

Fabricação de Produtos Lácteos: Princípios Básicos



FABRICAÇÃO DE PRODUTOS LÁCTEOS: PRINCÍPIOS BÁSICOS

BELO HORIZONTE
EMATER-MG
DEZEMBRO DE 2012

FICHA TÉCNICA

Autoras:

Laticinista

Marciana de Souza Lima

Engenheira de Alimentos

Laura Peres de Castro Penna

Colaboradores:

Médicos Veterinários:

Álbany Árcega

Elmer Ferreira Luiz de Almeida

Projeto Gráfico e diagramação:

Cezar Hemétrio

Foto capa:

Alexandre Souza

Revisão:

Lizete Guerra e Ruth Navarro

Tiragem:

100

Emater-MG

Av. Raja Gabaglia, 1.626 – Gutierrez – BH-MG

www.emater.mg.gov.br

Série	Ciências Exatas
Tema	Tecnologia de Alimentos
Área	Produção de Lácteos

LIMA, Marciana de Souza; PENNA, Laura Peres de Castro. **Fabricação de produtos lácteos:** princípios básicos. Belo Horizonte: Emater-MG, 2012. 68 p. il.
I. Laticínios II. Título.

CDU 637.1

APRESENTAÇÃO

Nos últimos anos, devido aos incentivos dos governos federal e estadual, a agricultura familiar em Minas Gerais vem tomando uma nova conformação, sendo representada, principalmente, por associações, cooperativas, assentamentos e ou comunidades locais de agricultores, na tentativa de promover o desenvolvimento rural sustentável, agregar valor a seus produtos e garantir a segurança dos consumidores.

Uma das atividades que mais têm contribuído para o desenvolvimento da agricultura familiar em Minas é a pecuária leiteira, que se destaca no cenário nacional por ter a maior produção de todo o Brasil. Segundo dados do IBGE/Pesquisa Pecuária Municipal trabalhados pela Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Seapa, em 2011 o Estado Minas Gerais produziu 8,8 bilhões de litros de leite, representando 27,4% do total de 32,1 bilhões de litros produzidos no Brasil.

Seguindo a mesma tendência do leite, a fabricação de queijos em Minas Gerais também é responsável pela metade de toda a produção do Brasil, com mais de 300 mil toneladas/ano (Terraviva, 2007), contribuindo muito com o crescimento da economia no Estado e com a fixação do homem no campo, fator de caráter sociocultural de grande relevância.

Parte dessa produção vem da agroindústria familiar, em pequena escala, para atendimento aos

mercados locais/regionais e, em alguns casos, interestaduais. No entanto muitas dessas agroindústrias não se encontram em condições adequadas de produção, e algumas unidades produtoras estão localizadas em regiões de difícil acesso.

Extensionistas locais/regionais da Emater vêm recebendo solicitações de pequenos produtores de leite e derivados, que buscam assistência técnica específica à agroindústria familiar, com maior apelo à estruturação da cadeia produtiva e adequação às exigências da legislação.

Na tentativa de suprir esta demanda, a Emater-MG propõe a elaboração e execução do Programa “Agrolácteos”, que tem como principal objetivo melhorar a cadeia produtiva do leite e derivados produzidos por agricultores familiares no Estado de Minas Gerais, para a garantia da segurança alimentar e manutenção do desenvolvimento local/regional sustentável.

Esta publicação destina-se aos extensionistas, objetivando fornecer alguns princípios básicos da fabricação de produtos lácteos, incluindo os controles necessários aos quais o leite deve ser submetido; os princípios da fabricação e maturação e alguns tipos de defeitos em queijos.

Esperamos, assim, contribuir para que esta publicação seja um referencial teórico de apoio aos extensionistas.

SUMÁRIO

1. LEITE	1
2. COMPOSIÇÃO DO LEITE	1
3 – TRATAMENTO DO LEITE	3
3.1 – Filtração	3
3.2 – Resfriamento	3
3.3 – Pasteurização do leite.....	3
3.3.1 – Pasteurização rápida.....	3
3.3.2 – Pasteurização lenta.....	3
4 – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE	6
4.1 – Alizarol	6
4.2 – Acidez Dornic (°D)	7
4.3 – Densidade a 15° C.....	7
4.4 – Gordura	8
4.5 – Extrato Seco Total (EST) e Extrato Seco Desengordurado (ESD).....	8
4.6 – Crioscopia	9
4.7 – pH	9
4.8 – Lactofiltração.....	9
4.9 – Pesquisa de fraudes	10
4.9.1 – Reconstituente de aguagem.....	10
4.9.1.1 – Álcool etílico	10
4.9.1.2 – Cloretos (sal)	11
4.9.1.3 – Amido	11
4.9.1.4 – Açúcares	12
4.10 – Neutralizantes de acidez.....	12
4.10.1 – Método ácido rosólico	13
4.10.2 – Método fenolftaleína.....	13
4.11 Conservadores	14
4.11.1 – Pesquisa de peróxido de hidrogênio (água oxigenada)	14
4.11.1.1 – Óxido de vanádio.....	14
4.11.1.2 – Método guaiacol (útil para amostras de leite cru):	14
4.11.2 – Pesquisa de formaldeído (formol)	15
4.11.3 – Pesquisa de cloro e hipoclorito.....	16
4.12 – Pesquisa de elementos anormais.....	16
4.12.1 – Urina	16
4.12.2 – Sangue	16
4.12.3 – Pus	17
4.12.4 – Leucócitos (mastite)	18
4.13 Avaliação do leite por enzimas (fosfatase alcalina e peroxidase)	18
4.13.1 – Fosfatase alcalina	18
4.13.2 – Peroxidase.....	19

5. OUTRAS ANÁLISES PARA LEITE	21
5.1 – Antibióticos.....	21
5.2 – Teste de Redutase	21
6. FABRICAÇÃO DE QUEIJOS	23
6.1 – Definição de queijo	23
6.2 – Composição do queijo.....	23
Nutrientes dos queijos:	23
6.3 – Classificação	23
6.3.1 – Quanto à obtenção de massa	23
6.3.2 – Quanto ao tratamento da massa	23
6.3.3 – Quanto ao teor de gordura no Extrato Seco Total (GES).....	24
6.3.4 – Quanto ao teor de umidade	24
6.4 Principais ingredientes do queijo	24
6.4.1 – Fermento láctico.....	24
6.4.1.1 – Finalidade de uso do fermento láctico.....	24
6.4.1.2 – Principais microrganismos dos fermentos lácticos	24
6.4.1.3 – Aplicação dos fermentos mais comuns.....	25
6.4.1.4 – Fermento de uso direto no tanque de fabricação (DVS).....	25
6.4.2 – Coalho.....	25
6.4.3 – Cloreto de cálcio	25
6.5 Etapas de fabricação.....	25
6.5.1 – Coagulação	25
6.5.1.1 – Coagulação ácida	26
6.5.1.2 – Coagulação enzimática	26
6.5.1.3 – Temperatura de coagulação.....	26
6.5.2 – Adição dos ingredientes.....	26
6.5.3 – Corte da coalhada	26
6.5.4 – Mexedura da coalhada	27
6.5.5 – Aquecimento da coalhada	27
6.5.6 – Ponto da coalhada.....	28
6.5.7 – Pré-prensagem	28
6.5.8 – Enformagem	28
6.5.9 – Salga	28
6.5.9.1 – Salga no leite.....	29
6.5.9.2 – Salga na massa.....	29
6.5.9.3 – Salga a seco.....	29
6.5.9.4 – Salga em salmoura	29
6.5.9.5 – Fatores que interferem na velocidade da salga.....	31
6.6 Maturação dos queijos.....	32
6.6.1 – Princípios gerais.....	33
6.6.2 – Proteólise (quebra da proteína)	33
6.6.3 – Lipólise (quebra da gordura)	33
6.6.4 – Quebra da lactose e do citrato	33
6.6.5 – Cuidados durante a maturação.....	34
6.7 – Conservação dos queijos.....	34

6.8 – Olhaduras em queijos	34
6.9 – Rendimento da fabricação de queijo	35
6.9.1 – Conceitos de rendimento técnico e econômico	35
6.9.2 – Fatores que afetam o rendimento	37
6.9.2.1 – Fatores diretos.....	37
6.9.2.2 – Fatores indiretos.....	37
7. DEFEITOS EM QUEIJO	40
7.1 – Estufamento precoce	40
7.2 – Estufamento tardio	40
7.3 – Trincas.....	40
7.4 – Sabor amargo	40
7.4.1 – Alguns dos principais fatores que influenciam direta ou indiretamente no surgimento do sabor amargo.....	40
8. FABRICAÇÃO DE PRODUTOS LÁCTEOS	44
8.1 – FABRICAÇÃO DE QUEIJO MINAS FRESCAL.....	44
8.2 – FABRICAÇÃO DE QUEIJO MINAS PADRÃO.....	44
8.3 – FABRICAÇÃO DE QUEIJO MUÇARELA	45
8.4 – FABRICAÇÃO DE RICOTA	46
8.5 – FABRICAÇÃO DE REQUEIJÃO DE CORTE (BARRA)	47
8.6 – FABRICAÇÃO DE IOGURTE	47
8.7 – FABRICAÇÃO DE DOCE DE LEITE.....	48
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Resultado da análise de alizarol.....	6
Figura 2	- Resultado da análise de álcool etílico	11
Figura 3	- Resultado da análise de cloretos.....	11
Figura 4	- Resultado da análise de amido	12
Figura 5	- Resultado da análise de açúcares.....	12
Figura 6	- Resultado da análise de neutralizante de acidez pelo método de ácido rosólico	13
Figura 7	- Resultado da análise de açúcar pelo método de fenolftaleína	14
Figura 8	- Resultado da análise de peróxido de hidrogênio pelo método de óxido de vanádio	14
Figura 9	- Resultado da análise de peróxido de hidrogênio pelo método de guaiacol.....	15
Figura 10	- Resultado da análise de formaldeído	15
Figura 12	- Resultado da análise de sangue	17
Figura 14	- Resultado da análise de fosfatase alcalina	19
Figura 15	- Resultado da análise de peroxidase	19

LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS

GRÁFICOS

Gráfico 1 – Composição média do leite de vaca	1
---	---

TABELAS

Tabela 1 – Composição média do leite de vaca	1
Tabela 2 – Teor de umidade de alguns queijos e tamanho dos grãos na coalhada	27
Tabela 3 – Composição média do soro	27
Tabela 4 – Temperatura de aquecimento da coalhada e o teor de água para alguns queijos	27
Tabela 5 – Defeitos relacionados com a salga	30
Tabela 6 – Concentração de sal em razão da densidade	31
Tabela 7 – Comparação entre bactérias produtoras de gás	35
Tabela 8 – Rendimentos industriais médios do leite padrão para os diferentes derivados.....	36

1. LEITE

2. COMPOSIÇÃO DO LEITE

1. LEITE

O leite, quando obtido em circunstâncias naturais, é um líquido de cor branca, odor suave e gosto levemente adocicado, sendo o produto integral da ordenha total e ininterrupta de uma fêmea leiteira sã, bem alimentada e em perfeito estado físico e psicológico.

O leite destinado à fabricação de produtos lácteos deve ser de boa qualidade. Essa qualidade está diretamente relacionada com a saúde do rebanho e com a obtenção higiênica do leite. Durante a produção do leite, é preciso estar atento a vários fatores, como: saúde do animal, higiene do local de ordenha e do ordenhador, limpeza dos materiais e utensílios e o bom acondicionamento e transporte do leite. Todos esses fatores definem os níveis de qualidade dos produtos a serem elaborados.

2. COMPOSIÇÃO DO LEITE

A composição do leite pode variar em função da raça, da alimentação, da idade, do número de crias, do tempo de lactação do animal, além das variações climáticas.

A composição físico-química permite determinar o valor alimentar ou rendimento industrial e, ainda, detectar possíveis fraudes. Já a qualidade microbiológica do leite não apenas indica a saúde da glândula mamária, como também as condições gerais de manejo e higiene adotadas na fazenda e nas indústrias processadoras.

Em relação à composição proteica, a caseína é a principal proteína do leite, representando cerca de 80% do total de 3,4% do total proteico médio do leite. Essa proteína tem boa qualidade nutricional e fornece uma quantidade e qualidade de aminoácidos, além de apresentar boa digestibilidade. A caseína é que sofre a ação do coalho utilizado na fabricação dos principais queijos e é, portanto, a principal proteína concentrada nos queijos.

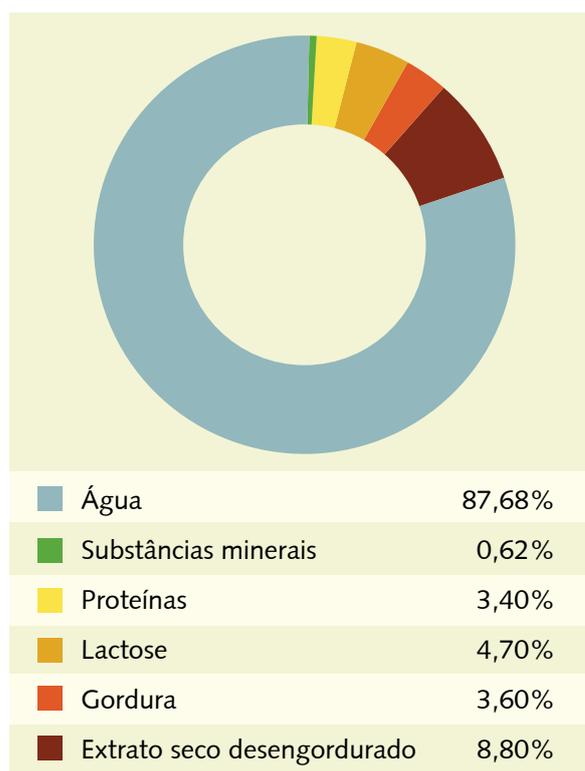
Também está presente no leite um grupo denominado de proteínas do soro, com excelente valor nutricional. Elas não sofrem ação do coalho tradicional, mas são coaguladas pelo calor e por ácidos. São representadas principalmente pela lactoglobulina e lactoalbumina. Nesta classe também se incluem as imunoglobulinas (importantes no colostro) e a albumina sérica do bovino (BSA) (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição média do leite de vaca

CONSTITUINTE	TEOR % (M/M)	VARIAÇÃO % (M/M)
Água	87,68	85,50 – 88,70
Extrato seco desengordurado	8,80	8,40 – 10,00
Gordura	3,60	3,00 – 5,50
Lactose	4,70	3,80 – 5,30
Proteínas	3,40	2,90 – 4,40
Substâncias minerais	0,62	0,53 – 0,80

A lactose (açúcar do leite) representa, aproximadamente, 4,7% dos sólidos do leite, principal responsável por sabor e acidez agradável dos produtos lácteos (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Composição média do leite de vaca



A gordura corresponde aproximadamente a 3,6% do leite e é também responsável pelo sabor e odor do leite e seus derivados.

Minerais do leite representam, aproximadamente, 0,6% e fornecem cálcio e fósforo.

O leite tem boa fonte de vitamina A, riboflavina (B2) e cianocobalamina (B12), mas é pobre como fonte de vitamina C, D e ferro.

A água representa, aproximadamente, 87,6%.

3 – TRATAMENTO DO LEITE

3 – TRATAMENTO DO LEITE

3.1 – Filtração

Por mais que se tenham cuidados higiênicos durante a ordenha, nunca se está totalmente livre de acidentes. A filtração do leite tem por objetivo eliminar detritos e impurezas que venham porventura cair no leite, na ocasião da ordenha.

O filtro deve ficar no latão, para que se faça a filtração imediatamente após a ordenha, pois as sujidades carregam consigo uma grande quantidade de germes, que evidentemente vão provocar alteração no produto final.

Os filtros devem ser construídos de tela de metal ou mesmo de náilon, porém é importante que a malha seja finíssima, para que a operação seja realizada da maneira mais eficiente possível.

3.2 – Resfriamento

A temperatura do leite na ocasião da ordenha (+/- 35°C) é bastante favorável à multiplicação da microbiota, que conseqüentemente é prejudicial à fabricação de queijos.

O resfriamento do leite consiste em uma medida bastante eficaz no que diz respeito à contenção de acidificação dele.

Para fabricar queijos, a melhor opção é a transformação imediata do leite 2 horas após a ordenha, ficando o resfriamento restrito a um incidente qualquer que porventura impeça a fabricação do queijo no mesmo dia da ordenha.

Existem aparelhos próprios para efetuar o resfriamento, porém, na maioria das vezes, o investimento a ser feito não se justifica em função do pequeno volume de leite a ser trabalhado. Uma outra opção é o resfriamento com água corrente, que não é tão eficaz, restringindo-se apenas a amenizar o problema, o que não é definitivamente suficiente.

Neste caso, devem-se tomar ainda os seguintes cuidados:

- a) Resfriar o leite sempre na temperatura de 3° a 5°C.
- b) Resfriar o leite no mais breve tempo possível após a ordenha.
- c) Observar todas as recomendações de ordem higiênica.

Entretanto o resfriamento não é a solução

para um leite de qualidade ruim. Ao se resfriar um leite de má qualidade, o resultado será um leite de má qualidade resfriado. O que se vê, muitas vezes, é uma perda da qualidade do leite com o resfriamento, caso alguns cuidados não sejam tomados. O resfriamento diminui os problemas de acidificação do leite, pois o metabolismo das bactérias acidificantes diminui. Porém problemas com outras bactérias que não acidificam o leite, mas agredem suas proteínas e gordura, são extremamente graves e se desenvolvem em temperaturas mais baixas. Ocorrem perda de rendimento e formação de gosto ruim no queijo, como: amargo, rançoso e de sabão. Estes defeitos não podem ser prevenidos com a pasteurização, caso a contaminação já esteja elevada. Os microrganismos causadores destes malefícios são chamados de psicrófilos e são vinculados pelas más condições higiênicas e pela água de qualidade duvidosa.

3.3 – Pasteurização do leite

A pasteurização é um tratamento térmico que tem por objetivo destruir os microrganismos patogênicos (transmissores de doenças) e a maioria dos microrganismos existentes no leite, alterando o mínimo possível a sua composição e estrutura.

Em relação ao tempo e à temperatura, a pasteurização pode ser de dois tipos:

3.3.1 – Pasteurização rápida

Consiste no aquecimento rápido do leite na temperatura de 72 - 75°C durante 15 segundos e, em seguida, o resfriamento rápido para 34°C, quando o leite for utilizado na fabricação de queijos. E resfriado para 5°C, quando for envasado e comercializado como leite pasteurizado. A pasteurização rápida é utilizada nos laticínios de grandes volumes de leite e exige equipamentos especiais.

3.3.2 – Pasteurização lenta

Consiste no aquecimento lento do leite até a temperatura de 65°C e na manutenção dessa temperatura por 30 minutos e, em seguida, no resfriamento rápido para 33 a 37°C, no caso de fabricação de pro-

duros lácteos. Este processo é normalmente realizado em tanques de aço inoxidável de paredes duplas, podendo ser feito também com equipamentos adaptados. Pode ser empregado na fabricação de pequena escala, como nas propriedades rurais. É um processo mais aconselhável pelos seguintes motivos:

- a) Instalações simples.
- b) Dispensa o uso de compressor de frio e até mesmo, em certos casos, da caldeira.
- c) É eficaz, com baixo custo de instalação e utilização.

4 – ANÁLISES FÍSICO- QUÍMICAS DO LEITE

4 – ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE

A análise do leite é de fundamental importância, pois a qualidade do leite influencia diretamente na qualidade do produto final.

