurizada.

### 3.1.10 Malaxagem

A malaxagem é um trabalho mecânico da massa, como se fosse uma “espremedura” da massa, com união dos grãos e formação da textura final do produto. Durante a malaxagem ocorre a compactação dos grãos com expulsão do excesso de leiteiro e regulação do teor de umidade e do rendimento industrial. Também, o sal que é adicionado nesta etapa é incorporado e homogeneizado e a manteiga alcança sua textura e características finais.

A malaxagem do método contínuo consiste em colocar a batedeira novamente para girar durante aproximadamente 5 minutos em uma rotação de 20 RPM. O ponto final deste processo é reconhecido ao se passar uma espátula sobre a superfície da manteiga, que deve ter aparência homogênea e, lisa, onde não devem ser observadas gotículas de água.

Caso a malaxagem seja realizada de forma incompleta ou por um tempo insuficiente, a manteiga terá um excesso de água que, além de propiciar crescimento de bactérias indesejáveis e deteriorantes, pelo aumento da atividade de água do produto, constitui fraude pela legislação brasileira.

O sal é adicionado no início da malaxagem (na manteiga salgada), sendo incorporado e uniformemente distribuído no decorrer da malaxagem. A salga tem

como funções: conferir sabor; aumentar a conservar pela diminuição da atividade da água e completar a desleitação.

### 3.1.11 Acondicionamento

Para o envase são utilizadas as seguintes embalagens:

- a) Papel laminado de alumínio: Menor permeabilidade que o papel;
- b) Potes plásticos de poliestireno: Menor permeabilidade ao ar, luz e água comparado ao papel comum e laminado;
- c) Papel sulfurado: Para consumo rápido. Permeável ao vapor d'água, ao ar e à luz;
- d) Papelão: Para manteiga utilizada nas indústrias, devendo a embalagem ser forrada de plástico ou papel;
- e) Latas Estanhadas: comumente associada aos produtos mais artesanais.

### 3.1.12 Maturação

A maturação do creme para a fabricação da manteiga é uma etapa opcional e cada vez é mais rara de ocorrer devido ao aumento de custo e tempo de fabricação.

O creme é maturado logo após a etapa de resfriamento no sistema a placas, porém para a maturação a temperatura do creme deverá ser entre 15-20°C a fim de permitir o metabolismo adequado dos microrganismos.

Os objetivos primordiais da maturação são fornecer as características sensoriais desejadas da manteiga e a melhor preservação bacteriológica. Este processo pode ser controlado através do percentual de inóculo, da temperatura e do tempo de incubação.

Geralmente esta etapa é realizada com a adição de fermentos lácteos (2 a 5%) ao creme, com um tempo de até 12 horas de fermentação. Ao final da maturação o pH deve se apresentar na faixa entre 4,5 e 5,8.

Os microrganismos são responsáveis pelo desenvolvimento de acidez controlada e posterior formação de compostos de características sensoriais desejáveis. Dentre os compostos aromáticos desenvolvidos, destaca-se o diacetil, que é caracterizado sensorialmente por apresentar sabor que lembra nozes ou castanhas.

Com o desenvolvimento das bactérias adicionadas, ocorre uma inibição do desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, entre deteriorantes e patógenos.

Tipos de culturas:

São utilizados dois grupos de bactérias:

- a) Acidificantes (produtores de ácido láctico e ácido cítrico): *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*;

- b)** Produtores de aromas (produtores de diacetil): *Leuconostoc dextranicum* *Leuconostoc mesenteroides*; *Leuconostoc citrovorus*; *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* var. *diacetylactis*.

Tradicionalmente, o pH desejado ao final da maturação varia de 4,50 a 4,70. Entretanto, devido às quantidades cada vez maiores de leiteiro nas fábricas e às dificuldades de tratamento deste leiteiro ácido (concentração-secagem etc.), algumas tecnologias mais modernas preconizam faixas de pH mais elevadas, como por exemplo 5,60-5,80. A manteiga assim obtida, apresenta pH de estocagem na faixa de 5,40 a 5,60. Muitas fábricas que fazem opção pelos valores tradicionais de pH, promovem um resfriamento do creme a 8° C quando o pH atinge 5,10-5,20 com a finalidade de frear a acidificação.