Os métodos físico-químicos prestam-se à avaliação da composição química do leite e derivados, incluindo métodos qualitativos (presença/ausência de substâncias estranhas), semiquantitativos e quantitativos (determinação dos teores de constituintes principais). São aplicadas também medidas de propriedades físicas, como: densidade, ponto de congelamento e pH, para caracterização do produto lácteo em questão.

Na indústria, as análises físico-químicas são ferramentas para o controle da qualidade dos alimentos e são realizadas com os seguintes objetivos:

- avaliação da qualidade da matéria-prima;
- monitoramentos de processos;
- padronização da composição físico-química de produtos lácteos;
- adequação às normas de legislação;
- desenvolvimento de produtos.

4.1 – Alizarol

Objetivo:

Selecionar o leite que será submetido ao aque-

cimento (estabilidade térmica).

Fundamento da Análise:

A solução de alizarol é a mistura de álcool e alizarina, sendo esta última um indicador de pH. O álcool presente na formulação do alizarol serve para avaliar a estabilidade térmica do leite (das micelas de caseína) (Figura 1). É mais rigoroso, quanto maior for a graduação alcoólica do alizarol.

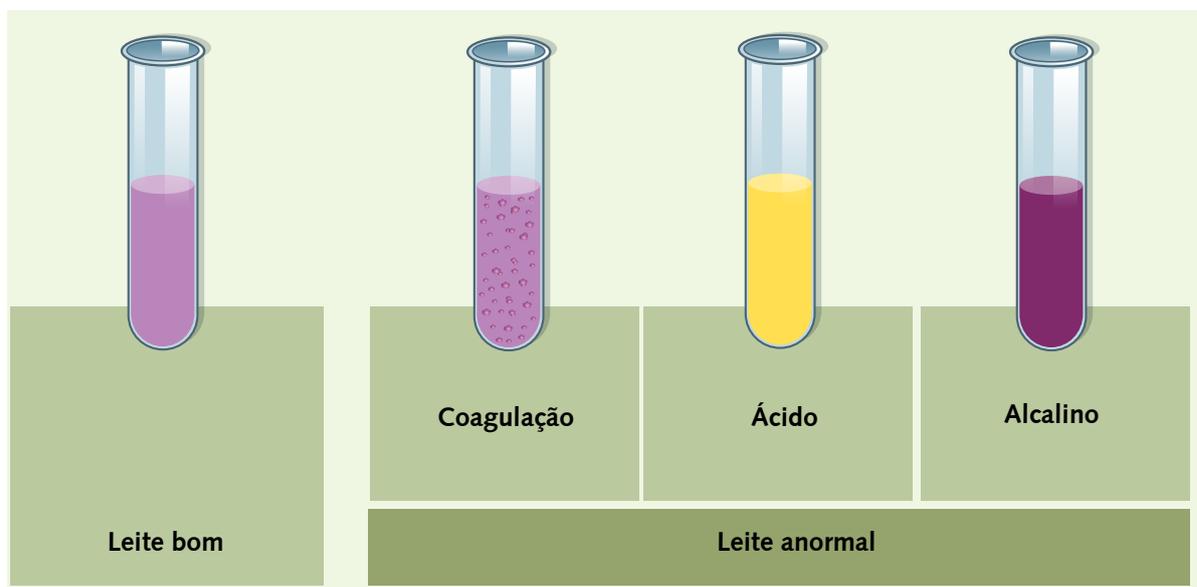
Materiais Necessários:

- estantes para tubo de ensaio;
- tubos de ensaio sem rosca 20 x 200 mm;
- pipeta graduada de 10 ml;
- alizarol 72°GL;
- acidímetro salut completo.

Procedimento:

- Misturar partes iguais de leite e alizarol (2 ml).
- Resultado:
- Leite bom: vermelho-lilás sem coagulação.
- Leite anormal:

Figura 1 – Resultado da análise de alizarol



4.2 – Acidez Dornic (°D)

Objetivo:

Avaliar, sob o ponto de vista quantitativo, a acidez da amostra, ou seja, o teor de compostos de caráter ácido. O desenvolvimento da acidez do leite deve-se, principalmente, à degradação da lactose (carboidrato presente no leite) em ácido láctico, pela ação de microrganismos. O resultado obtido na análise é um indicador das condições de higiene e de refrigeração do leite, desde a ordenha até a chegada da matéria-prima à indústria.

Fundamento da Análise:

A análise baseia-se na titulação dos compostos de caráter ácido contra uma solução alcalina de concentração conhecida: hidróxido de sódio 0,11 mol/l (solução Dornic): ou hidróxido de sódio 0,1 mol/l. A utilização do indicador de pH fenolftaleína determina o término da titulação pela viragem para coloração rósea estável por pelo menos 30 segundos.

Materiais Necessários:

- estante para tubos de ensaio;
- tubos de ensaio sem rosca 20 x 200 mm;
- béquer de 50 ml;
- pipeta graduada de 10 ml ou pipeta volumétrica de 10 ml;
- acidímetro Dornic completo;
- conta-gotas;
- fenolftaleína 1% p/v;
- solução Dornic.

Procedimento:

- Pipetar 10 ml de leite para o bécher, erlenmeyer ou tubo de ensaio e pingar 2 a 4 gotas de fenolftaleína, titulando contra a solução Dornic.

Resultado:

O ponto final da titulação será levemente róseo, e a leitura será feita em °D (graus Dornic). Cada 0,1 ml de solução Dornic = 1°D.

Obs.: Para expressar o resultado em % de ácido láctico, usar a seguinte fórmula:

$$\% \text{ aI} = \text{°D}/100$$

Para expressar o resultado em ml de solução 1 N alcalina, usar a seguinte fórmula:

$$\text{ml aIN} = \text{°D}/9,01$$

4.3 – Densidade a 15° C

Objetivo:

Verificar quanto pesa um litro de leite (relação massa (g)/volume (l) do leite), podendo variar de 1,028 a 1,032 a temperatura de 15° C. O que significa que 1 l de leite deve pesar entre 1,028 a 1,032 gramas. O instrumento utilizado é o termolactodensímetro, cuja escala fornece o valor da densidade do leite em uma certa temperatura. A análise auxilia na descoberta de fraudes, principalmente pela adição de água.

Fundamento da Análise:

A imersão de um densímetro de massa constante, o termolactodensímetro, provocará deslocamento de uma quantidade de amostra que será, em massa, igual à do densímetro utilizado e, em volume, proporcional à densidade da amostra. Esse deslocamento fará o líquido alcançar um valor na escala graduada. O instrumento é provido de termômetro, permitindo a leitura simultânea da temperatura.

Materiais Necessários:

- termolactodensímetro aferido;
- proveta de 500 ml ou 1.000 ml;
- papel toalha absorvente;
- tabela de correção de densidade em função da temperatura;

Ou utilizar o analisador de leite por ultrassom (análises realizadas: gordura, Extrato Seco Desengordurado, densidade, proteínas, ponto de congelamento).

Procedimento:

Colocar a amostra do leite na proveta (evitar formação de espuma), em superfície plana; mergulhar o termolactodensímetro (aferido, perfeitamente limpo e seco); girar 360° C e esperar estabilizar. Deixar flutuar sem que encoste na parede da proveta.

Resultado:

Feita a leitura, corrigir 15° C e em g/l de acordo com tabela.

4.4 – Gordura

Objetivo:

Verificar o teor de gordura do leite. Trata-se de constituinte cujo teor é mais variável. Algumas indústrias levam em conta essa variação quando do pagamento da matéria-prima.

Fundamento da Análise:

Baseia-se na separação e quantificação da gordura, por meio do tratamento da amostra com ácido sulfúrico e álcool isoamílico. O ácido dissolve as proteínas que se encontram ligadas à gordura, diminuindo a viscosidade do meio, aumentando a densidade da fase aquosa e fundindo a gordura, devido à liberação de calor proveniente da reação, o que favorece a separação da gordura pelo extrator (álcool amílico). A leitura é feita na escala do butirômetro, após centrifugação e imersão em banho-maria.

Materiais Necessários:

- centrífuga 8 provas 1.200 a 1.400 rpm;
- banho-maria 65° C;
- bico de papagaio 10 ml;
- bico de papagaio 1 ml;
- pipeta volumétrica de 11 ml;
- pipeta volumétrica de 5 ml;
- butirômetro adequado para o produto;
- rolha para butirômetro;
- balança analítica precisão de 0,001 g;
- estante para butirômetros;

- álcool amílico R;
- ácido sulfúrico densidade 1.820-1.825 g/l;

Ou utilizar o analisador de leite por ultrassom (análises realizadas: gordura, Extrato Seco Desengordurado, densidade, proteínas, ponto de congelamento).

Procedimento:

No butirômetro, colocar 10 ml do ácido sulfúrico, em seguida, colocar a amostra, em questão, 11 ml de leite ou 5 ml de creme sobre o ácido, vagorosamente. Colocar 1 ml de álcool amílico, limpar o gargalo com papel absorvente e colocar a rolha. Fechar o butirômetro, enrolá-lo na toalha e agitar vigorosamente até dissolução da amostra. Centrifugar durante 5 minutos, de 1.000 a 1.200 rpm, e transferir para banho-maria a 65°C, por 5 minutos. Repetir as operações de centrifugação e de aquecimento.

Resultado:

Ler o teor de gordura, em % (m/v), diretamente na escala da vidraria, imediatamente após retirá-la do banho-maria. Se a coluna não estiver bem delineada, misturar novamente o conteúdo da vidraria e repetir os procedimentos de centrifugação e aquecimento antes da nova leitura.

4.5 – Extrato Seco Total (EST) e Extrato Seco Desengordurado (ESD)

Objetivo:

Auxilia na determinação de fraudes que afetam o rendimento dos derivados. O EST é um ponto muito importante para ser observado, pois quanto maior a porcentagem do EST, maior será o rendimento dos produtos. Um bom leite deve possuir um EST em torno de 12,5% ou mais e um ESD nunca inferior a 8,5%. O Extrato Seco Total do leite representa toda a composição sólida (lactose, proteínas, gordura, minerais, vitaminas, enzimas e outras substâncias).

Fórmula para o cálculo do EST:

$$EST = 1,2 G + 0,25 D + 0,25$$

Onde: G = porcentagem de gordura.
D = densidade a 15° C, com abstração dos dois primeiros algarismos.

Ex.: D15 = 1,0325, usa-se 32,5.

Ex.: leite com D15 = 1.033,22 e o teor de gordura de 3,5%.

$$EST = 1,2 (3,5) + 0,25 (33,2) + 0,25$$

$$EST = 4,2 + 8,3 + 0,25$$

$$EST = 12,75\%$$

O ESD é um conjunto de todos os componentes do leite com exceção da água e da gordura. Esta análise auxilia na determinação de fraude por aguagem e é calculado por diferença, segundo a fórmula:

$$ESD = EST - G$$

Ex.: $ESD = 12,75 - 3,5 = 9,25\%$

Obs.: A análise do EST e ESD pode ser obtida por meio do analisador de leite por ultrassom (análises: gordura, Extrato Seco Desengordurado, densidade, proteínas, ponto de congelamento).

Na detecção de fraudes, por exemplo, por aguagem, deve-se usar uma combinação de análises para se obter um resultado mais confiável, quando não há aparelhos mais sofisticados.

4.6 – Crioscopia

Objetivo:

Avaliar a temperatura de congelamento do leite, que depende da concentração de sólidos solúveis da amostra. O método é útil também para verificar a presença de água no leite, adicionada fraudulentamente com intenção de aumentar seu volume.

Materiais Necessários:

- crioscópico eletrônico;
- tubo para crioscópico;
- pipeta graduada de 5 ml;
- solução padrão para calibração;
- solução anticongelante

Ou utilizar o analisador de leite por ultrassom (análises realizadas: gordura, Extrato Seco Desen-

gordurado, densidade, proteínas, ponto de congelamento).

4.7 – pH

Objetivo:

Aferir o pH da amostra, pois ele é uma propriedade com muitas aplicações tecnológicas, como, por exemplo, determinar o grau de fermentação de produtos.

Materiais Necessários:

- pHmetro portátil ou de bancada;
- termômetro de mercúrio -10 + 110° C;
- bécher plástico de 50 ml;
- bécher plástico de 100 ml;
- pisseta 500 ml;
- papel absorvente;
- eletrodo para sólidos;
- eletrodo para líquidos;
- água destilada;
- solução tampão pH 7,00;
- solução tampão p 4,00;
- KCl 3M.

Procedimento:

Após ligar o aparelho, estabilizá-lo e seguir as instruções de calibração do manual. Após solução analisada, deve-se enxaguá-lo com água destilada e secar com papel absorvente de cima para baixo, bem levemente. As amostras deverão estar entre 20 a 25° C de temperatura.

Resultado:

É expresso em unidades de pH com 2 (duas) casas decimais. Em pH 7,00 é neutro, acima é alcalino e abaixo é ácido o meio em questão.

4.8 – Lactofiltração

Objetivo:

Avaliar a qualidade do leite de acordo com a quantidade de sujidades.

Materiais Necessários:

- balança analítica 0,001 g;
- lactofiltro para sedimentação do leite (filtro Minit);
- proveta plástica 500 ml;
- disco Lentini;
- bécher de 1.000 ml;
- termômetro de mercúrio -10+110° C;
- banho-maria 40° C;
- estufa para secagem 100° C.

Procedimento:

Pesar o papel de filtro e anotar separadamente seu peso (tara). Medir 500 ml de leite, aquecer a 40° C. Filtrar o leite no lactofiltro. Retirar o papel filtro, secar a 100° C/30' e pesar.

Resultado:

(peso final – tara) x 2 = mg/sujidade	
< 1mg/l 1 ^a	Classe – ótimo
1 – 2,5mg/l 2 ^a	Classe – bom
2,5 – 5mg/l 3 ^a	Classe – ruim
> 5mg/l	4 ^a Classe – péssimo

4.9 – Pesquisa de fraudes

Selecionar a matéria-prima na recepção das indústrias de laticínios deveria ser uma rotina, uma vez que seu custo é baixo, e o grau de dificuldade quase nulo.

Análises com cocção (fervura) e o teste do álcool com alizarina (alizarol) dão uma boa ideia da qualidade do leite que entra na indústria.

Pesquisas de redutores de acidez, conservantes e reconstituintes de densidade deveriam ser mais valorizados pelas fábricas.

Conservantes como o formol e redutores como a soda cáustica (NaOH), bicarbonato de sódio, dentre outros, durante a fabricação de queijos causam enormes prejuízos.

Desconsiderar a importância dessas análises tem levado muitos laticínios a situações de perda

de qualidade e prejuízos financeiros.

Exigências legais muitas vezes causam críticas, mas infelizmente são necessárias.

Priorizar a qualidade, antes de tudo, depende dos cuidados na recepção do leite. Só assim o consumidor terá confiança no produto e fidelizará a marca.

4.9.1 – Reconstituente de aguagem

Objetivo das Análises

Identificar a presença de substâncias adicionadas ao leite, a fim de aumentar o teor de sólidos ou de mascarar fraude por aguagem.

4.9.1.1 – Álcool etílico

Fundamento da Análise:

O álcool etílico, em meio ácido, causa a redução do cromo (de Cr+6, formando composto de cor laranja, a Cr+3, formando composto de cor verde). A presença desta substância pode então ser identificada pela modificação da coloração da solução sulfocrômica (dicromato de potássio em meio ácido) (Figura 2).

Materiais:

- bico de Bunsen ou placa aquecedora;
- kitazato de 500 ml;
- pipeta graduada de 10 ml;
- pipeta graduada de 2 ml;
- pipeta de Pasteur;
- proveta de 100 ml;
- rolha de borracha, para vedação da abertura superior do Kitazato;
- tubo de ensaio 20 x 200 mm;
- tubo de silicone ou látex de 25 cm;
- antiespumante (solução a 3%);
- solução sulfocrômica.

Procedimento:

- Medir 100 ml da amostra e transferir para o kitazato.
- Adicionar 10 ml de antiespumante e misturar bem.

- Transferir para um tubo de ensaio 2 ml da solução sulfocrômica, mergulhar nessa solução a extremidade da pipeta de Pasteur, acoplada ao kitazato por um tubo de silicone ou látex, de modo a formar um sistema fechado.
- Aquecer a amostra contida no kitazato, mantendo em fervura por 5 minutos.

Resultado:

Negativo: coloração da solução sulfocrômica se mantém inalterada ou fica levemente amarelo-acinzentada.

Positivo: coloração da solução sulfocrômica fica verde.

Obs.: A presença de formaldeído (formol – adição fraudulenta) é interferente na análise.

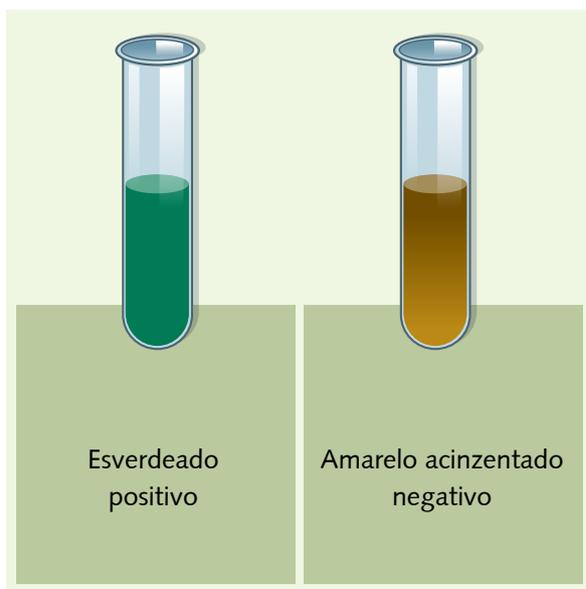


Figura 2 – Resultado da análise de álcool etílico

4.9.1.2 – Cloretos (sal)

Fundamento da Análise:

O nitrato de prata reage com os cloretos, em presença de cromato de potássio como indicador. Teores superiores à concentração normal de cloretos no leite causam coloração específica neste teste (Figura 3).

Materiais:

- pipeta graduada de 1 ml;

- pipeta graduada de 5 ml;
- pipeta graduada de 10 ml;
- tubo de ensaio de 20 x 200 mm;
- solução de cromato de potássio a 5% (m/v);
- solução de nitrato de prata 0,1 mol/l.

Procedimento:

- em tubo de ensaio colocar 10 ml de leite;
- adicionar 0,5 ml de solução de cromato de potássio 5% e 4,5 ml de solução de nitrato de prata 0,1 mol/l;
- agitar.

Resultado:

Positivo: presença de cloretos em quantidades superiores à faixa normal: coloração amarela.

Negativo (teor normal de cloretos – 0,08 a 0,1%): coloração marrom-avermelhada

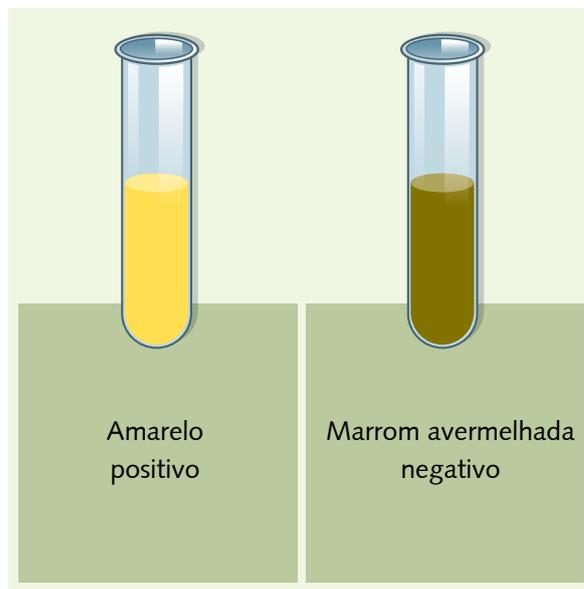


Figura 3 – Resultado da análise de cloretos

4.9.1.3 – Amido

Fundamento da Análise:

Quando a amostra é aquecida, a molécula de amido tem uma cadeia dilatada e ocorre a formação de um composto azul de adsorção do iodo (solução de lugol), com o desenvolvimento da coloração característica (Figura 4).

Materiais:

- bico de Bunsen;
- pipeta graduada 10 ml;
- tubo de ensaio de 25 ml;
- conta-gotas;
- solução de Lugol;
- Pinça para tubos de ensaio;
- estante para tubos de ensaio.

Procedimento:

- transferir 10 ml de leite para o tubo de ensaio;
- aquecer até ebulição em banho-maria e deixar por 5 minutos;
- esfriar em água corrente;
- adicionar 2 gotas de solução de lugol;
- observar a coloração produzida.

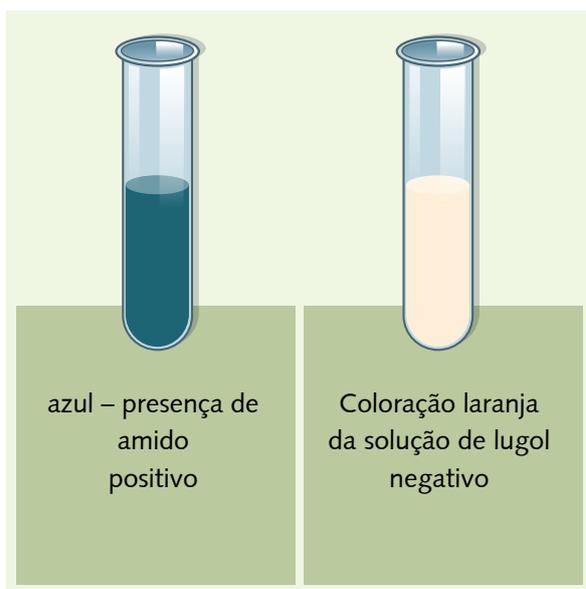


Figura 4 – Resultado da análise de amido

Resultado:

- Positivo:** presença de amido, coloração azul.
Negativo: coloração laranja da solução de lugol.

4.9.1.4 – Açúcares

Objetivo:

Complementar a análise de fraudes por aguação, pois os reconstituintes fraudam resultados de densidades.

Materiais Necessários:

- banho-maria fervente;
- tubos de ensaio 20 x 200 mm sem rosca;
- pipeta graduada 10 ml;
- pipetador automático 3 vias;
- ácido clorídrico R.

Procedimento:

Em tubos de ensaio, colocar partes iguais (2 ml) de amostra e ácido clorídrico. Agitar até dissolver. Deixar em banho-maria por 2 minutos (Figura 5).

Resultado:

- Positivo:** escuro, tendendo a preto.
Negativo: marrom.

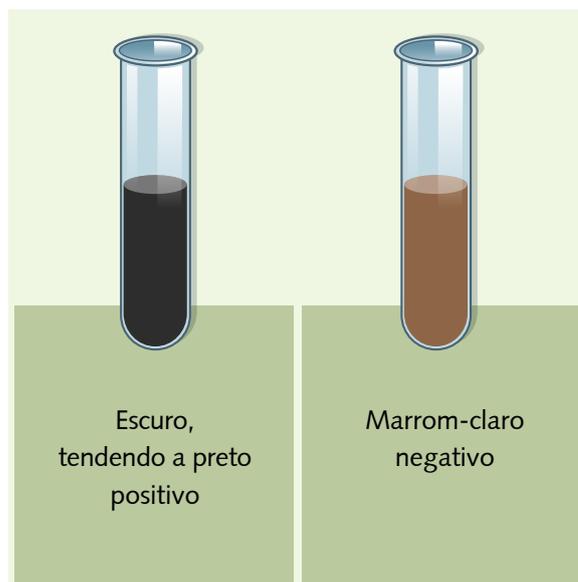


Figura 5 – Resultado da análise de açúcares

4.10 – Neutralizantes de acidez

Objetivo:

Verificar a presença de substâncias alcalinas capazes de reduzir a acidez do leite. A presença destas substâncias caracteriza fraude.

4.10.1 – Método ácido rosólico

Fundamento da Análise:

O ácido rosólico é um indicador de pH que assume coloração vermelho-rosa em presença de substâncias alcalinas (Figura 6).

Materiais:

- pipeta graduada 10 ml;
- pipeta graduada 5 ml;
- tubo de ensaio;
- conta-gotas;
- álcool etílico neutralizado;
- ácido rosólico 2% (m/v) em álcool etílico neutralizado.

Procedimento:

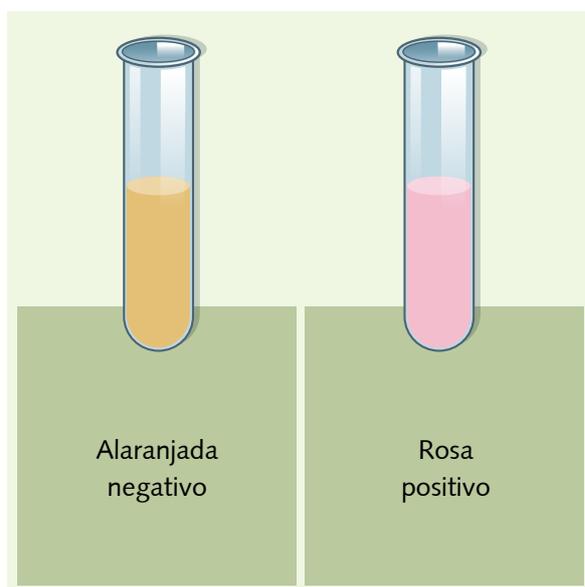
Em um tubo de ensaio, colocar 5 ml da amostra de leite e adicionar 10 ml de álcool etílico neutralizado. Agitar e adicionar 2 gotas de solução de ácido rosólico 2% (m/v) em álcool etílico neutralizado. Fazer um “branco” com álcool etílico e solução de ácido rosólico a 2%. Comparar as cores.

Resultado:

Negativo: ausência de substância alcalina neutralizante de acidez: coloração alaranjada.

Positivo: presença de substância alcalina neutralizante de acidez: coloração vermelho-carmim (rosa)

Figura 6 – Resultado da análise de neutralizante de



acidez pelo método de ácido rosólico

4.10.2 – Método fenolftaleína

Fundamento da Análise:

A presença de substâncias alcalinas é revelada pela ação da fenolftaleína, que é um indicador de pH, após uma neutralização com hidróxido de sódio e reacidificação com ácido sulfúrico (Figura 7).

Materiais:

- placa aquecedora;
- banho de gelo;
- bureta de 10 ml;
- erlenmeyer de 125 ml;
- pipeta volumétrica de 11 ml;
- pipeta volumétrica de 2 ml;
- pipeta volumétrica de 1 ml;
- solução alcoólica de fenolftaleína a 1% (m/v);
- solução de ácido sulfúrico 0,0125 mol/l;
- solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/l.

Procedimento:

- Transferir 11 ml da amostra para erlenmeyer de 125 ml.
- Adicionar 5 gotas de solução alcoólica de fenolftaleína a 1% (m/v).
- Titular com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/l até coloração rósea persistente.
- Reacidificar com 1 ml de solução de ácido sulfúrico 0,0125 mol/l.
- Aquecer até a ebulição e esfriar rapidamente em banho de gelo.
- Adicionar 2 ml de solução alcoólica de fenolftaleína a 1%.
- Resultado:

Positivo: coloração rósea indica neutralização com carbonato de sódio ou com bicarbonato de sódio.

Negativo: coloração do meio não sofre alterações.

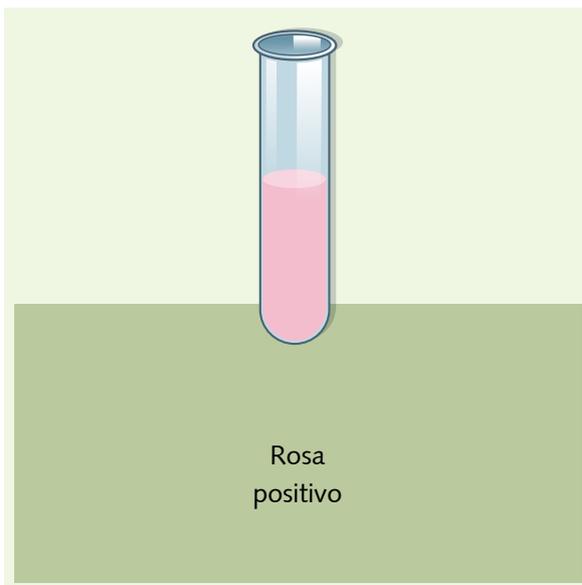


Figura 7 – Resultado da análise de açúcar pelo método de fenolftaleína

4.11 Conservadores

Objetivo:

Avaliar a presença de substâncias adicionadas, fraudulentamente, ao leite, a fim de conservar suas propriedades físico-químicas, inibindo o desenvolvimento de microrganismos contaminantes. Esse tipo de fraude mascara deficiências da higiene nas etapas de ordenha, de acondicionamento e de transporte.

4.11.1 – Pesquisa de peróxido de hidrogênio (água oxigenada)

4.11.1.1 – Óxido de vanádio

Fundamento da Análise:

O óxido de vanádio, em meio ácido, reage com o peróxido de hidrogênio, formando o ácido ortoperoxivanádico, de coloração vermelha (Figura 8).

Materiais:

- pipeta graduada 10 ml;
- conta-gotas;

- tubos de ensaio;
- solução de óxido de vanádio a 1% (m/v) em ácido sulfúrico a 6% (v/v).

Procedimento:

colocar 10 ml da amostra e 6 gotas da solução ácida de óxido de vanádio a 1% (m/v) em um tubo de ensaio. Agitar.

Resultado:

Positivo: coloração rósea ou vermelha.

Negativo: coloração branca.

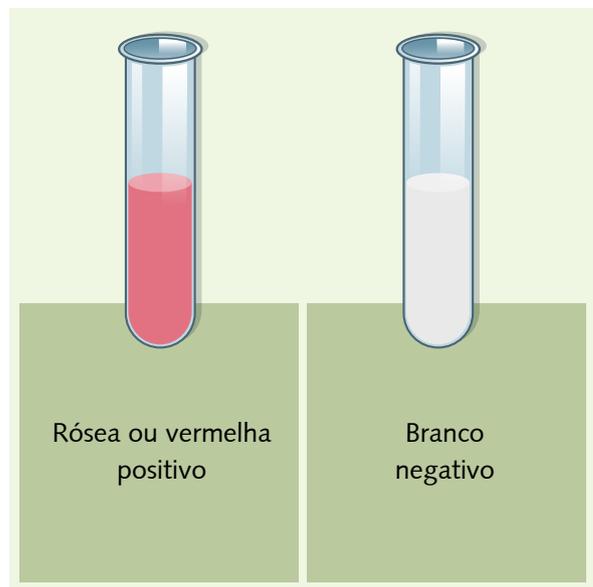


Figura 8 – Resultado da análise de peróxido de hidrogênio pelo método de óxido de vanádio

4.11.1.2 – Método guaiacol (útil para amostras de leite cru):

Fundamento da Análise:

A peroxidase, enzima natural do leite, age sobre o peróxido de hidrogênio, permitindo a reação com guaiacol. A reação é percebida pelo desenvolvimento da coloração salmão (Figura 9). O teor de peroxidase é mais alto em leite cru, contribuindo para sensibilidade do teste.

Materiais:

- banho-maria;
- pipeta graduada 2 ml;

- pipeta graduada 10 ml.
- tubo de ensaio;
- solução hidroalcoólica de guaiacol a 1% (v/v).

Procedimento:

- transferir 10 ml da amostra para tubo de ensaio e aquecer em banho-maria até 35°C;
- adicionar 2 ml da solução hidroalcoólica de guaiacol a 1% e 2 ml de leite cru;
- agitar.

Resultado:

Positivo: desenvolvimento de coloração salmão.

Negativo: coloração branca.

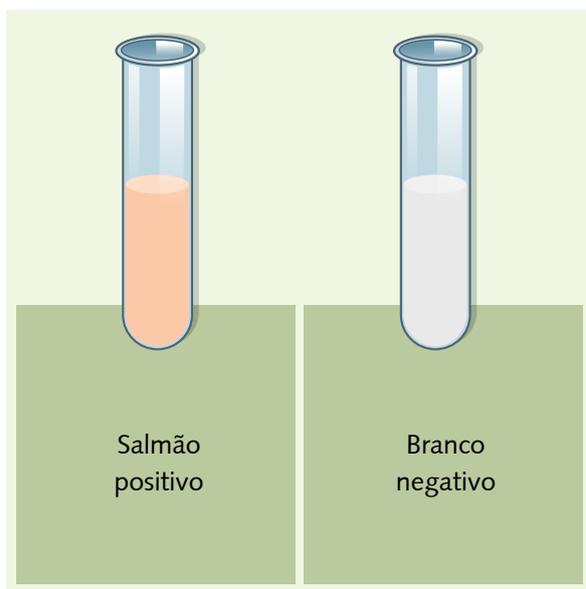


Figura 9 – Resultado da análise de peróxido de hidrogênio pelo método de guaiacol

4.11.2 – Pesquisa de formaldeído (formol)

Fundamento da Análise:

O formaldeído, aquecido com ácido cromotrópico em presença de ácido sulfúrico, origina um produto de condensação que, posteriormente oxidado, transforma-se em um composto p-quinoidal de coloração violeta (Figura 10).

Materiais:

- banho-maria;
- bico de Bunsen ou manta aquecedora;

- balão de destilação de 500 ml;
- condensador de Liebig;
- erlenmeyer de 125 ml;
- pipeta graduada 5 ml;
- proveta de 25 ml;
- proveta de 200 ml;
- tubo de ensaio de 25 ml;
- ácido fosfórico p.a.;
- solução de ácido cromotrópico 0,5% (m/v);
- solução referência de formalina: reagente formaldeído (37%) diluído em água na proporção de 1:100.000 (v/v).

Procedimento:

- medir 100 ml de leite (garantir a uniformidade da amostra) e passar para balão de destilação junto com 100 a 150 ml de água;
- acidificar com 2 ml de ácido fosfórico p.a.;
- destilar lentamente, recolhendo cerca de 50 ml de destilado;
- em tubo de ensaio, colocar 5 ml de solução de ácido cromotrópico a 0,5% (m/v) e 1 ml de destilado;
- colocar em banho-maria fervente durante 15 minutos;
- para obter um testemunho da prova positiva, fazer um teste com a solução de referência.

Resultado:

Positivo: coloração violácea.

Negativo: coloração amarela.

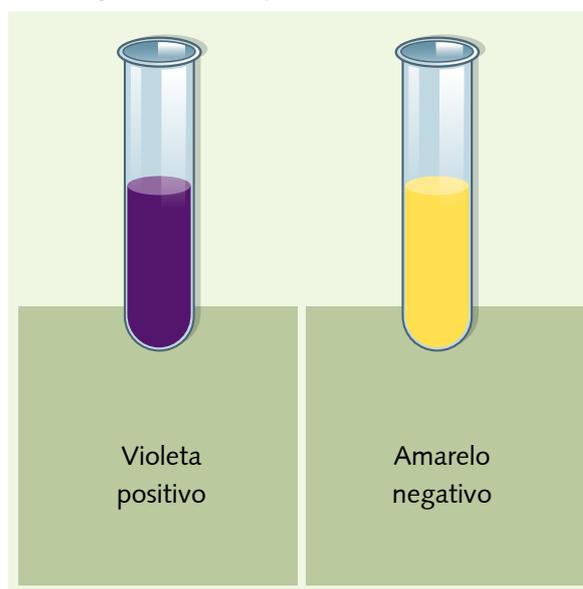


Figura 10 – Resultado da análise de formaldeído

4.11.3 – Pesquisa de cloro e hipoclorito

Fundamento da Análise:

Fundamenta-se na formação do iodo livre a partir do iodeto de potássio, pela ação do cloro livre ou hipoclorito.

Materiais:

- banho-maria;
- pipetas graduadas de 1 ml;
- pipetas graduadas de 5 ml;
- tubo de ensaio de 20 x 200 mm;
- solução de ácido acético (1+2) ou solução de ácido clorídrico (1+2);
- solução de amido a 1 % (m/v);
- solução de iodeto de potássio a 7,5 % (m/v).

Procedimento:

- em tubo de ensaio, colocar 5 ml de leite e adicionar 0,5 ml de solução de iodeto de potássio a 7,5 % (m/v);
- agitar (Na presença de cloro livre aparecerá coloração amarela. Se necessário, confirmar pela adição de 1 ml de solução de amido a 1 % (m/v), que desenvolverá coloração azul-violeta em caso de resultado positivo.);
- se não houver mudança de coloração, pesquisar a presença de hipocloritos, adicionando ao mesmo tubo 4 ml de solução de ácido acético (1+2) ou ácido clorídrico (1+2) e colocando em banho-maria a 80°C, por 10 minutos (não ultrapassar 80°C);
- esfriar em água corrente (O aparecimento de coloração amarela indica a presença de hipocloritos.);
- confirmar, se necessário, pela adição de gotas de solução de amido a 1 % (m/v), que desenvolverá coloração azul ou violeta em caso de resultado positivo.

4.12 – Pesquisa de elementos anormais

Objetivo:

Verificar a qualidade do leite da fazenda, baseado em resíduos incomuns ao leite.

4.12.1 – Urina

Materiais Necessários:

- estante para tubo de ensaio;
- tubos de ensaio 20 x 200 mm sem rosca;
- pipeta graduada 10 ml;
- pipeta graduada 1 ml;
- pipetador automático 3 vias;
- reagente U1;
- reagente U2;
- reagente U3.

Procedimento:

Em um tubo de ensaio, colocar 5 ml de leite, 5 ml de reagente U1, 5 ml de reagente U2 e 5 ml de reagente U3. Agitar (Figura 11).

Resultado:

Positivo: coloração rósea.

Negativo: inalteração da coloração.

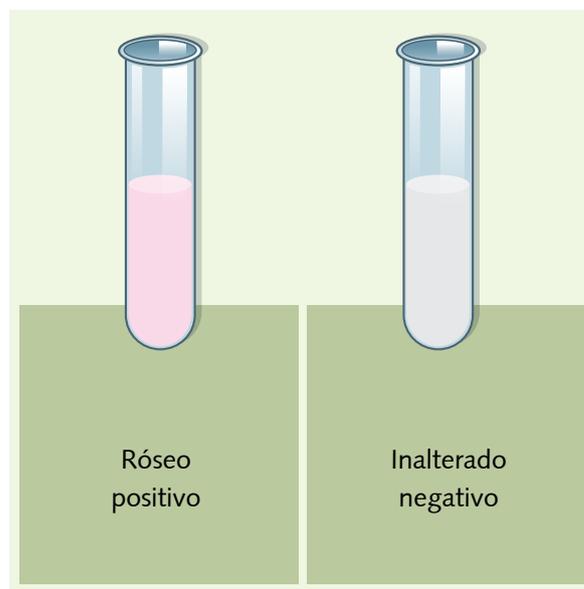


Figura 11 – Resultado da análise de urina

4.12.2 – Sangue

Objetivo:

Verificar a presença de sangue no leite, proveniente da ordenha de animais com infecções.

Teste 1:

Materiais Necessários:

- estante para tubos de ensaio;
- tubos de ensaio sem rosca 20 x 200 mm;
- conta-gotas;
- pipeta graduada 10 ml;
- pipeta graduada 1 ml;
- água destilada;
- reativo de Mayer;
- peróxido de hidrogênio 20 vol.