Os requisitos físico-químicos para a manteiga estão demonstrados na tabela abaixo (TABELA 3).

**Tabela 3 -** Parâmetros físico-químicos mínimos de qualidade

Requisitos	LIMITE
Matéria gorda	Manteiga sem sal mín. 82 (%m/m) Manteiga com sal min 80 (%m/m)
Umidade (%m/m)	máx. 16
Extrato seco desengordurado (%m/m)	máx. 2
Acidez na gordura (milimoles/100g de matéria gorda)	máx. 3
Índice de peróxido (meq. de peróxido/kg mat. gorda.)	máx. 1

Fonte: Modificado de BRASIL, 1986.

### 3.2 Bateção método contínuo

O método contínuo é caracterizado pela maior eficiência e rapidez do processo, melhor aproveitamento das instalações e diminuição dos custos com mão de obra. É indicado para grandes quantidades de creme.

Neste processo o mesmo equipamento possui as partes necessárias à bateção e para a malaxagem.

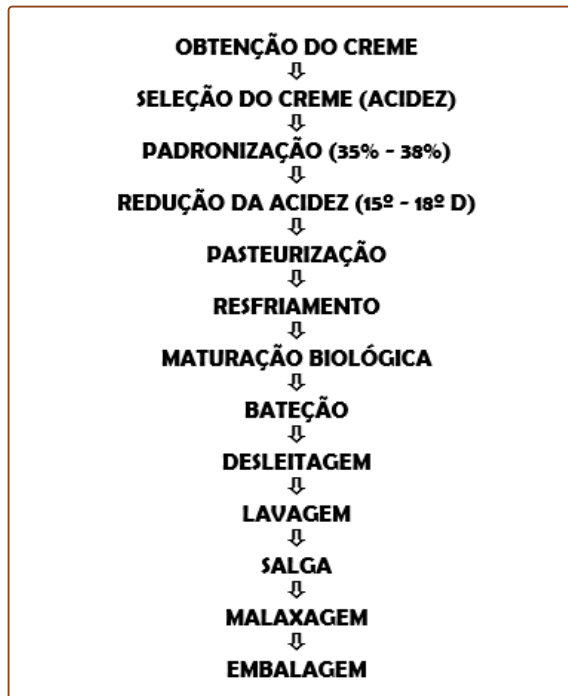
Na 1ª parte, o creme é colocado em um tanque cilíndrico equipamento com um sistema de palhetas. O conjunto gira e o creme bate nas palhetas, sendo essa a etapa de bateção.

Na 2ª parte, os grumos de manteiga são direcionados para um sistema de rosca sem fim, sendo que o leiteiro escorre por locais próprios e são realizadas as etapas de

lavagem, com o uso de água potável e resfriada, assim como a adição de sal. Ao girar, a rosca compacta os grumos, a partir do trabalho mecânico, unindo-os e retirando o excesso de umidade. Ao fim deste processo, a manteiga está com sua textura e aspectos desejados, o sal foi uniformemente distribuído e o teor de umidade de acordo com o exigido pela legislação.

O fluxograma das etapas realizadas na fabricação da manteiga pode ser visualizado abaixo:

**Figura 18** - Fluxograma da produção de manteiga.



Fonte: Elaboração própria



## 6 Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA N. 146**, de 7 de março de 1996. Regulamento técnico de identidade e qualidade da manteiga. Publicado em 11 de março de 1996, sancionado em 7 de março de 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA N. 53**, de 1º de outubro de 2018. Regulamento Técnico Mercosul de Identidade e Qualidade do Leite em Pó, aprovado pela Resolução Mercosul/GMC/RES. n. 07/18, na forma do Anexo a esta Instrução Normativa. Publicado em 16 de outubro de 2018, ed. 199, seção 1, p. 11-12.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA N. 77**, de 26 de novembro de 2018. Ficam estabelecidos os critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial, na forma desta Instrução Normativa e do seu Anexo. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 2018a. Publicado em 30 de novembro de 2018, ed. 230, seção: 1, p. 10.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA N. 76**, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 2018b. Publicado em 30 de novembro de 2018, ed. 230, seção: 1, p. 9.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA N. 46**, de 23 de outubro de 2007. DOU de 24 de outubro de 2007, n. 205, seção 1, p. 4.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria N. 370**, de 8 de setembro de 1997. DOU de 8 de setembro de 1997, n. 172, seção 1, p. 19.700.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Resolução n. 4**, de 4 de maio de 2000. DOU de 5 de abril de 2000, n. 84, seção 1, p. 66.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**