Procedimento:

Em tubo de ensaio, medir 0,9 ml de leite, 10 ml de água destilada, 1 ml de reativo de Mayer e 4 gotas de peróxido de hidrogênio (Figura 12).

Resultado:

Positivo: coloração vermelha.

Negativo: inalteração da coloração do meio.

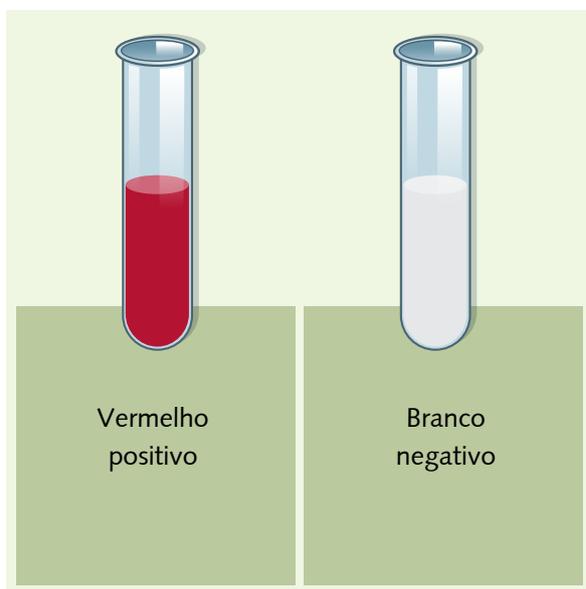


Figura 12 – Resultado da análise de sangue

Teste 2:

Fundamento da Análise:

Fundamenta-se na separação das hemácias por centrifugação.

Materiais:

- centrífuga regulada para 1.200 – 1.500 rpm;
- tubo para centrífuga;
- pipeta graduada de 10 ml.

Procedimento:

Colocar 10 ml de leite “in natura” em um tubo de centrífuga e centrifugar a 1.200 – 1.500 rpm por 5 minutos.

Resultado:

Em presença de sangue, forma-se um depósito avermelhado no fundo do tubo.

4.12.3 – Pus

Objetivo:

Verificar a presença de pus no leite, proveniente da ordenha de animais com infecções.

Fundamento da Análise:

A solução hidroalcoólica de fucsina, segundo Ziehl, provoca o aparecimento de filamentos ou grumos quando em presença de pus e amostras levemente alcalinizadas.

Materiais Necessários:

- estante para tubos de ensaio;
- tubos de ensaio sem rosca 20 x 200 mm;
- pipeta graduada 10 ml;
- pipeta graduada 1 ml;
- água destilada.

Procedimento:

Em um tubo de ensaio, colocar 1 ml de leite, 10 ml de água destilada, 1 ml de hidróxido de amônio e 1 gota de Fucsina de Ziehl (Figura 13).

Resultado:

Positivo: presença de grumos.

Negativo: ausência de grumos.

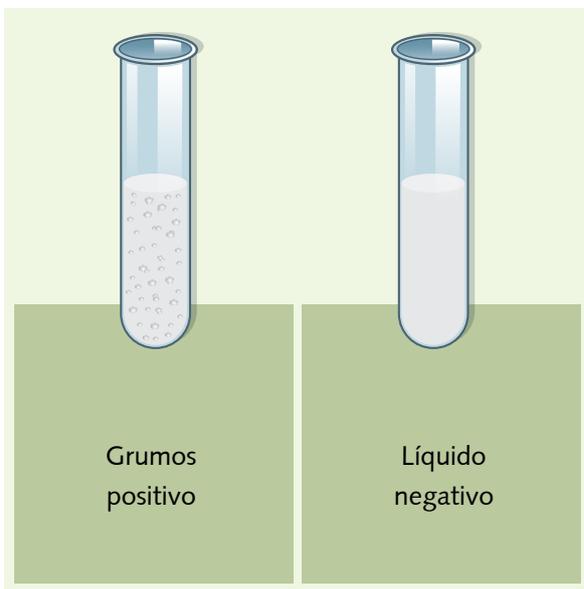


Figura 13 – Resultado da análise de pus

4.12.4 – Leucócitos (mastite)

Material Necessário:

- bandeja com 4 orifícios. (CMT)

Procedimento:

- Seguir formulário anexo ao kit.

Resultado:

Ocorre formação de grumos de acordo com o grau da possível mastite.

4.13 – Avaliação do leite por enzimas (fosfatase alcalina e peroxidase)

A avaliação da eficiência do tratamento térmico do leite é imprescindível como garantia da inocuidade do alimento e da preservação de suas características sensoriais e nutricionais. Regulamentada pela legislação, essa avaliação é realizada verificando-se a presença/ausência de duas enzimas naturais do leite: a fosfatase alcalina e a peroxidase.

A fosfatase alcalina sofre desnaturação quando o leite é submetido à temperatura de 61,7°C/30 minutos ou 71,1°C/15 segundos. Portanto, espera-se que, em um leite submetido à pasteurização, a fosfatase alcalina não esteja presente, indicando que a temperatura do tratamento térmico foi atingida e a peroxidase encontrada, que o tratamento ao qual o leite foi submetido não ultrapassou a temperatura de pasteurização e atingiu valores capazes de provocar perda de constituintes e alterações sensoriais no leite.

4.13.1 – Fosfatase alcalina

Objetivo:

Verificar se temperatura e tempo de pasteurização foram atingidos, inativando essa enzima que está presente no leite cru.

Fundamento da análise:

A verificação da atividade enzimática é feita mediante a adição à amostra do substrato específico da enzima em condições ideais para sua atuação. A presença do indicador permite identificar a atividade enzimática pela reação colorimétrica com os produtos de degradação (Figura 14).

Materiais Necessários:

- tubos de ensaio 13 x 100 para fosfatase alcalina;
- estante para tubos de ensaio (diâmetro 13);
- banho-maria 37° C;
- pipeta graduada 10 ml;
- pipeta graduada 1 ml;
- kit fosfatase alcalina Diasys.

Procedimento:

Pipetar para um tubo de ensaio 1 ml (20 gotas) do reativo de trabalho e 0,1 ml (2 gotas) do leite pasteurizado. Misturar e deixar em repouso por 3 minutos a 37° C ou 6 minutos na temperatura ambiente.

Resultado:

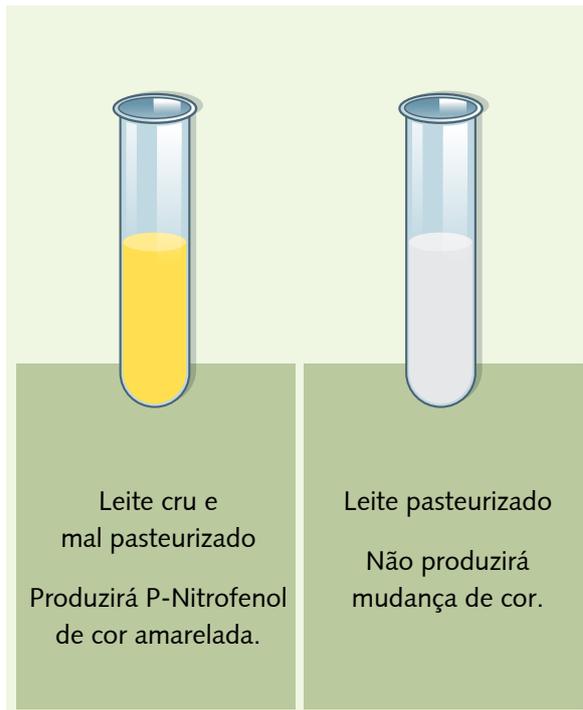


Figura 14 – Resultado da análise de fosfatase alcalina

4.13.2 – Peroxidase

Materiais Necessários:

- estante para tubos de ensaio;
- tubos de ensaio sem rosca 20 x 200 mm;
- conta-gotas;
- pipeta graduada 1 ml;
- pipeta graduada 10 ml;
- guaiacol 1%;
- peróxido de hidrogênio 20 vol.

Procedimento:

Medir 10 ml de leite, adicionar pelas paredes do tubo 1 ml de guaiacol e pingar 3 gotas de peróxido de hidrogênio (Figura 15).

Resultado:

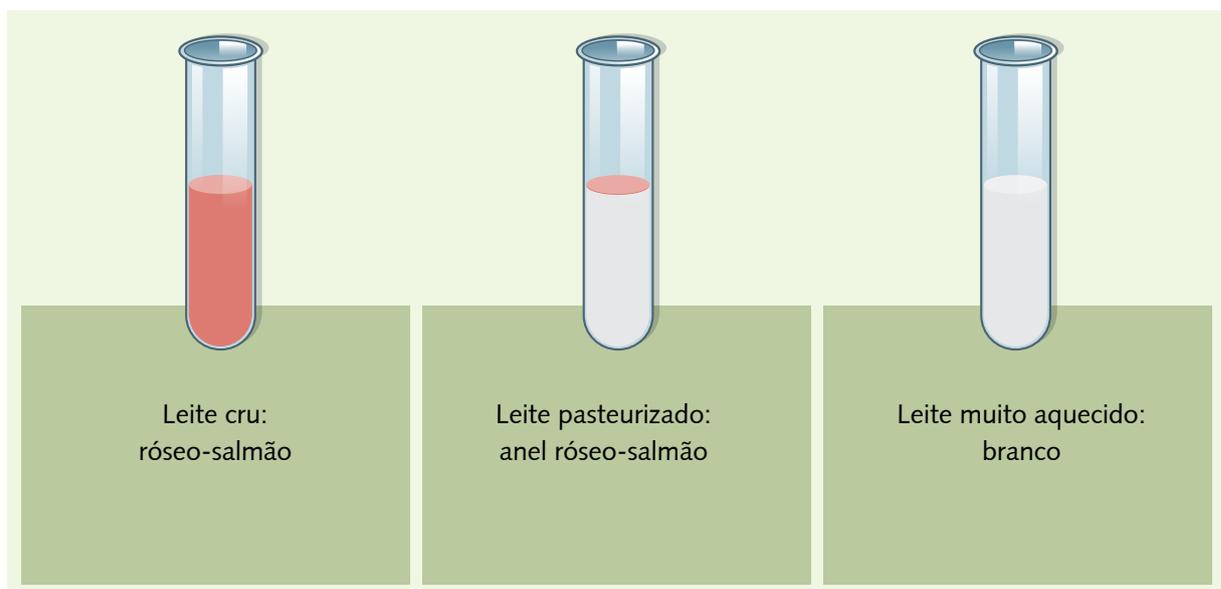


Figura 15 – Resultado da análise de peroxidase

5. OUTRAS ANÁLISES PARA LEITE

5. OUTRAS ANÁLISES PARA LEITE

5.1 – Antibióticos

Durante muitos anos, os antibióticos têm sido administrados no controle de doenças infecciosas do rebanho leiteiro, especialmente no controle da mastite.

A demanda pelo aumento de produtividade também ajudou a elevar o número de casos de mastite e, conseqüentemente, de antibiótico no leite.

As indústrias de laticínios estão cada vez mais cientes dos perigos de resíduos de antibióticos; os consumidores estão exigindo produtos lácteos mais puros, e há uma demanda crescente por parte dos legisladores, pela implementação de sistemas globais de detecção de antibióticos.

Atualmente, o Ministério da Agricultura exige o monitoramento de todas as cargas de leite cru recebidas pelos laticínios, de forma que sejam avaliadas e somente liberadas para beneficiamento caso não sejam detectados resíduos acima dos limites máximos de resíduos estabelecidos pelo Plano de Controle de Leite.

No mercado brasileiro estão disponíveis vários kits para detecção de resíduos de antibióticos em leite, dentre eles “testes rápidos”, com resultados gerados em poucos minutos; e “testes lentos”, cujo princípio analítico é a inibição do crescimento bacteriano, que fornecem resultados em cerca de 3 horas. Cada um destes testes possui níveis de detecção específicos para cada princípio ativo, sendo assim estritamente qualitativos para os grupos de antibióticos pesquisados.

5.2 – Teste de Redutase

Objetivo:

Avaliar o nível de contaminação do leite cru, utilizando o azul de metileno como indicador.

Materiais Necessários:

- tubo de ensaio esterilizado com rosca 16 x 150;
- estante para tubo de ensaio;
- pipeta graduada 10 ml esterilizada;
- dosador de 1 ml;
- termômetro - 10 + 110° C;
- banho-maria 37° C;
- solução de azul de metileno.

Procedimento:

Dosar 1 ml de azul de metileno em tubos de ensaio. Adicionar 10 ml de leite teste e inverter o tubo 3 vezes vagarosamente, impedido a incorporação de ar.

Resultado:

A 1ª observação é feita 30' após as outras de 60' em 60' minutos. A cada observação, os tubos 80% descorados são retirados do banho-maria, e anotado o seu tempo. Critério estabelecido segundo Normativa 51:

Leite A: mínimo 5h30

Leite B: mínimo 3h30

Leite C: mínimo 1h30

Obs.: Esses tempos devem ser respeitados, desde que o leite tenha dado inibidor negativo.

6. FABRICAÇÃO DE QUEIJOS

6. FABRICAÇÃO DE QUEIJOS

6.1 – Definição de queijo

Queijo é um produto obtido pela coagulação do leite, seguida de uma desidratação da coalhada, podendo ser fresco ou maturado.

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos – Portaria nº 146/98 do Mapa: “Entende-se por queijo o produto fresco ou maturado, que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soro lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactérias específicas, de ácidos orgânicos isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e ou especiarias e ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes”.

6.2 – Composição do queijo

Nutrientes dos queijos:

Gordura: geralmente varia de 12 a 30%. A gordura no início da maturação de um queijo praticamente nada interfere no sabor de um queijo, mas, com o decorrer da maturação, a gordura poderá ser degradada em ácidos graxos, principalmente no caso dos queijos de longa maturação.

A gordura tem influência na consistência: a massa tende a ficar mais cremosa, na proporção em que se aumenta o teor de gordura no leite, ou mais borrachenta, se acontece o contrário.

Proteínas: geralmente variam de 15 a 35% no queijo. As proteínas apresentam um alto valor biológico. Uma porção de 100 g de queijo fornece de 30 a 40% da necessidade de proteínas para um adulto, sendo que a mesma porção de queijo duro fornece de 40 a 50%.

Minerais: uma porção de 100 g de queijos moles fornece de 30 a 40% das necessidades diárias em cálcio e 12 a 20% em fósforo para um adulto. Queijos duros fornecem todo o cálcio necessário e 40 a 50% em fósforo.

Vitaminas: a concentração de vitaminas lipossolúveis (A,D,E e K) depende do teor de gordura do queijo, sendo maior em queijos mais gordos. Os queijos são boas fontes de vitaminas do complexo B, sobretudo B12 e B2. E menos ricos em B6. Seus

conteúdos dependem da microbiota presente no queijo.

6.3 – Classificação

6.3.1 – Quanto à obtenção de massa

a) Enzimática: obtida por ação predominante do coalho. São queijos cuja precipitação da massa é obtida pela coagulação enzimática do leite.	Ex.: minas frescal, parmesão, saint-paulin, minas, muçarela, prato, etc.
b) Láctica ou ácida: obtida por ação predominante do ácido produzido pelas bactérias ou pela adição direta deste ao leite.	Ex.: petit-suisse, cottage-cheese, etc.
c) Fusão: obtida por ação de calor junto com adição de sais fundentes.	Ex.: requeijão, queijo fundido, queijo pasteurizado, etc.
d) Extraído de soro: obtida por ação de calor e ácido, tem-se a precipitação das proteínas.	Ex.: ricota.

6.3.2 – Quanto ao tratamento da massa

a) Massa crua: tratamento da massa inferior a 38° C. São os queijos cuja massa não sofre nenhum aquecimento, além daquele do leite, para que se processe a coagulação.	Ex.: minas padrão, camembert, saint-paulin, etc.
b) Massa semicozida: tratamento da massa entre 38 e 42° C.	Ex.: prato, gouda, muçarela, etc.
c) Massa cozida: tratamento da massa entre 42 e 57° C.	Ex.: parmesão, emental, provolone, etc.

6.3.3 – Quanto ao teor de gordura no Extrato Seco Total (GES)

a) Extragordo: queijos com mais de 60% de GES.	Ex.: cream cheese e double cream.
b) Gordo:	queijo com GES entre 45 e 59,9%. Ex.: requeijão.
c) Semigordo:	queijos com GES entre 25 e 44,9%. Ex.: prato.
d) Magro:	queijos com GES entre 10 e 24,9%. Ex.: minas frescal.
e) Desnatado:	queijos com menos de 10% de GES. Ex.: ricota.

6.3.4 – Quanto ao teor de umidade

a) Baixa umidade (massa dura):	queijos com umidade de até 35,9%. Ex.: parmesão.
b) Média umidade (massa semidura):	queijos com umidade entre 36 e 45,9%. Ex.: provolone.
c) Alta umidade (massa branda ou “macia”):	queijos com umidade entre 46 e 54,9%. Ex.: prato.
d) Muito alta umidade (massa branda ou “mole”):	queijos com umidade acima de 55%. Ex.: ricota.

6.4 Principais ingredientes do queijo

6.4.1 – Fermento láctico

Dá-se o nome de fermento láctico ao cultivo de microrganismos úteis à fabricação de queijos ou de outros derivados do leite que irão conferir características desejáveis de flavor, textura e aparência.

6.4.1.1 – Finalidade de uso do fermento láctico

A pasteurização do leite, conforme visto, elimina as bactérias nocivas ao homem e algumas das prejudiciais ao queijo, é fácil supor que ela destrói também as bactérias desejáveis à fabricação de queijos. Com isto, para a reposição das bactérias desejáveis, que produzem ácido láctico que auxilia no processo de fabricação, que conferem ao queijo um sabor mais uniforme e agradável, faz-se necessária a utilização do fermento láctico.

Com a adição do fermento láctico ao leite pasteurizado, haverá predominância completa e imediata das bactérias desejáveis, pois o fermento, quando bem conservado, possui uma elevada carga bacteriana, composta somente de bactérias desejáveis.

6.4.1.2 – Principais microrganismos dos fermentos lácticos

- **Mesofílicos Homofermentativos:**

Lactococcus lactis subsp. lactis
Lactococcus lactis subsp. Cremoris
Lactococcus lactis subsp. lactis biovar. diacetylactis

- **Mesofílicos Heterofermentativos:**

Leuconostoc mesenteroides subsp. Cremoris

- **Termofílicos:**

Streptococcus salivarius subsp. thermophilus
Lactobacillus helveticus
Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus

Os microrganismos mesofílicos crescem numa faixa de temperatura de 20-40°C, tendo um ótimo crescimento em torno de 37° C. Já os microrganismos termofílicos crescem em uma temperatura ótima de 45°C.

Os microrganismos podem ser agrupados em homofermentativos e heterofermentativos, dependendo do produto ou produtos finais da fermentação. Os microrganismos homofermentativos produzem ácido láctico como principal produto da fermentação, enquanto que os heterofermentativos produzem, além de ácido láctico, substâncias como dióxido de carbono, ácido acético, etanol, aldeído e diacetil.

Fermentos secundários: cultura propiônica e mofos.

6.4.1.3 – Aplicação dos fermentos mais comuns

Fermento mesofílico acidificante: indicado para queijos de massa fechada e pouco aroma (minas curado, prato para fatiar, muçarela, etc.).

Fermento mesofílico aromatizante: indicado para queijos de massa aberta e com aroma mais pronunciado (prato, gouda, cotagge, etc.).

Fermento termofílico: indicado para queijos de massa cozida ou semicozida (muçarela, provolone, parmesão, etc.).

6.4.1.4 – Fermento de uso direto no tanque de fabricação (DVS)

Os fermentos DVS são culturas liofilizadas ou congeladas, superconcentrados, com alta atividade, para inoculação direta no leite para produção. Cada 500 U do fermento liofilizado ou 500 g do fermento congelado equivale a mais de 50 litros de fermento líquido de repique.

O uso desta nova tecnologia elimina o preparo e a manipulação do fermento e, conseqüentemente, problemas e inconvenientes deste método ao laticínio.

O fermento DVS garante uma qualidade melhor e mais uniforme aos produtos produzidos, sendo uma tecnologia moderna hoje empregada nas grandes e pequenas indústrias de laticínios.

Quando este fermento é utilizado, o leite deve ser prematurado por 30 minutos antes da adição do coalho.

6.4.2 – Coalho

Elemento fundamental na fabricação dos queijos, composto de uma mistura de enzimas (quimosina, renina e pepsina bovina ou apenas um tipo de enzima) e tem a função de precipitar a caseína, formando o coágulo firme. A temperatura de 32 a 35° C é boa para atuação enzimática.

6.4.3 – Cloreto de cálcio

Durante a pasteurização do leite, parte do cálcio ligado à proteína é reduzida, afetando diretamente a formação de uma adequada coalhada. Para a correção deste problema, é necessária a adi-

ção de Ca sob a forma de cloreto de cálcio.

Efeitos da adição de cloreto de cálcio ao leite são:

- diminuição da perda de gordura no soro;
- melhora a liga da massa (forma pontes com as micelas de caseína);
- melhora a capacidade de expulsão do soro na coalhada e aumenta o teor final de cálcio no leite;
- melhora o rendimento de fabricação no processo de corte;
- causa um ligeiro aumento do pH;
- aumento da caseína micelar, facilitando a coagulação.

Obs.: O cloreto não deve ser adicionado em excesso, porque pode provocar o gosto amargo nos queijos. Deve-se trabalhar com as doses recomendadas que variam de 200 ml a 300 ml para cada 1.000 litros de leite.

6.5 – Etapas de fabricação

6.5.1 – Coagulação

Após a pasteurização, a coagulação é a próxima etapa a ser seguida na elaboração dos queijos, após resfriado o leite para 32-35°C. A coagulação é a geleificação do leite, devido a mudanças na estrutura da caseína. A coalhada tem aparência de uma gelatina. Deve-se adicionar o coalho ao leite normalmente a 32-35°C, em quantidade suficiente para haver a coagulação em 30-40 minutos. Sua dose varia de acordo com o fabricante, podendo ser usado na forma líquida ou em pó, desde que diluído em água não clorada e adicionado lentamente ao leite sob agitação.

A coalhada é composta, fundamentalmente, de caseína, gordura e água, em proporções variáveis, dependendo do tipo do queijo, assim como pequenas quantidades de sal, lactose, ácido láctico, proteínas do soro e minerais. Durante a maturação, essa massa é digerida gradualmente por enzimas, e o queijo maturado adquire firmeza, elasticidade ou brancura.

6.5.1.1 – Coagulação ácida

Produção de ácido láctico pelas bactérias do fermento ou pela adição de ácidos orgânicos.

6.5.1.2 – Coagulação enzimática

Emprego de enzimas comercializadas na forma de soluções enzimáticas conhecidas como coalho ou coagulante. Ex.: A pepsina e, principalmente, a quimosina, secretadas no quarto estômago de jovens ruminantes, alimentados exclusivamente de leite, são as enzimas mais estudadas e mais usadas até então.

A quimosina promove uma proteólise específica sobre a K-caseína na ligação peptídica Phe 105 – Met106 (1-105-pera-k-caseína (insolúvel na presença de Ca)).

O tipo e a dosagem do coagulante usado na elaboração de queijos influenciam no sabor indesejável, podendo haver a formação de peptídeos amargos, intensificando esse defeito durante a maturação dos queijos com maior resíduo de coagulante.

Índice de Extensão de Maturação (IEM) é o resultado da ação proteolítica das enzimas do coalho sobre a caseína do queijo, liberando peptídeos e alto peso molecular.

São 5 tipos de origens das enzimas:

- naturais do leite (endógenas);
- coagulantes (renina e pepsina);
- enzimas produzidas pela cultura starter;
- enzima originadas pela microbiota secundária (bactéria propiônicas, mofos e leveduras);
- enzimas de bactérias não starter (sobreviventes ao processo de pasteurização (ex.: *Lactobacillus*, *Micrococcus* e *Pediococcus* e contaminantes incorporados ao leite pasteurizado).

Enzimas naturais do leite:

Principais: lactoperoxidase, ribonuclease, xantinaoxidase, catalase, aldolase e lactase, junto com grupos de lipases, proteases, fosfatases, esterases, amilases, oxidases e redutases.

6.5.1.3 – Temperatura de coagulação

A temperatura de coagulação depende do fer-

mento e das enzimas do coalho. O fermento láctico normalmente usado na fabricação de queijos é mesofílico, ou seja, se desenvolve bem numa temperatura de 20-25° C, enquanto que as enzimas do coalho responsáveis pela coagulação atuam bem a uma temperatura de 40-42° C.

Assim, como necessitamos tanto da ação dos microrganismos quanto das enzimas do coalho, a temperatura de coagulação deverá ser regulada para 30-35° C.

6.5.2 – Adição dos ingredientes

a) após o ajuste da temperatura de coagulação e adição do fermento e cloreto de cálcio, adiciona-se o coalho, na dose indicada pelo fabricante. A adição é também realizada com agitação constante, que deve prosseguir por 1-2 minutos;

b) após a distribuição do coalho, o leite deverá ficar em repouso absoluto, para que se processe a coagulação.

O ácido láctico produzido ajuda na coagulação e na dessoragem.

6.5.3 – Corte da coalhada

O corte é realizado com liras ou facas e tem por objetivo dividir a massa da coalhada, transformando-a em grãos, para provocar a saída do soro.

A coalhada vai se encontrar no ponto de corte quando:

- a) ao ser levantada com dedo indicador, mostrar uma certa flexibilidade (tipo gelatina) e, em seguida, após esta resistência inicial, abrir-se em um só sentido;
- b) ao ser pressionada com a palma da mão na parede do tanque ou recipiente de coagulação, desprender-se por completo.

O tamanho dos grãos de coalhada varia em função do teor de água que se deseja no queijo a ser fabricado (Tabela 2). Para que os queijos frescos sejam fabricados e contenham alto teor de umidade, é necessário cortar o bloco de coalhada em grãos grandes, ou seja, na medida em que o tamanho dos grãos diminui, maior será a expulsão de água na coalhada, e mais seco será o queijo. Geralmente, o tamanho dos grãos são estimados

por comparação.

Tabela 2 – Teor de umidade de alguns queijos e tamanho dos grãos na coalhada

QUEIJO	TEOR DE UMIDADE	TAMANHO DOS GRÃOS COMPARADOS A
Minas Frescal	60-62%	Ameixa
Muçarela	49-51%	Azeitona
Prato Retangular	40-42%	Grão de milho
Parmesão	31-33%	Grão de arroz

O corte é feito vertical e horizontalmente, de forma a obterem-se os cubos desejados, quando se utiliza de liras, podendo ser feito somente na vertical, quando se utiliza de liras tipo faca. As liras de fio devem estar sempre bem esticadas, para melhor uniformidade do corte. Independente da lira, utilizá-la lentamente para evitar o esfacelamento da coalhada e conseqüente perda de rendimento. Quando o corte é bem feito, na hora certa e de maneira correta, o soro terá uma cor esverdeada e será límpido, do contrário, terá uma cor esbranquiçada (Tabela 3).

Tabela 3 – Composição média do soro

Gordura (%)	0,3-0,7
Proteína (%)	0,7-0,9
Lactose (%)	4,0-5,2
Sais (%)	0,4-0,6
pH	6,3-6,4
Densidade (D_{15})	1,026-1,027
Acidez (°D)	11 - 13
EST (%)	5,8-6,5

6.5.4 – Mexedura da coalhada

É a agitação dos cubos da coalhada e do soro, cuja finalidade é aumentar a expulsão do soro retirado no interior dos grãos. Na medida em que avança o período de mexedura, os grãos diminuem de volume, sua densidade aumenta, e tendem a se soltar, devido à perda gradativa de soro. Por esta razão, é necessário mexer com uma velocidade progressiva, lenta no início e mais rápida no final,

de maneira a evitar que os grãos se quebrem demasiadamente no princípio e se aglomerem no final, impedindo a dessoragem.

O tempo de mexedura também varia em função do tipo de queijo que se fabrica. Para os queijos frescos (minas frescal), com alto teor de umidade, o tempo de mexedura não deve ser muito prolongado (+/- 30 minutos); já para os queijos duros e semiduros (parmesão, prato), a mexedura tem uma duração maior.

6.5.5 – Aquecimento da coalhada

Da mesma forma que o corte e a mexedura, a elevação da temperatura favorece a dessoragem.

A ação destes três fatores mais a acidez produzida pelas bactérias do fermento são os principais fatores de dessoragem. Enquanto o corte, a mexedura e a acidez são fatores essenciais à fabricação de queijos, o aquecimento é um recurso utilizado quando se deseja fabricar um queijo com menor teor de umidade, como, por exemplo, a muçarela, o prato, o parmesão, etc. Para os queijos moles, como o minas frescal, não há necessidade de aquecimento, pois, conforme observou-se, o teor de água deste queijo é bastante elevado (60-62%).

Nos casos em que o aquecimento se faz necessário, ele é feito após uma primeira mexedura, cujo tempo é de 20-25 minutos, de forma a promover uma elevação lenta e gradual da temperatura, como, por exemplo, 1-2° C a cada 2-3 minutos. Este procedimento é de extrema importância, pois, caso contrário, o aquecimento perde a sua finalidade e pode causar danos à fabricação.

A temperatura final de aquecimento da coalhada varia evidentemente em função do queijo, sendo mais elevada à medida que o teor de água contido no queijo pronto for menor. (Tabela 4).

Tabela 4 – Temperatura de aquecimento da coalhada e o teor de água para alguns queijos

QUEIJO	TEMPERATURA DE AQUECIMENTO	TEOR DE ÁGUA
Minas frescal	Não há aquecimento	60-62%
Muçarela	40-42° C	48-51%
Parmesão	50-55° C	31-33%

6.5.6 – Ponto da coalhada

Com os efeitos causados pelos fatores que favorecem e promovem a saída do soro, os grãos, quando atingem o ponto ideal de dessoragem, apresentam o seguinte comportamento:

- a) Ficam ligeiramente consistentes.
- b) Têm maior tendência a se aglomerar, maior liga.
- c) Depositam-se mais rapidamente no fundo do recipiente de fabricação, após um ligeiro repouso.
- d) Ao serem coletados em uma peneira ou forma de fundo rendado, o soro se separa mais rapidamente e escorre facilmente.

Ao se observarem estes fatos, paralisa-se imediatamente a mexedura. A massa está pronta para ser enformada.

Porém vale ressaltar que cada queijo possui uma consistência típica no momento do ponto da coalhada, e essa característica só é verificada com a prática.

6.5.7 – Pré-prensagem

É usada em queijos duros e semiduros, com a finalidade de formar um bloco de massa para facilitar a enformagem e prensagem.

Pode ser realizada de duas dois modos: com soro, quando a massa se mantém aquecida, compacta melhor, ficando mais fechada e evita a formação de olhaduras mecânicas; sem soro, a massa pode esfriar, e, com isso, há maior probabilidade de surgimento de olhaduras mecânicas.

6.5.8 – Enformagem

Obtido o ponto da coalhada, faz-se a enformagem, que constitui-se na colocação dos grãos em um molde para dar forma ao queijo.

Para os queijos moles (minas frescal), a enformagem é realizada imediatamente após o ponto, simplesmente coletando a massa e colocando-a nas fôrmas, que podem ser de tamanho variado. É importante lembrar-se de que, para se obter um queijo de aproximadamente 6 cm de altura por 18 cm de diâmetro, se faz necessário ter uma fôrma de mais ou menos 18 cm de altura e enchê-la totalmente de massa, pois, com a continuidade da

dessoragem, o tamanho inicial reduzirá cerca de 3 vezes. Para esses queijos não há necessidade de prensagem, eles se moldam pelo seu próprio peso, porém é preciso que fiquem em um ambiente com temperatura próxima de 20° C, por um período de 2 horas.

Já para muçarela, existem duas opções: a fermentação curta, que permite a filagem imediata ou posterior, e a fermentação longa, cuja filagem só pode ser realizada posteriormente. Em ambos os casos, recomenda-se o acompanhamento do pH até 5,2-5,4. É impossível predeterminar o pH ideal de filagem da muçarela, já que este está relacionado com o teor de cálcio do leite. Em regiões onde o leite é mais rico em cálcio (ração balanceada ou regiões calcárias), a fermentação tem de ser mais forte (pH mais baixo) para filar bem. Em geral, filar-se na faixa de pH de 4,9 a 5,5.

Fermentação curta com filagem imediata:

Obtido o pH ideal, picar a massa e filar. Geralmente, é obtida quando a muçarela é feita com culturas termofílicas, como o *L. helveticus* ou misturas de *L. bulgaricus* com *S. Thermophilus*.

Fermentação curta com filagem posterior:

Obtido o pH ideal, picar a massa em porções menores e mantê-la em baixa temperatura (5°-10°C), em câmara fria ou submersa em água gelada, até a manhã seguinte.

Fermentação longa:

Após o ponto, picar a massa em blocos menores e mantê-la na temperatura ambiente sobre mesas, até o dia seguinte. Atentar para variações na temperatura ambiente, que podem acelerar ou retardar o processo de fermentação.

Queijos semiduros e duros são enformados após a pré-prensagem. É importante que nessa etapa evitem-se emendas, pois a massa não cola bem uma à outra, e pode haver manchas, fissuras, olhaduras mecânicas, entre outros defeitos.

6.5.9 – Salga

A salga melhora o sabor do queijo, uma vez que a caseína e a gordura, que constituem cerca de 90% da matéria seca do queijo, são praticamente

insípidas em queijos frescos. Além disso, o sal também ajuda a mascarar algum tipo de sabor indesejável que esteja com baixa intensidade e inicia a formação da casca do queijo.

Quando o queijo absorve o sal, ocorre liberação de soro, levando a uma perda de peso de aproximadamente 2% no queijo prato. Esse sal absorvido auxilia na inibição do desenvolvimento de alguns microrganismos, pois contribui de forma considerável na atividade de água (aW) do queijo, além de controlar a velocidade e intensidade da maturação. Logo, o queijo só é salgado quando atinge uma fermentação adequada, pois, caso contrário, há inibição do fermento, levando ao aparecimento de problemas, principalmente na superfície do queijo, como manchas e fermentação indesejada.

Quanto às formas de salga, existem quatro. São elas: no leite, na massa, a seco e em salmoura. Adiante serão detalhadas cada uma delas.

Obs.: A aW representa a relação entre a água livre e ligada, sendo que sua determinação mostra a disponibilidade de água livre para o desenvolvimento microbiano e as reações bioquímicas. Assim, quanto maior a quantidade de moléculas de soluto, maior a quantidade de água ligada e menor a aW. Este efeito ocorre, por exemplo, aumentando-se o teor de sal, fermentando mais o queijo, deixando-o mais maturado, com maior proteólise.

6.5.9.1 – Salga no leite

Este tipo de salga é usado em algumas fábricas do minas frescal, onde se usa a quantidade de 1,5 a 2,5% de sal sobre o volume de leite. Apresenta a vantagem de se obter uma boa distribuição de sal no queijo, porém inviabiliza o uso do soro como matéria-prima para fabricação de derivados, como bebida láctea e ricota. Além desses fatores, a perda de sal no soro é extremamente elevada (de 80 a 90% do sal adicionado), aumenta o tempo de coagulação, devido a uma inibição parcial das enzimas do coalho, aumenta a hidratação das proteínas, restando mais soro no queijo, deixa a coalhada mais frágil e aumenta o tempo de mexedura da massa, pois dificulta a saída de soro da massa do queijo.

6.5.9.2 – Salga na massa

O sal é distribuído na massa do queijo antes

da enformagem. Esta salga é utilizada na fabricação de cheddar (adiciona-se 2,5-3,0% de sal sobre a quantidade de massa) e pode ser aplicada também no minas frescal (4-6% sobre a quantidade de massa), gorgonzola (3 a 5 kg para cada 1.000 litros de leite trabalhado) e queijo de coalho (2-3% sobre a quantidade de leite trabalhado). No cheddar e gorgonzola, o sal deve ser adicionado, quando o queijo atingir o pH adequado à fermentação, pois o sal adicionado irá paralisar a ação das bactérias lácticas e, conseqüentemente, parar a fermentação. A quantidade de sal adicionada varia em função do teor desejado no produto final, lembrando que em queijos mais úmidos, como o minas frescal e gorgonzola, deve-se levar em conta a perda de sal durante a dessoragem do queijo na fôrma.

6.5.9.3 – Salga a seco

O sal é colocado diretamente na superfície do queijo já enformado. Tem aplicação no minas frescal, gorgonzola e queijo de coalho. No gorgonzola, auxilia também na inibição de alguns microrganismos de superfície, como: *Oospora lactis* e *Geotrichium candidum*. Esses microrganismos podem migrar para o interior do queijo, quando perfurado para aeração da massa, e causar defeitos. No minas frescal, apresenta a desvantagem de não dar ao queijo recém-fabricado uma distribuição uniforme, pois se concentra na superfície.

6.5.9.4 – Salga em salmoura

A salmoura é uma solução salina de cloreto de sódio (geralmente com 18 a 23% de concentração), na qual os queijos ficam submersos até adquirirem a quantidade de sal necessária. Este tipo de salga é mais aplicado em queijos semiduros e duros.

Quando o queijo é colocado na salmoura, ocorre uma diferença entre a concentração da salmoura e a do queijo, pois a salmoura é mais concentrada (com maior quantidade de moléculas de soluto). A casca do queijo funciona como uma membrana semipermeável, permitindo a difusão do sal da salmoura para a superfície do queijo e, ao mesmo tempo, a saída de soro (osmose) do queijo para a salmoura. Inicialmente, a superfície do queijo fica mais concentrada em sal que o seu interior. Para manter o equilíbrio osmótico, o sal se difunde lentamente para a região menos concentrada. Portanto um queijo novo apresenta a superfície extremamente salgada enquanto seu interior fica “sem sal”.

Trocas entre a salmoura e o queijo:

Na medida em que a salmoura é usada, ocorre uma baixa na concentração de cloreto de sódio, pois o queijo absorve sal, e há um enriquecimento dela em substâncias oriundas do soro, como: lactose, lactato, fosfato de cálcio, proteínas e peptídeos solúveis, além de um pouco de gordura e microrganismos. Logo, ao final de um período considerável de uso, a salmoura tende a:

- diminuir o seu teor de sal em cloreto de sódio;
- diminuir a densidade;
- aumentar o conteúdo de matéria orgânica e sais minerais;
- aumentar a acidez titulável;
- criar um tampão de pH, devido ao aumento no teor de lactato e outros sais;
- aumentar a contagem microbiana;
- diminuir a capacidade de salga.

Requisitos de uma boa salmoura:

- Temperatura: 10-12° C.
- Acidez: não superior a 30° D.
- pH: igual ou bem próximo ao do queijo (+/- 5,2).

- Concentração: 20% de sal (cloreto de sódio).
- Densidade: 1,15.
- Capacidade: 2-3 litros/kg de queijo.
- Correção: semanal (acidez e sal).
- Recuperação: semestral ou de acordo com a necessidade.
- O tanque de salmoura deve possuir o dobro do volume de salmoura nele contido.