(RIISPOA). Aprovado pelo Decreto n. 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei n. 1.283, de 18 de dezembro de 1950, que dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 2017.

CORTEZ, M.A.S. Composição do Leite. *In*: NERO, L.A.; CRUZ, A.G.; BERSOT, L.S. (org.). **Produção, processamento e fiscalização de leite e derivados**. São Paulo: Atheneu, 1. ed., 2017, v. 1, p. 33-74.

IDF Sensory Evaluation of Dairy Product. ID Federation, FIL-IDF Standard 99A. International Dairy Federation, Bruxelles, 1987.

ROSENTHAL, I. **Milk and dairy products: properties and processing**. Rehovot: Balaban Publisher. 1991. 216 p. Wiley - Blackwell; 1ª edição.

### **ADRIANA CRISTINA DE OLIVEIRA SILVA**

Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Fluminense (2000), mestrado em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Minas Gerais (2003) e doutorado pela Universidade Federal Fluminense (2009). Professora Associada da Universidade Federal Fluminense desde 2006, atuando nas Disciplinas de Inspeção de Leite e Derivados e Tecnologia de Leite e Derivados. Tem experiência na área de Medicina Veterinária, com ênfase em Fraudes em Leite Fluido e no desenvolvimento de novos produtos à base de Leites Fermentados. Atualmente Coordenadora da Monitoria do MTA e Coordenadora do Projeto de Extensão Viva Leite.

### **MARCO ANTONIO SLOBODA CORTEZ**

Professor Titular do Departamento de Tecnologia dos Alimentos, da Faculdade de Veterinária/UFF, nas áreas de Tecnologia de Leite e Derivados e Inspeção de Leite e Derivados. É Médico Veterinário formado pela Universidade Federal de Minas Gerais. Fez mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa/MG e doutorado também em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa e University of Vermont/EUA. Possui livros técnicos publicados, patentes e artigos em revistas científicas. Desenvolve pesquisas na área de desenvolvimento de novos produtos lácteos, controle de qualidade de leite e derivados, pesquisa de fraudes em lácteos e tecnologia de derivados lácteos em geral.

Este livro foi composto com as famílias das fontes  
Alegreya Sans e Arial Rounded MT  
Niterói- Brasil  
2022

## O LEITE COMO MATÉRIA PRIMA

O leite cru refrigerado é matéria prima que pode ser transformada em diversos produtos derivados. Este geralmente vem direto das propriedades rurais produtoras de leite ou dos postos de resfriamento e é transportado por meio de caminhões-tanques isotérmicos, que mantêm a temperatura do produto devido às características de isolamento térmico do material utilizado na construção do tanque (cortiça, poliestireno expandido, fibra de vidro, aço inoxidável etc.). Ainda é aceito pela legislação (BRASIL, 2018a), a entrega de leite cru à temperatura ambiente e em vasilhames, como os latões de leite. No entanto em termos de qualidade, este tipo de transporte está mais sujeito a alterações e contaminações.

O processamento de leites fluidos como o leite pasteurizado ou o leite UHT envolve a utilização de tecnologias térmicas que estão relacionadas à segurança do alimento e a proteção do consumidor. No geral, por pré-beneficiamento entendem-se as etapas logo após a recepção do leite, tais como medição, refrigeração, filtração, centrifugação, clarificação e termização.

E é sobre esse processo que estamos tratando neste conteúdo que mostra todas as etapas que envolvem o processamento do leite cru.