Preparo e manutenção de salmoura:

A primeira etapa no preparo de uma salmoura é a escolha do sal, que deve ser refinado, pois outros tipos de sais, como o sal grosso, podem conter contaminações microbiológicas e químicas, que causam problemas ao queijo, como: casca “melada”, estufamento da embalagem, manchas na superfície, casca mole ou enrijecida, etc. Em seguida, deve-se calcular o volume de salmoura a ser preparada, em função da quantidade de queijo produzida e do tempo em que permanece em seu interior (Tabela 5). A seguir, pesar o sal (na proporção de 20 kg para cada 100 litros de salmoura), dissolvê-lo na água, ir completando o volume desejado com água (ou seja, para preparar 100 litros de salmoura, pesam-se 20 kg de sal e coloca-se água até completar 100 litros).

Tabela 5 – Defeitos relacionados com a salga

PROBLEMA	CAUSA
Queijo com casca melada ou escorregadia.	<ul style="list-style-type: none">• Salmoura com concentração abaixo de 16%.• Falta de cálcio na salmoura.• Contaminação com leveduras.• Elevada temperatura da salmoura.
Queijo com casca dura.	<ul style="list-style-type: none">• Salmoura com concentração acima de 23%.• Adição excessiva de cloreto de cálcio.• Tempo de salga elevado.
Queijo com borda branca.	<ul style="list-style-type: none">• Entrada do queijo salmoura com pH elevado.• Salmoura com concentração acima de 23%.• Entrada do queijo quente (acima de 30° C) na salmoura.
Embalagem plástica estufada.	<ul style="list-style-type: none">• Contaminação superficial com leveduras.
Manchas na superfície do queijo.	<ul style="list-style-type: none">• Sal contaminado com metais, como o ferro.• Contaminação microbiana, principalmente por leveduras ou <i>Brevibacterium linens</i>.
Queijo se deforma na salmoura.	<ul style="list-style-type: none">• Salmoura com temperatura acima de 15° C.• Entrada do queijo quente (acima de 25° C) na salmoura.
Queijo se “queima” na salmoura.	<ul style="list-style-type: none">• Falta de cobertura ou de total imersão do queijo dentro da salmoura.

A pasteurização da salmoura pode ser direta ou indireta. A direta é feita injetando-se vapor na salmoura. Neste caso, deve-se colocar inicialmente menos água, pois o vapor se condensa e aumenta o volume. Logo o volume deve ser completado após a pasteurização. A indireta é realizada em tanque de aço inoxidável, com aplicação de vapor na camisa do tanque. Em ambos os processos, a temperatura final de pasteurização deve ser de 90° C, deixando repousar de um dia para o outro. Retiram-se eventuais depósitos ou sobrenadantes, corrige-se o teor de cálcio, adicionando 500 a 700 ml de solução de cloreto de cálcio para cada 100 litros de salmoura. A etapa seguinte é o ajuste de pH, que deve ser mantido próximo do pH do queijo, ou seja, para queijo prato deve ser de 5,2-5,4. Esse ajuste pode ser realizado de várias formas, como adição de ácido clorídrico, soro ácido, ácido láctico, etc. Entretanto, após alguns dias de uso, o pH se ajusta naturalmente em função do soro que sai do queijo, e, por isso, algumas fábricas não têm o hábito de corrigir o pH da salmoura. Semanalmente, deve-se verificar o teor de sal da salmoura e corrigi-lo, caso se encontre menor que 17° Bè (18% de sal) (Tabela 6). É importante controlar também a sua qualidade microbiológica. Caso haja uma contagem global de mesofílicos superior a 100.000 UFC/ml ou mais que 200 UFC/ml de mofos, deve-se proceder à pasteurização. Uma forma preventiva de pasteurização é o sistema a frio, em que se aplica peróxido de hidrogênio semanalmente, numa dose de 0,03% (30ml/100 litros) de peróxido 130 volumes.

A cada 4 a 6 meses de uso, deve-se realizar uma pasteurização a 90° C da salmoura, para proceder à precipitação de matéria orgânica e outros sais. Após repouso de um dia para outro, descartam-se o material precipitado e o sobrenadante. Da porção limpa e transparente, corrigem-se o pH e o teor de sal. Esta precipitação é importante, pois os sais formados com o envelhecimento da salmoura são retirados, porque, se presentes, servem como substrato para crescimento de microrganismos que contaminam a superfície do queijo.

Tabela 6 – Concentração de sal em razão da densidade

GRADUAÇÃO (AREÔMETRO DE BAUMÉ)	D15	% DE SAL
1	1,007	1
2	1,014	2
5	1,036	5
10	1,075	10
15	1,116	15
16	1,125	16
17	1,134	18
18	1,143	19
19	1,152	20
20	1,161	21
21	1,170	22
22	1,180	24
23	1,190	25
24	1,199	26
25	1,209	27

6.5.9.5 – Fatores que interferem na velocidade da salga

A velocidade com que o queijo absorve o sal depende de uma série de fatores, como:

1 – Concentração de sal da salmoura

A concentração de sal mais usada em salmoura para fabricação de queijos varia de 18 a 23%. Quanto menor o teor de sal da salmoura, maior é o tempo de salga e menor é a velocidade de absorção. Entretanto esta relação não é linear, isto é, um queijo numa salmoura com 10% de sal não demora duas vezes mais tempo para absorver a mesma quantidade de sal que em uma salmoura com 20% de concentração.

Quanto às formas de se verificar o teor de sal da salmoura, a mais usada é por meio do areômetro de Baumé. No entanto este método é pouco preciso para salmouras mais velhas, pois o areômetro

determinará outros sais que migram do queijo para a salmoura. Uma forma de diminuir este efeito é a fervura da amostra, seguida de repouso e filtração antes de realizar a análise. Outras maneiras de determinação do teor de sal é por meio de crioscopia e de análise titrimétrica, usando nitrato de prata.

2 – Tamanho e formato do queijo

A velocidade de absorção do sal é mais rápida em queijos que apresentam maior relação superfície/volume. Assim, queijos iguais, mas com formatos diferentes, absorvem sal em velocidades diferentes. Por exemplo, dois queijos de 2 kg, sendo um esférico e outro retangular, o retangular absorve o sal mais rapidamente que o esférico.

Queijos de mesmo formato, mas de tamanhos diferentes, apresentam velocidade de absorção também diferentes. Esta é maior no queijo de tamanho menor. Por isso, um queijo minilanche de 400 g fica na salmoura de 4 a 6 horas, e um lanche de 900 g fica de 12 a 16 horas.

3 – Teor de umidade do queijo

A difusão do sal se dá por meio da fase aquosa do queijo. Sendo assim, queijos com maior teor de umidade absorvem e difundem o sal mais rapidamente que aqueles mais secos. Ex.: queijos com o mesmo formato e peso, como: o minas frescal, saint-paulin e minas padrão, ficam na salmoura 4, 8 e 16 horas, respectivamente.

4 – Tempo de salga

O teor de sal absorvido pelo queijo está relacionado com o seu tempo de permanência na salmoura. No entanto não há linearidade entre o teor de sal absorvido pelo queijo e o tempo de salga. No início da salga, o queijo absorve mais sal que no final, pois à medida que o sal penetra no queijo, diminui a diferença de concentração entre a salmoura e o queijo, o que reduz a velocidade de absorção.

5 – pH do queijo

Queijos mais ácidos, com pH mais baixo, apresentam uma massa com menos cálcio e com uma estrutura mais porosa, o que facilita a absorção de sal. Por exemplo, um queijo gorgonzola de 3,5 kg, com pH de 4,7, absorve 2 a 3% de sal em salmoura, num período de 36 a 48 horas.

6 – Temperatura da salmoura

Recomenda-se manter a salmoura entre 10 e 12° C. Uma temperatura mais elevada aumenta a velocidade de absorção do sal e a perda de umidade do queijo, pois há crescimento da porosidade da matriz proteica do queijo. Com isso, há facilidade de absorção do sal e uma maior perda de água, sobretudo perto da casca. No entanto há uma diminuição da vida útil da salmoura, um maior risco de oxidação da matéria gorda com formação de ranço e uma maior chance de formação de uma camada viscosa na superfície do queijo. Já numa temperatura mais baixa (menor que 7° C), a salga ocorre lentamente, há risco de trincas na casca do queijo e de o queijo ficar mais duro.

7 – Agitação da salmoura

A salmoura estática se dilui na superfície do queijo, à medida que ocorre absorção de sal e liberação de soro do queijo. Assim, a salga torna-se mais lenta, podendo deixar o queijo “melado”, pois a concentração de sal nesta área fica muito baixa. Alguns estudos mostram que o tempo de salga pode diminuir de 30 a 50% numa salmoura com agitação em relação a uma salmoura estática.

6.6 – Maturação dos queijos

A maturação dos queijos corresponde à fase de transformações físicas, químicas e microbiológicas, sob a ação de enzimas lipolíticas e proteolíticas a maior parte de origem microbiana, sendo um fenômeno bastante complexo, pois varia de queijo para queijo. Os principais fenômenos bioquímicos que ocorrem durante a maturação dos queijos são a lipólise e a proteólise.

É a parte final da fabricação, quando ocorre a digestão enzimática do coágulo; isto é, a massa compacta e sem sabor adquire corpo, textura, sabor e aroma.

É o fenômeno mais complexo da tecnologia de fabricação de queijos.

Os principais componentes que se transformam durante a maturação são a lactose, o citrato, as proteínas e a gordura. A intensidade e o produto destas transformações variam em função de cada tipo de queijo, além dos compostos, que podem ser formados pelas enzimas presentes no produto.

6.6.1 – Princípios gerais

O tempo de maturação dos queijos pode variar muito. Os queijos frescos podem demorar algumas horas para ficar prontos, já os queijos duros maturados podem levar até 5 anos.

Os processos de maturação são classificados como interna e de superfície. Os queijos que dependem principalmente de maturação interna (a maioria de queijo duro, tal como o queijo cheddar, os tipos italianos, o queijo prato, etc.) podem ser maturados com formação de casca ou ser envolvidos em película antes de se curarem. O queijo cheddar e as variedades americanas, o queijo prato e similares são os únicos queijos maturados que não são alterados drasticamente, se curados envolvidos em película. Dentre queijos que dependem principalmente de maturação de superfície incluem-se os de casca lavada (como saint-paulin) e os mofados (como o camembert).

Em geral, são três fontes do sabor do queijo:

- O sabor do queijo lembra o do leite, tal como o sabor natural da gordura de manteiga e o sabor da alimentação do gado.
- Produtos de quebra de proteínas, de gorduras e de açúcares de leite, que são liberados por enzimas microbianas, por enzimas naturais e por enzimas adicionadas.
- Metabólitos de bactérias do fermento e de outros microrganismos. Esses incluem produtos da quebra das proteínas, das gorduras e dos açúcares (lactose).

O desenvolvimento do sabor e da textura é fortemente dependente do perfil de pH, da composição do leite e do queijo, da salga, da temperatura de maturação, da umidade do queijo e da experiência do queijeiro.

6.6.2 – Proteólise (quebra da proteína)

A quebra da proteína durante a maturação deve ser um processo controlado, para resultar em compostos de sabor e odor desejáveis. Porém, quando se perde este controle, podem-se obter sabores e odores indesejáveis, como amargo, de podre, etc.

Com a proteólise, o queijo fica mais macio e menos elástico. Em alguns queijos, a proteólise é tão intensa, que ocorre a liberação de aminoácidos, como, por exemplo, no parmesão bem maturado, quando ocorre formação de pequenos cristais de tirosina.

As enzimas responsáveis pela proteólise são as proteases, que estão presentes no leite cru, no coalho e nos microrganismos (contaminantes ou do fermento). Algumas são mais fortes, como a pepsina presente em coalho bovino ou originadas de bactérias psicrotróficas, e, de sua quebra, podem originar peptídeos que são amargos. Em queijos de maturação intensa, como o camembert e o gorgonzola, a proteólise intensa quebra os aminoácidos que liberam compostos como a amônia (NH₃).

6.6.3 – Lipólise (quebra da gordura)

A gordura láctica é uma excelente fonte de sabor e aroma. Por isso, em geral, queijos com maior teor de gordura apresentam um sabor melhor e mais rico. Além disso, a gordura interfere significativamente na textura do queijo, tornando-o mais macio.

Durante a maturação, parte da gordura é quebrada pelas lipases (originadas dos microrganismos do fermento ou adicionadas) e liberam compostos extremamente aromáticos, como os ácidos graxos. Em alguns casos, como em leite que contém alta contagem de psicrotróficos ou sorofermento com alta contagem de leveduras, ocorre uma lipólise intensa, levando a um sabor picante também intenso, podendo originar gosto de sabão.

Origem da lipase: própria do leite, dos microrganismos endógenos, do fermento adicionado ou ainda de preparações enzimáticas usadas durante a fabricação, gerando como principais produtos os ácidos graxos voláteis de cadeia curta, incluindo o butírico, caprílico e cáprico.

6.6.4 – Quebra da lactose e do citrato

A lactose é o açúcar do leite que é fermentada pelas bactérias lácticas, produzindo principalmente ácido láctico, que é também conhecido como fermentação primária. Esta fermentação ocorre principalmente pelas bactérias lácticas mesofílicas acidificantes e nas termofílicas como *L. helveticus*, *L. bulgaricus* e *S. thermophilus*. O ácido lácti-

co formado é transformado em lactato de cálcio e pode ser consumido por outras bactérias e mofos, formando outros compostos. Um exemplo, são as bactérias propiônicas, que, ao consumirem o lactato, formam CO_2 (dióxido de carbono), ácido propiônico e um pouco de ácido acético. Já as bactérias butíricas, causadoras de estufamento tardio, fermentam o lactato e formam principalmente ácido butírico e H_2 (hidrogênio, que estufa o queijo). Junto com a fermentação do lactato e com a fermentação do citrato e de residuais de galactose, dá-se o nome de fermentação secundária. Em queijos suíços, o residual de galactose pode ser metabolizado por bactérias propiônicas aptas a fermentá-la tão bem quanto fermentam o lactato, transformando-a principalmente em ácido acético e compostos, que afetam negativamente o sabor do queijo. Por isso, é de extrema importância que as culturas lácticas usadas no processamento desses queijos sejam capazes de fermentar toda a galactose em menos de 24 horas. Já da fermentação do lactato, ocorre basicamente a formação de ácido propiônico (o que é desejável).

O citrato é um sal naturalmente presente no leite, na concentração de 2 g/l, e é fermentado por bactérias mesofílicas aromatizantes e produz CO_2 e compostos aromáticos, como: o diacetil, álcool, aldeído e dióxido de carbono. Essa fermentação é importante em queijos como o gouda e na manteiga.

6.6.5 – Cuidados durante a maturação

Alguns pontos importantes devem ser observados durante a maturação dos queijos, já que esta fase é uma importante continuação da fabricação do queijo.

Muitos queijos, como o prato e a muçarela, são embalados logo após a secagem, o que diminui a mão de obra, facilita o transporte dos queijos, dispensa o controle da umidade relativa do ar na câmara, melhora o rendimento, pois o queijo fica sem casca, e diminui problemas de superfície, como crescimento de mofos. Porém o sabor do queijo fica um pouco alterado, e, caso haja contaminação por bactérias butíricas, elas têm maior facilidade de crescimento.

Queijos duros, como o parmesão, passam por um longo período de maturação sem embalagem. Isto exige um grande cuidado dentro da câmara, como controle da umidade do ar e de contaminantes (principalmente mofos). Além disso, a ventila-

ção na câmara deve ser controlada, o mais uniformemente possível.

Outro ponto importante é o controle da temperatura de maturação. Via de regra, quanto maior a temperatura, mais rápida será a maturação, porém maiores são as chances de surgimento de defeitos. Queijos duros, como o parmesão, permitem uma maior temperatura de maturação (em torno de 14-16° C); já os queijos semiduros, como o prato, devem ser maturados em temperaturas menores (em torno de 10° C).

OBS.: Em leite cru refrigerado, produzido em condições insalubres, microrganismos psicrótróficos são encontrados majoritariamente e são representados por bactérias Gram negativas (*Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Alcaligenes* e *Enterobacter*). Esses microrganismos são destruídos pelo processo de pasteurização, mas suas enzimas, proteases e lipases são termorresistentes e interferem diretamente no processo de fabricação dos queijos, inclusive durante o período de maturação.

6.7 – Conservação dos queijos

Os queijos de consumo imediato devem ser conservados em baixa temperatura (4-6°C). A durabilidade do queijo está diretamente relacionada com o teor de umidade dele, sendo que os mais úmidos se deterioram mais rapidamente.

6.8 – Olhaduras em queijos

Basicamente, as olhaduras em queijos classificam-se em mecânicas e por produção de gás. Podem ser desejáveis ou indesejáveis, dependendo do tipo de queijo e do tipo de fermentação. Vejamos alguns exemplos:

O queijo minas padrão, tradicionalmente, apresenta olhaduras mecânicas, sendo uma característica desejável. Já no queijo prato, as olhaduras mecânicas são consideradas como defeito.

As olhaduras lisas e redondas do queijo suíço são desejáveis e fazem parte da característica do queijo, o que é conseguido pela fermentação propiônica. No entanto, se houver uma fermentação propiônica em um queijo parmesão, será considerado como defeito.

Por outro lado, se um queijo apresentar olhaduras provenientes de uma fermentação indese-

jável, como por coliformes ou butíricos, também será um defeito.

Independente do tipo de queijo, as olhaduras de fermentação desejáveis devem ser formadas lentamente, e a massa do queijo deve ter maciez e flexibilidade. A casca do queijo deve ser firme, para evitar que o gás escape, e flexível, para acompanhar a deformação pela qual o queijo passa quando o gás é formado.

As bactérias desejáveis produzem gás carbônico, entretanto, para que a olhadura se forme, é necessário que o gás sature a fase aquosa. Assim, o CO₂ formado reage com a água (H₂O), formando H₂CO₃. Quando toda a água estiver saturada, o gás fica "livre", e então este CO₂ formará as olhaduras.

Os queijos de olhaduras são classificados em queijos holandeses (gouda, edam, etc.) e queijos suíços (emmental, gruyère). Os queijos holandeses são fermentados por cultivos lácticos, compostos de microrganismos aromáticos e acidificantes. Já os queijos suíços são fermentados por cultivos lácticos acidificantes e por microrganismos propiônicos. Abaixo segue uma comparação entre as bactérias produtoras de gás (Tabela 7).

6.9 – Rendimento da fabricação de queijo

6.9.1 – Conceitos de rendimento técnico e econômico

Quando se fala de rendimento, normalmente pensa-se quase sempre na relação de litros de leite que foram necessários para se elaborar um quilograma de um determinado tipo de queijo. O chamado rendimento "litros por kg" é amplamente utilizado pela indústria queijeira, constantemente monitorado por queijeiros preocupados com seus processos e seu próprio desempenho e por industriais interessados em manter uma alta eficiência em suas empresas.

Dentro deste conceito, pode-se definir o controle de "litros por kg" como um rendimento econômico; aquele pelo qual o empresário calcula o custo final da produção de seu queijo, tomando em consideração o preço pago por 1 litro de leite e o volume deste, necessário para produzir 1 kg de queijo.

O rendimento técnico, por outro lado, seria aquele no qual, de posse de dados físico-químicos, referentes à composição do leite, do soro resultante e o queijo obtido, o técnico ou o queijeiro determinariam se houve um aproveitamento ideal dos constituintes do leite, que podem ser transferidos

Tabela 7 – Comparação entre bactérias produtoras de gás

BACTÉRIAS PROPIÔNICAS	CULTURA LÁCTICA COMPOSTA
<ul style="list-style-type: none"> • (<i>Propionibacterium freudenreichii</i> subsp. <i>Shermanii</i>) • Bastonetes, Gram + • Anaeróbios • T° C crescimento: 30° C (10-45° C) • pH ótimo: 6,5-7,0 • Resistem à alta temperatura • Tolerância ao sal: 5% • Fermentam lactatos 	<ul style="list-style-type: none"> • (<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> e <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>) • cocos, Gram + • Anaeróbios facultativos • T° C crescimento: máximo 40° C • pH ótimo: 5,7-6,5 • Não resistem à alta temperatura • Tolerância ao sal: 4% • Fermentam lactose e citratos

para o queijo. Além disso, permitiria, ainda, estabelecer comparações válidas entre diferentes fabricações de um mesmo tipo de queijo, mesmo que apresentassem composição físico-química diferente.

O rendimento técnico pode alterar substancialmente o rendimento econômico de uma fabricação, influenciando decisivamente no custo final de um queijo e, em última instância, na sua competitividade no mercado (Tabela 8).

referentes ao esquema de estocagem, distribuição e comercialização do produto, sem mencionar as estratégias de marketing para divulgá-lo para o público consumidor. Obviamente, não é uma tarefa simples ou de fácil execução.

Já o rendimento da fabricação pode ser controlado com mais facilidade, desde que alguns parâmetros básicos sejam conhecidos. Uma vez que estejam sob um controle adequado, permitindo a

Tabela 8 – Rendimentos industriais médios do leite padrão para os diferentes derivados

PRODUTO	UNIDADE	RENDIMENTO (LITROS DE LEITE PADRÃO/LITRO OU KG DO PRODUTO)
Queijo minas frescal	kg	5,50 a 6,50
Queijo minas padrão	kg	7,50 a 8,50
Queijo muçarela	kg	9,0 a 10
Queijo prato	kg	9,0 a 10
Queijo provolone	kg	10,5 a 12
Queijo parmesão	kg	12 a 13
Leite em pó	kg	10,42
Requeijão	kg	4,0 a 5,0
Creme de leite	kg	1,94
Manteiga	kg	4,12
Doce de leite	kg	2,42
logurte	kg	1,1
Bebida láctea	litro	0,50
Leite fluido (cru, pasteurizado e UHT)	litro	1,00

Fonte: Conselho Paritário Produtores/Indústrias de leite do Estado do Paraná – Conseleite Paraná. Anexo II de seu regulamento. Identificação do Rendimento Industrial do Leite Padrão.

Dois importantes parâmetros influenciam decisivamente na viabilidade econômica de uma fabricação de queijos: o rendimento (ou seja, a quantidade máxima de queijos que se pode fabricar com um volume determinado de leite) e a redução das perdas (ou seja, a obtenção de produtos de qualidade e com boa durabilidade). Ambos os parâmetros estão ligados a uma série de fatores, incluindo a qualidade do leite e dos ingredientes utilizados, que podem e devem ser controlados tecnicamente, com o intuito de tornar o produto resultante cada vez mais expressivo e competitivo no mercado. A redução de perdas numa fábrica de queijos não só envolve aspectos de controle de qualidade de matéria-prima e de processos, como também aqueles

maximização do rendimento do processo, resta ao técnico ou queijeiro responsável expressar de maneira correta os índices que permitem avaliar o rendimento. Na prática, observa-se que a expressão do rendimento quase sempre é feita de maneira empírica e inexata e não retrata, portanto, a situação real ocorrida na fabricação do queijo. Aqui, além de uma breve menção aos fatores que influenciam direta ou indiretamente sobre o rendimento, são discutidos os métodos utilizados para expressá-lo e apresentadas fórmulas matemáticas que permitem comparar, de maneira clara e compatível, rendimentos de diferentes fabricações de um mesmo tipo de queijo, ainda que a composição dos queijos resultantes (teor de umidade) não seja a mesma.

6.9.2 – Fatores que afetam o rendimento

Podem-se dividir em dois grupos os principais fatores que afetam o rendimento da fabricação de queijo:

6.9.2.1 – Fatores diretos

a) **Composição do leite:** a composição do leite, especialmente seu teor de proteínas e de gorduras, tem um papel fundamental na definição do rendimento. Em relação às proteínas, considera-se sobretudo a caseína, que é a fração coagulável pelo coalho e que, ao formar uma rede (paracaseinato de cálcio), “aprisiona”, em diferentes proporções, os demais constituintes do leite, como: gordura, lactose e sais minerais. Vale lembrar que a composição do leite e, por consequência, o rendimento sofrem influência de diversos fatores, como raça do animal, alimentação, período de lactação, entre outros.

b) **Composição do queijo:** a influência mais expressiva é o teor de umidade do queijo. Naturalmente, quanto maior o teor de água de um queijo, melhor será o rendimento daquela respectiva fabricação.

Quanto maior for o teor de proteínas ou de gordura de um queijo, mais positivo será o efeito no rendimento.

c) **Perda no corte:** sem dúvida, cortar uma coalhada sem que haja, no soro, perdas parciais é impossível. Entretanto essas perdas podem ser minimizadas pela coagulação bem controlada do leite e de um corte cuidadoso da coalhada. A rapidez do corte e o tamanho dos grãos, bem como a intensidade da agitação feita imediatamente após o corte, têm forte influência nas perdas de gordura e proteína no soro. Por outro lado, o processo de coagulação é afetado por outros fatores, como a temperatura de pasteurização do leite, seu teor de cálcio e proteínas, acidez, pH, temperatura de adição do coalho. Por exemplo, considera-se normal, no Brasil, que cerca de 10 a 15% da gordura do leite se perca no soro, momento do corte. Esta porcentagem poderá variar em função do teor de caseína do leite.

6.9.2.2 – Fatores indiretos

a) **Estocagem do leite a frio:** a estocagem prolongada do leite cru em baixas temperaturas provoca mudanças físico-químicas no leite, como a dissociação parcial da caseína micelar, que passa para a fase solúvel, aumentando as perdas de nitrogênio, gordura e finos de coalhada, reduzindo, conseqüentemente, o rendimento da fabricação. Em resumo, ao se trabalhar com o leite “do dia”, há mais chances de melhorar o rendimento. Este é um fator cada vez mais importante, devido à tendência crescente de se trabalhar com leite estocado nas fábricas.

b) **Contagem de psicotróficos:** bactérias psicotróficas, como as do gênero *Pseudomonas* ou *Achromobacter* (ex.: *P. fluorescens*), são aquelas capazes de se desenvolver em temperatura abaixo de 7°C, sendo os principais agentes de deterioração de leite cru refrigerado e de seus derivados. A ação deterioradora das bactérias psicotróficas se deve, principalmente, à produção de proteases, lipases e fosfolipases, que hidrolisam, respectivamente, a proteína e a gordura do leite. A maioria das bactérias psicotróficas não sobrevive à pasteurização, porém muitas de suas enzimas hidrolíticas são termorresistentes. A presença de enzimas termoestáveis no leite cru causa alterações de sabor e odor em diversos produtos e redução do rendimento dos queijos.

c) **Contagem de células somáticas (CCS):** a mastite é uma infecção microbiana que ataca o úbere de matrizes leiteiras, danificando o tecido celular e atraindo para o local células brancas (leucócitos) do sangue, que são parcialmente transferidas para o leite, aumentando, assim, sua CCS. Se a contagem de CCS ultrapassa a 2×10^6 CCS/ml, as enzimas proteolíticas que produzem atingem um nível e atividades suficientes para degradar a caseína, a ponto de diminuir o rendimento da fabricação. Além disso, células somáticas contêm fortes componentes antimicrobianos, que podem ser liberados no leite e vir a inibir a atividade das culturas lácticas.

d) **Atividade da plasmina:** a plasmina é a protease natural do leite. A maior parte desta enzima se encontra no leite sob a forma de seu precursor,

plasminogênio, que não tem atividade proteolítica. Células somáticas, especialmente em altas contagens, produzem um ativador do plasminogênio, que pode convertê-lo para a plasmina ativa ainda na glândula mamária. Como a temperatura ideal para a atuação da plasmina é próxima da temperatura corporal da vaca, a maior parte do dano provocado por sua atividade proteolítica na caseína ocorre ainda no úbere. Se o leite for resfriado rapidamente após a ordenha, os efeitos negativos no rendimento são consideravelmente reduzidos. A mamite acaba tendo, portanto, uma outra influência negativa no rendimento, que é a ativação do plasminogênio, por meio da alta contagem de células somáticas.

- e) **Tipo de coalho:** todos os coalhos são caracterizados pela presença de uma ou mais proteases que atacam a fração K da caseína, provocando a coagulação do leite. Algumas destas proteases são mais proteolíticas ou menos específicas em sua atuação do que outras. Aquelas mais proteolíticas, como a pepsina suína ou as proteases ácidas de origem fúngica (ditos "coagulantes microbianos"), além de romperem a ligação específica 105-106 da caseína K, continuam a degradar rapidamente o restante da cadeia de aminoácidos, durante a coagulação do leite, e podem provocar maior perda de nitrogênio, gordura e finos, durante o corte da coalhada. A enzima que alia a melhor atuação coagulante com a mais alta especificidade e permite, portanto, o melhor aproveitamento de elementos do leite na coalhada e melhor rendimento é a quimosina (presente nos coalhos obtidos por fermentação, genericamente conhecidos por "genéticos"), seguida pela

pepsina bovina. A escolha adequada do tipo de coalho é, portanto, um fator de grande importância no controle do rendimento da fabricação de queijos.

- f) **Pasteurização do leite:** quando o leite é pasteurizado, uma pequena porcentagem das soroproteínas é desnaturada (cerca de 2 a 3%). A β -lactoglobulina desnaturada tende a se agregar à K-caseína e passa em parte para a coalhada, ao invés de se perder no soro, como acontece usualmente com as soroproteínas. Este fenômeno provoca um ligeiro aumento no rendimento, pela própria presença da soroproteína e também por sua conhecida capacidade de hidratação. Deduz-se, assim, que, comparado ao uso de leite cru, o leite pasteurizado possibilita maior rendimento. Quanto maior for a temperatura de pasteurização, maior será o índice de desnaturação. Entretanto não é aconselhável o uso de temperaturas superiores a 75°C/15s, pois a coalhada torna-se mais mole, com risco de maiores perdas no corte, e o queijo torna-se mais úmido, curando mais rápido e com maior risco de apresentar gosto amargo (maior retenção de coalho), além de possíveis problemas com o fatiamento após um certo período de cura, em casos de queijos semiduros, como o prato, ou filados, como a muçarela.
- g) **O uso de cloreto de cálcio:** o cloreto de cálcio é utilizado para recompor parte dos sais de cálcio insolubilizados pela pasteurização. Tem um efeito benéfico no rendimento, melhora a coagulação, diminuindo as perdas de gordura e "finos" no soro, no momento do corte da coalhada.

7. DEFEITOS EM QUEIJO

7. DEFEITOS EM QUEIJO

7.1 – Estufamento precoce

O estufamento precoce é um dos maiores problemas dos queijeiros. Ocorre quando há uma forte produção de gás no interior do queijo que, no linguajar das queijarias, fica “batendo”: ao se bater com os dedos na casca do queijo, é emitido um “som oco”, bem característico. O defeito ocorre sempre entre a prensagem e a saída do queijo da salmoura. Ao corte, observa-se uma massa “rendada”, repleta de pequenos olhos arredondados ou irregulares ou até mesmo bolhas na casca. O sabor e o aroma também ficam anormais. O problema é causado, em grande número, por bactérias do grupo coliformes. O problema aparece quando a higienização da fábrica é malfeita, e há contaminações posteriores à pasteurização.

7.2 – Estufamento tardio

O estufamento tardio é causado por bacilos do gênero *Clostridium*, provenientes da silagem, da poeira e do esterco do curral, que contaminam o leite na hora da ordenha. Esses microrganismos não são destruídos pela pasteurização, portanto podem estar presentes em qualquer fábrica. Afecta muito mais os queijos grandes, nos quais o sal demora mais a se difundir para o centro. O queijo com este defeito, além de ficar batendo, incha, e, quando cortado, verificam-se buracos e trincas na massa; o cheiro é anormal, fica com sabor ardido e meio-adocicado, ou seja, putrefato.

7.3 – Trincas

Trincas em queijos:

- Queijos expostos em ambiente muito seco.
- Dessadores rasgados ou dobrados no momento da enformagem.
- Deficiência no tempo de prensagem.
- Leite com pasteurização em temperatura muito elevada.
- Utilização de leite com elevada acidez ou fermento desbalanceado (com elevada produção de acidez) e massa com excesso de sal.

Queijos reino e parmesão:

Queijos maturados sem embalagem, como o reino e o parmesão, apresentam um desidratação normal e formação de casca ao longo do período de cura. O surgimento de trincas é anormal e pode estar relacionado com os seguintes fatores:

- Queijos fabricados com leite ácido: a massa fica excessivamente desmineralizada, com baixo teor de cálcio e torna-se friável e quebradiça (isso parece ser a causa mais frequente).
- Produção excessiva de acidez durante a fabricação (excesso de fermento, por exemplo, o que, no caso do parmesão, não só provoca trincas, como também faz com que os panos e dessadores se agarrem ao queijo durante a prensagem. No caso do parmesão, este defeito é agravado pela alta temperatura da massa, cerca de 53°C, sendo fortemente prensada. Havendo excesso de acidez, é como se a massa filasse sob a prensa.
- Câmaras de maturação muito frias ou ambiente com baixa umidade relativa no ar desidratam muito rapidamente a casca do queijo.
- Correntes de ar sobre os queijos nas câmaras de maturação, especialmente naquelas com temperatura ambiente, como é comum com o queijo reino.
- Salga em salmouras “quentes” ou com excesso de sal (desidratação rápida da casca).
- No caso do parmesão, a falta de tratamento da casca (com óleos vegetais, por exemplo) pode facilitar o aparecimento de trincas.
- Em casos extremos, trincas na casca podem ser provocadas pela produção interna de gás no queijo, especialmente estufamento tardio.

7.4 – Sabor amargo

7.4.1 – Alguns dos principais fatores que influenciam direta ou indiretamente no surgimento do sabor amargo

A formação do gosto amargo é um dos problemas mais complexos que podem surgir durante a maturação ou estocagem de queijos. Tal complexidade se deve à variedade de fatores que podem causar ou influenciar na intensidade deste defeito.

Sabe-se que o gosto amargo se deve não somente à formação, mas, sobretudo, ao acúmulo de peptídeos específicos (geralmente insolúveis ou apolares) de peso molecular baixo (menos de 3.000 dáltons), durante o processo de decomposição proteica que caracteriza a maturação do queijo.

Por razões diversas, queijos como o prato, gouda e similares (geralmente mais susceptíveis de amargar) nem sempre são maturados por períodos mais prolongados, o que faz com que a formação do gosto amargo seja um defeito menos visível. Porém o problema ocorre, inclusive, com queijos sem maturação ou de maturação curta. Daí a importância de se enumerarem, a seguir, alguns dos principais fatores que influenciam direta ou indiretamente no surgimento do defeito:

1. **Qualidade do coalho:** presença de impurezas físicas ou bacteriológicas.
2. **Tipo de coalho ou coagulante:** normalmente não se aconselha o uso de coagulantes fúngicos ("coalhos" microbianos) para queijos de maturação média ou longa, já que sua protease ácida tem menor especificidade na ruptura da caseína, além de ser mais proteolítica, quando comparada à pepsina e à quimosina. Estes coagulantes são também mais termorresistentes, com maior efeito residual na coalhada de queijos duros e semiduros.
3. **Dose de coalho:** o uso excessivo é uma causa frequente de acúmulo de peptídeos amargos, devido ao efeito residual do coalho no queijo.
4. **Acidez do leite:** quanto mais ácido o leite, mais coalho é retido na massa.
5. **Temperatura de pasteurização:** quanto mais alta (acima de 73°C), maior teor de coalho é retido na coalhada. Esta é uma causa frequente do defeito e é pouco considerada.
6. **Dose de fermento:** aumentando-se a dose de fermento, (acima de 1,5%), aumentam-se a acidez do leite e a velocidade de acidificação do grão, fazendo com que mais coalho seja retido no queijo.
7. **Tipo e atividade do fermento láctico:** fermentos superativos produzem excesso de acidez (retenção de coalho), enquanto que culturas mais lentas não conseguem decompor a tempo peptídeos de peso molecular baixo (alguns são amargos), normalmente produzidos pelo coalho residual no queijo. A situação se complica, quando uma cultura lenta, sem atividade (ou com problemas de bacteriófagos, antibióticos e ou mamite), é usada numa fabricação, na qual, por razões diversas, um excesso de coalho tenha sido retido na massa. O uso excessivo de fermento pode também produzir queijos muito ácidos e mais propensos a desenvolverem amargor.
8. **Qualidade do leite:** se a contagem global for muito alta (especialmente se a microbiota termofílica é considerável) ou o leite for de má qualidade e refrigerado cru por um período mais longo (aumento de contagem de psicrotóficas), o risco de problemas aumenta. Microrganismos psicrotóficos (ex.: *Pseudomonas* spp.) produzem proteases altamente termorresistentes, que podem provocar a formação de sabor amargo em queijos. Se a sua contagem ultrapassar 1 milhão de UFC/ml, o risco é bem maior.
9. **Uso de leite cru na fabricação:** devido à imensa variedade da microbiota do leite cru, há sempre o risco de se trabalhar com bactérias muito proteolíticas.
10. **Culturas ativas, porém desbalanceadas:** o exemplo clássico é o uso de culturas aromatizantes ("LD" ou "D"), cultivadas em temperaturas inadequadas (acima de 20°C), tendem a produzir muito acetaldeído, o que altera o sabor do queijo, muitas vezes confundindo com amargor. Em culturas tipo "O", é normal que se mantenha a taxa de *S. lactis* abaixo de 5%, devido à sua maior resistência ao sal e capacidade de crescimento em temperaturas próximas de 40°C. Quando ocorre um aumento considerável da proporção de *S. lactis* na cultura, aumenta o índice de proteólise no queijo.
11. Queijos de massa semicozida elaborados com baixo teor de gordura têm maior tendência a amargar (a gordura ajuda a "mascarar" outros sabores no queijo). Por exemplo, o saint-paulin é geralmente feito com leite mais magro e tem maior tendência para apresentar o problema.
12. Na fabricação de queijos semiduros, o uso de temperaturas mais baixas de cozimento da massa (de 36 a 38°C, por exemplo) favorece a acidificação, o que, dependendo de outros fatores, pode influenciar indiretamente na formação do sabor amargo.

13. A temperatura de maturação dos queijos também exerce um papel: não pode ser nem muito alta (acima de 14-15°C) nem muito baixa (abaixo de 7-8°C), pois pode tanto estimular a atividade proteolítica de enzimas do coalho, como inibir a atividade proteolítica de enzimas bacterianas. O dano maior é causado por temperaturas de cura mais elevadas.
14. Se um queijo é suposto de ter pH na faixa de 5,1 a 5,3 e o apresenta, por exemplo, abaixo de 5,0, tem maior tendência a amargar. Neste caso, o pH baixo favorece a produção de peptídeos de peso molecular baixo e médio pelas enzimas residuais do coalho, enquanto desfavorece sua quebra para aminoácidos por peptidolases das bactérias lácticas (são mais atuantes em pH mais alto).
15. Sob certas condições, a alimentação do rebanho pode influenciar na formação de gostos estranhos no queijo. A intensidade deste fator é, entretanto, atenuada pela mistura de leite de origens diversas na recepção da fábrica.
16. Período de maturação do queijo: se o queijo é mantido por períodos muito prolongados sob temperatura de maturação, o pH tende a subir, o que acelera mais ainda o processo de decomposição proteica (especialmente em queijos semiduros, como o prato). Sob estas condições, o gosto amargo pode surgir e permanecer no queijo. Em alguns queijos, como o gorgonzola, é comum um gosto amargo entre a 3ª e 5ª semana de maturação, desaparecendo rapidamente, à medida que o processo de lipólise confere ao queijo seu sabor e aroma típicos.
17. Queijos semicozidos (semiduros), como o prato e o gouda, e macios, como o minas, saint-paulin, etc. têm maior tendência a amargar, se comparados com queijos duros, como o parmesão e o suíço. Isso se deve às altas temperaturas usadas na fabricação de queijos duros, que não só inativam boa parte dos resíduos de coalho na massa, como também inibem parcialmente a acidificação. Relacionam-se também com o teor de umidade a atividade de água (sal), o pH e as culturas lácticas usadas na fabricação desses queijos. Em queijos mais macios, se o teor de sal é mais baixo, aumenta-se o risco de formação de gosto amargo.
18. Contaminações superficiais também podem provocar o gosto amargo em queijos. Mofo que se desenvolve na casca de queijos, como: prato, gouda, tilsit, danbo, produzem proteases que migram para o interior, decompondo a caseína e alterando o gosto do produto. Estas contaminações podem estar na salmoura ou no próprio ambiente de embalagem e maturação.
19. A adição excessiva de cloreto de cálcio ou nitrato de sódio ao leite também pode provocar o amargor nos queijos.
20. Normalmente os peptídeos amargos apresentam aminoácidos apolares, como: tirosina, prolina, fenilalanina, leucina, triptofano, isoleucina e metionina, em suas cadeias laterais. A extremidade C-terminal da β -caseína é muito hidrofóbica e apresenta forte sabor amargo. Quando um queijo apresenta teor muito baixo de sal, a B-caseína (normalmente pouco degradada em queijos) é mais decomposta, aumentando o risco de formação de gosto amargo.

Finalmente, deve-se reiterar que o gosto amargo, na maioria das vezes, é resultante do fenômeno de proteólise, com acúmulo de componentes amargos, o que se relaciona diretamente com a atuação de enzimas do coalho e ou do fermento. Por meio dos diversos pontos enumerados aqui, percebe-se, entretanto, que mesmo um excelente coalho ou um bom fermento pode gerar o problema, se outros fatores da fabricação e maturação não são controlados adequadamente. Trata-se, obviamente, de um problema complexo, cuja solução reside, sobretudo, no controle de qualidade de matéria-prima, ingredientes, processos e parâmetros de fabricação.

8. FABRICAÇÃO DE PRODUTOS LÁCTEOS

8. FABRICAÇÃO DE PRODUTOS LÁCTEOS

8.1 – FABRICAÇÃO DE QUEIJO MINAS FRESCAL

O minas frescal é um dos queijos mais populares do Brasil. É comercializado a preços mais acessíveis, devido ao seu bom rendimento (6,0 a 6,5 litros de leite para 1 kg de queijo). É um queijo com durabilidade aproximada de 8 dias sob refrigeração de 8° C. Produzido no formato cilíndrico, com peso que varia de 300 g a 1 kg, sabor levemente ácido, não sendo prensado nem maturado.

Ingredientes:

- Leite pasteurizado, cloreto de cálcio, ácido láctico, coalho e sal de cozinha.

Tecnologia de fabricação:

- Filtrar o leite.
- Pasteurizar o leite na temperatura de 65 °C por 30 minutos.
- Resfriar o leite até atingir a temperatura de 34 a 37°C.
- Adicionar 4 ml de cloreto de cálcio ou 1 colher (de chá) para cada 10 litros de leite.
- Adicionar 2 ml de ácido láctico (1/2 colher de chá) com 20 ml de água para cada 10 litros de leite.
- Adicionar o coalho, de acordo com a recomendação do fabricante.
- Misturar bem.
- Deixar em repouso por 40 a 45 minutos até completar a coagulação.
- Verificar o ponto da coalhada, que deve ser feito com a introdução de uma faca ou colher

na massa e suspendê-la lentamente até que a massa se quebre em duas partes. A massa deve estar lisa e brilhante nas laterais.

- Fazer o corte em cubos de 2 cm, primeiro no sentido horizontal, depois vertical, utilizando uma faca ou um par de liras.
 - Deixar em repouso por 2 minutos.
 - Fazer a mexedura lenta por 15 a 20 minutos, até atingir ligeira firmeza da massa.
 - Verificar o ponto da massa com as mãos ou com a utilização de uma fôrma. O soro deve escorrer com facilidade entre os grãos que devem estar bem soltos.
 - Retirar o excesso de soro, deixando quantidade suficiente para cobrir toda massa.
 - Adicionar 100 a 150 g de sal para cada 10 litros de leite usados inicialmente e misturar bem por mais ou menos 2 minutos.
 - Colocar a massa nas fôrmas próprias e deixar em repouso para o dessoramento.
 - Fazer a primeira viragem do queijo nas fôrmas após 15 minutos de repouso.
 - Realizar a segunda viragem 30 minutos após a primeira.
 - Levar o queijo nas fôrmas para a geladeira.
 - Manter o queijo sob refrigeração até o dia seguinte.
 - Retirar da fôrma e embalar em saco de plástico apropriado.
 - Rotular.
 - Manter refrigerado na temperatura de 8°C até o consumo.
- Validade: 8 dias.

8.2 – FABRICAÇÃO DE QUEIJO MINAS PADRÃO

Este queijo é conhecido também como minas curado ou meia cura, sendo tradicionalmente fabricado nas fazendas. É mais seco que o minas frescal, tem sabor e aroma suave, textura fina, com nenhuma ou poucas olhaduras lisas e regulares. De formato cilíndrico, peso variável entre 800 g e 1,200 kg. Seu rendimento está entre 8,0 e 8,5 litros de leite para 1 kg de queijo.

Ingredientes:

- Leite pasteurizado, cloreto de cálcio, fermento láctico tipo “O” (mesofílico), coalho e sal de cozinha.

Tecnologia de fabricação:

- Filtrar o leite.
- Pasteurizar o leite na temperatura de 65 °C por 30 minutos.
- Resfriar o leite até atingir a temperatura de 32 a 34 °C.
- Adicionar 4 ml de cloreto de cálcio (1 colher de chá) para cada 10 litros de leite.
- Adicionar fermento láctico à proporção de 1,0 a 1,5% e misturar bem.
- Adicionar o coalho, de acordo com a recomendação do fabricante.
- Misturar bem.
- Deixar em repouso por 40 a 45 minutos até completar a coagulação.
- Verificar o ponto da coalhada, que deve ser feito com a introdução de uma faca ou colher na massa e suspendê-la lentamente até que a massa se quebre em duas partes. A massa deve estar lisa e brilhante nas laterais.
- Fazer o corte em cubos de 1,0 a 1,5 cm, primeiro no sentido horizontal, depois vertical, utilizando uma faca ou um par de liras.
- Deixar em repouso por 2 minutos.
- Fazer a mexedura lenta por 30 a 35 minutos, até atingir ligeira firmeza da massa.
- Retirar 1/3 do soro e adicionar a mesma quantidade de água potável a 65 °C.
- Continuar a agitação por 5 a 10 minutos.
- Eliminar todo o soro e fazer a pré-prensagem da massa durante 20 minutos, com peso 5 vezes superior ao peso dos queijos.
- Colocar a massa nas fôrmas com dessorador.
- Fazer a primeira prensagem dos queijos nas fôrmas por 30 minutos, utilizando peso 8 vezes superior ao peso dos queijos.
- Tirar as aparas, virar os queijos e fazer a segunda prensagem por mais 90 minutos, utilizando peso 10 vezes superior ao peso dos queijos.
- Preparar uma salmoura com 20% de sal. Adicionando 5 kg de sal grosso ou refinado em 20 litros de água. Logo após, ferver a salmoura por cerca de 5 minutos.
- Levantar os queijos na salmoura para a geladeira. Queijos com 500 g deverão permanecer em salmoura por 14 a 16 horas, e os queijos com 1,0 a 1,2 kg, por 22 a 24 horas.
- Após a salga, retirar o queijo da salmoura e deixar em geladeira para a secagem até o dia seguinte.
- Embalar o queijo em saco de plástico apropriado e armazenar em geladeira por 5 dias para a cura.
- Rotular.
- Manter refrigerado na temperatura de 8 °C até o consumo.

Validade: 30 dias.

8.3 – FABRICAÇÃO DE QUEIJO MUÇARELA

O muçarela é de origem italiana, de formato e peso variáveis e sabor ligeiramente ácido, sendo um dos queijos mais fabricados e consumidos no Brasil. É um queijo de massa filada, esbranquiçada, firme e compacta. O rendimento médio é de 10 litros de leite para 1 kg de queijo. Deve ser conservado sob refrigeração na temperatura abaixo de 10 °C.

Ingredientes:

- Leite pasteurizado, cloreto de cálcio, fermento láctico tipo “O” (mesofílico), coalho e sal de cozinha.

Tecnologia de fabricação:

- Filtrar o leite.
- Pasteurizar o leite na temperatura de 65 °C por 30 minutos.
- Resfriar o leite até atingir a temperatura de 32 a 34 °C.
- Adicionar 4 ml de cloreto de cálcio (1 colher de chá) para cada 10 litros de leite.
- Adicionar fermento láctico na proporção de 1,0 a 1,5%.
- Misturar bem.
- Adicionar o coalho, de acordo com a recomendação do fabricante, misturando bem.
- Deixar em repouso por 40 a 45 minutos até completar a coagulação.
- Verificar o ponto da coalhada com a introdução de uma faca ou colher na massa e suspendê-la lentamente até que a massa se quebre em duas partes. A massa deve estar lisa e brilhante nas laterais.
- Fazer o corte em cubos de 1,5 cm, primeiro no sentido horizontal, depois vertical, utilizando uma faca ou um par de liras.
- Deixar em repouso por 2 minutos.
- Iniciar a primeira mexedura da massa, de forma lenta, por 15 a 20 minutos.
- Continuar a mexedura da massa com aquecimento lento em banho-maria, até atingir a temperatura de 40 a 42° C. Opcionalmente pode-se adicionar água quente (70 a 80 °C), retirando-se 20% de soro e adicionando lentamente a mesma quantidade de água em relação ao volume total de leite. Essa segunda mexedura deverá ser feita durante 20 a 25 minutos, até atingir o ponto da massa, que deve ser firme e com grãos soltos.
- Eliminar de 80 a 90% do soro e fazer a pré-prensagem da massa, deixando-a em repouso por 16 a 20 horas, até atingir acidez adequada para filagem.
- Fazer o teste de filagem. Retirar uma fatia fina da massa, mergulhá-la em água quente de 75 a 80°C para o seu aquecimento, moldá-la com as mãos e esticá-la, formando um fio fino, alongado e liso.
- Fatiar toda a massa antes da filagem.
- Iniciar o processo de filagem, colocando a massa fatiada em uma vasilha com água quente (75 a 80 °C).
- Pressionar a massa com uma pá, juntando-a até formar um bloco liso e homogêneo.
- Modelar a massa com as mãos, na forma desejada: tipo nó, trança ou barra.
- Preparar uma salmoura com 20% de sal. Exemplo: adicionar 5 kg de sal grosso ou refinado em 20 litros de água. Logo após, ferver a salmoura por cerca de 10 minutos.
- Levar os queijos na salmoura para a geladeira. Queijos com 500 g deverão permanecer em salmoura por 14 a 16 horas, e os queijos com 3,0 kg, por 22 a 24 horas.
- Após a salga, retirar o queijo da salmoura e deixar em geladeira para a secagem até o dia seguinte.
- Embalar o queijo em saco de plástico apropriado.
- Rotular.
- Manter refrigerado na temperatura de 8°C até o consumo.
Validade: 30 dias.

8.4 – FABRICAÇÃO DE RICOTA

Ricota é uma alternativa de aproveitamento do soro resultante da fabricação de queijo, principalmente do minas frescal. De origem italiana, é conhecida também como “queijo de albumina”. Por seu baixo teor de gordura e alta digestibilidade, ela é considerada um produto dietético. Por ser um produto de alto teor de umidade, é muito perecível, com validade de apenas 5 dias.

Ingredientes:

- Soro de queijo, leite desnatado ou integral e ácido láctico que pode ser substituído por vinagre ou cloreto de cálcio.

Tecnologia de fabricação:

- Aquecer o soro proveniente da fabricação de queijo minas frescal, por exemplo, até a temperatura de 65 °C.
- Adicionar 1 litro de leite integral ou desnatado para cada 10 litros de soro.

- Adicionar uma pitada de bicarbonato de sódio.
- Continuar o aquecimento até atingir a temperatura de 85°C.
- Acrescentar 40 a 50ml de ácido láctico (diluído 10 vezes) para cada 50 litros de soro ou um copo (200 ml) de vinagre para cada 10 litros de soro ou 2 ml de cloreto de cálcio para cada litro de soro e misturar bem.
- Aquecer até a formação de flocos, em temperatura aproximada de 90°C.
- Deixar em repouso até completar a precipitação.
- Retirar a massa precipitada, utilizando uma escumadeira e colocar na fôrma para escorrer.
- Resfriar e deixar secar em geladeira até o dia seguinte.
- Embalar em saco de plástico apropriado.
- Rotular.
- Manter refrigerado na temperatura de 8°C até o consumo.
Validade: 5 dias.

8.5 – FABRICAÇÃO DE REQUEIJÃO DE CORTE (BARRA)

O requeijão é um queijo tipicamente brasileiro. É fabricado a partir do leite desnatado cru ou pasteurizado, com ou sem adição de cultura láctea. Trata-se de um produto obtido pela fusão da massa com creme (gordura do leite).

Ingredientes:

- Leite integral ou desnatado, creme de leite (gordura ou manteiga) e sal.

Tecnologia de fabricação:

- Filtrar o leite.
- Deixar o leite em repouso em uma vasilha tampada, na temperatura ambiente, caso seja utilizado o leite sem desnate.
- Retirar o creme e reservar na geladeira, caso seja utilizado o leite sem desnate.
- Aquecer o leite até a temperatura aproximada de 32°C.
- Deixar em repouso por aproximadamente 20 horas.
- A coalhada deve ser aquecida, com leve agitação, até a temperatura de 55°C, para facilitar a separação do soro.
- Separar o soro da massa, utilizando uma peneira fina.
- Colocar a massa em um recipiente e adicionar água para lavar a massa e eliminar a acidez.
- Repetir a operação de lavagem da massa com água, até três vezes, se necessário.
- Colocar a massa na panela e proceder à última lavagem com leite fresco, adicionando o leite lentamente sob agitação, enquanto ocorre o aquecimento da mistura.
- Aquecer a mistura até 45°C, quando acontecerá a nítida separação do soro.
- Escorrer a massa para retirar o excesso de soro.
- Colocar a massa na panela e iniciar a fusão sob agitação constante.
- Adicionar o sal na proporção de 100 g (5 a 7 colheres de sopa de sal) para cada 5 kg de massa.
- Adicionar, lentamente, o creme reservado, com constante agitação, até o ponto, que é definido quando a massa apresentar-se lisa e formar filetes compridos ao ser levantada com a pá.
- Colocar em fôrmas cobertas de polipropileno.
- Rotular.
- Manter refrigerado na temperatura de 8 °C até o consumo.
Validade: 7 dias.

8.6 – FABRICAÇÃO DE IOGURTE

O iogurte é fabricado a partir do leite pasteurizado, adicionado de fermento lácteo que, após um período de repouso, resulta em coalhada. Esta coalhada apresenta-se homogênea, com boa consistência e sem separação de soro. Podem ser adicionados açúcar, polpa ou suco de frutas.

Ingredientes:

- Leite, iogurte natural (cultura láctea), açúcar e frutas.

Tecnologia de fabricação:

- Filtrar o leite.
- Pasteurizar o leite com 11% de açúcar a 90°C por 5 minutos.
- Resfriar o leite até a temperatura de 45°C.
- Adicionar iogurte natural ao leite, à proporção

de 200 ml de iogurte para cada 2,0 litros de leite. Usar, preferencialmente, os iogurtes mais novos.

- Deixar em repouso até que o leite esteja coagulado.
- Resfriar o iogurte com água gelada até atingir a temperatura de 10°C.
- Quebrar a massa do iogurte após o resfriamento com uma pá ou um agitador.
- Retirar 200 ml de isca (cultura láctea) e reservar para a próxima fabricação.
- Adicionar 3 a 5% de polpa ou suco de frutas ao iogurte. A cada 10 litros de leite devem ser utilizados 300 a 500 g de polpa ou suco.
- Envasar o iogurte em embalagens de plástico com lacre.
- Rotular.
- Manter refrigerado na temperatura de 8° C até o consumo.
Validade: 7 dias.

8.7 – FABRICAÇÃO DE DOCE DE LEITE

Doce de leite é o produto obtido pela concentração do leite, pela ação do calor, com adição de açúcar e bicarbonato de sódio.

Ingredientes:

- Leite, açúcar e bicarbonato de sódio.

Tecnologia de fabricação:

- Filtrar o leite.
- Adicionar 5 g (1 colher de chá) de bicarbonato de sódio para cada 10 litros de leite, na temperatura ambiente.
- Colocar no tacho, primeiro todo o açúcar (1,8 kg para cada 10 litros de leite) e metade do leite, antes do aquecimento.
- Iniciar a mexedura e o aquecimento (fervura)

da mistura de leite e açúcar em temperatura constante.

- Continuar a mexedura e, assim que começar a ferver, adicionar, aos poucos, o restante do leite.
- Deixar ferver até adquirir consistência de mingau.
- O processo de agitação deve ser mantido até atingir o ponto. Ele é determinado quando se coloca uma pequena porção de doce no copo com água, que vai até o fundo sem se desmanchar.
- Retirar a panela do fogo e bater o doce até a temperatura atingir entre 60 e 62 °C.
- Envasar em recipientes apropriados.
- Rotular.
- O doce poderá ser mantido em temperatura ambiente ou em temperatura de 8 °C.

Validade: 15 dias.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS PEQUENAS E MÉDIAS COOPERATIVAS E EMPRESAS DE LATICÍNIOS – G100, **Lácteos Seguros**, Análises de Rotina do Leite na Indústria – Artigo nº 4.

CAP-LAB, **Manual Básico de Controle de Qualidade de Leite e Derivados**. Comentado – São Paulo, 270p, 2010.

CAP-LAB TECNOLOGIA ESPECIALIZADA, **Manual de Análises Físico-químicas e Microbiológicas do Leite**. 36p.

CONSELEITE – Conselho Paritário Produtores/Indústrias de leite do Estado do Paraná. Anexo II de seu regulamento. **Identificação do Rendimento Industrial do Leite Padrão** (www2.faepp.com.br/conseleite/anexo_II.pdf).

CHR HANSEN, **Princípios Básicos da Fabricação de Queijos**, XXIII Congresso Nacional de Laticínios no Instituto de Laticínios Cândido Tostes 2006.

EMATER, **Fabricação de Produtos Lácteos. Processamento Artesanal**, Série Agroindústria, 12p, 2008.
EPAMIG, **Curso de Tecnologia de Fabricação de Queijos**, Viçosa – MG. 35P, 2010.

FURTADO, M. M. **Principais Problemas dos Queijos: Causas e Prevenção**. Edição Revisada e Ampliada, Fonte comunicações e Editora – São Paulo, 200p, 2005.

FURTADO, M. M., NETO, J. P. M. L. **Manual Técnico para a Produção Industrial de Queijos**. 1ª Edição – Valinhos, 118p, 1994.

BRASIL, **Portaria 146** - Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Legislação: RIISPOA / Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária**. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – Brasília: MAPA/SDA/DIPOA. 252p, 2007.

