

# PROCESSAMENTO DO LEITE & PRODUTOS DERIVADOS

---

PROF.DR. CRISTINA STEWART BOGSAN  
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – FBT534/ 2016

- **Metas:**

- **Apresentar o produto leite:**

- Componentes;

- Propriedades;

- Microbiologia;

- **Industrialização do leite:**

- Tratamento térmico;

- Centrifugação;

- Homogeneização;

- Processos de concentração;

- Resfriamento;

- **Apresentar produtos derivados do leite:**

- Creme de leite e Manteiga;

- Leite em pó;

- Leites fermentados;

- Queijos.

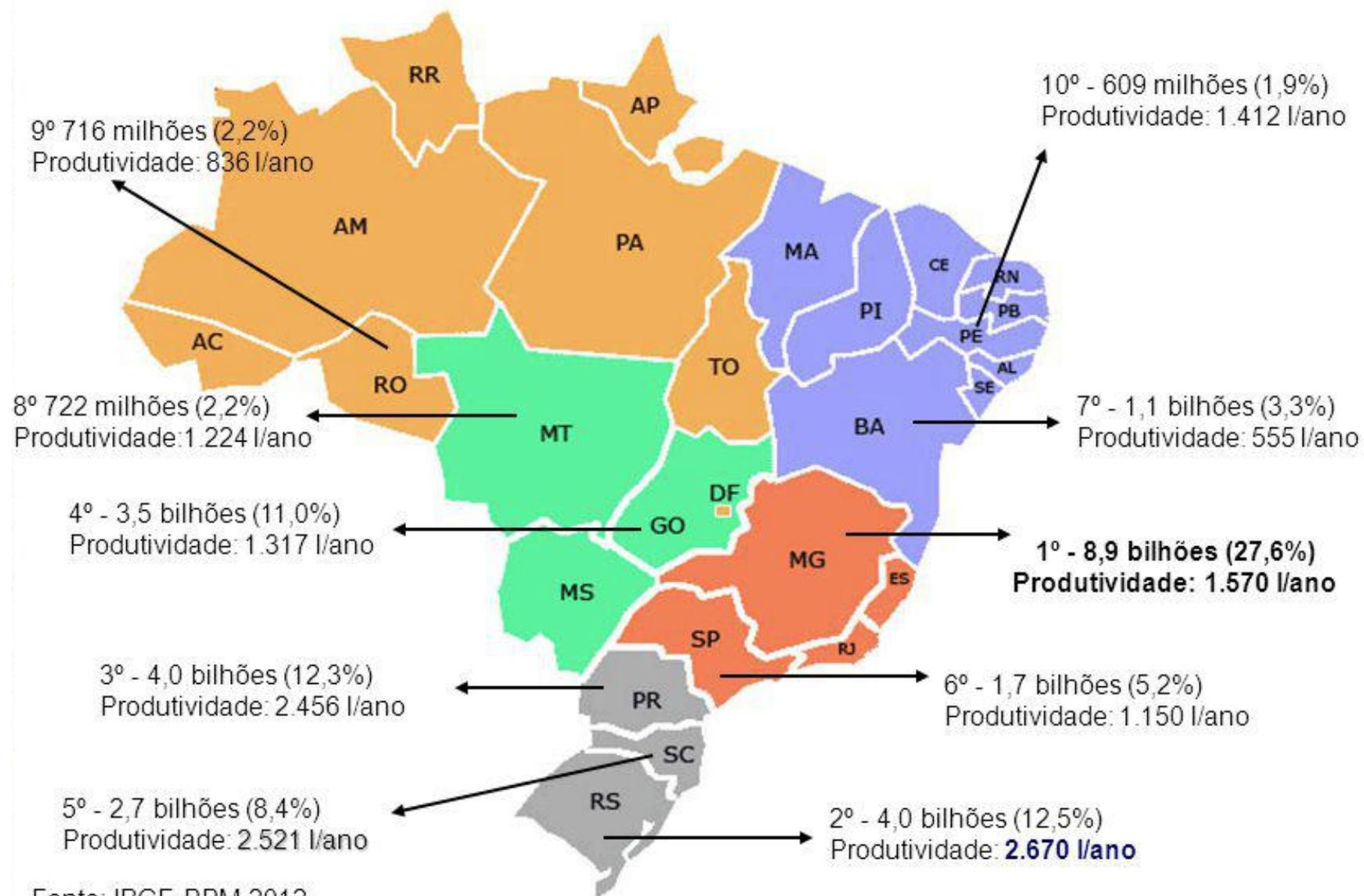


# Retrato do Setor Lácteo



- **Terceiro maior produtor no mundo**, atrás da Índia e dos Estados Unidos;
- **Quarto lugar entre as commodities** produzidas pelo setor nacionalmente, perdendo apenas para a soja, a cana-de-açúcar e o milho (IBGE, 2006);
- Produz **32,3 bilhões de litros** de leite anualmente (MAPA, 2015);
- A origem do leite é bastante pulverizada, dividida entre **grandes players** e **pequenos produtores em fazendas familiares**;
- As fazendas familiares representam mais da metade de toda a produção nacional;
- A pecuária leiteira representa **25% dos 5,2 milhões de estabelecimentos** rurais existentes no Brasil e a produção envolve nacionalmente cerca de **cinco milhões de pessoas**.

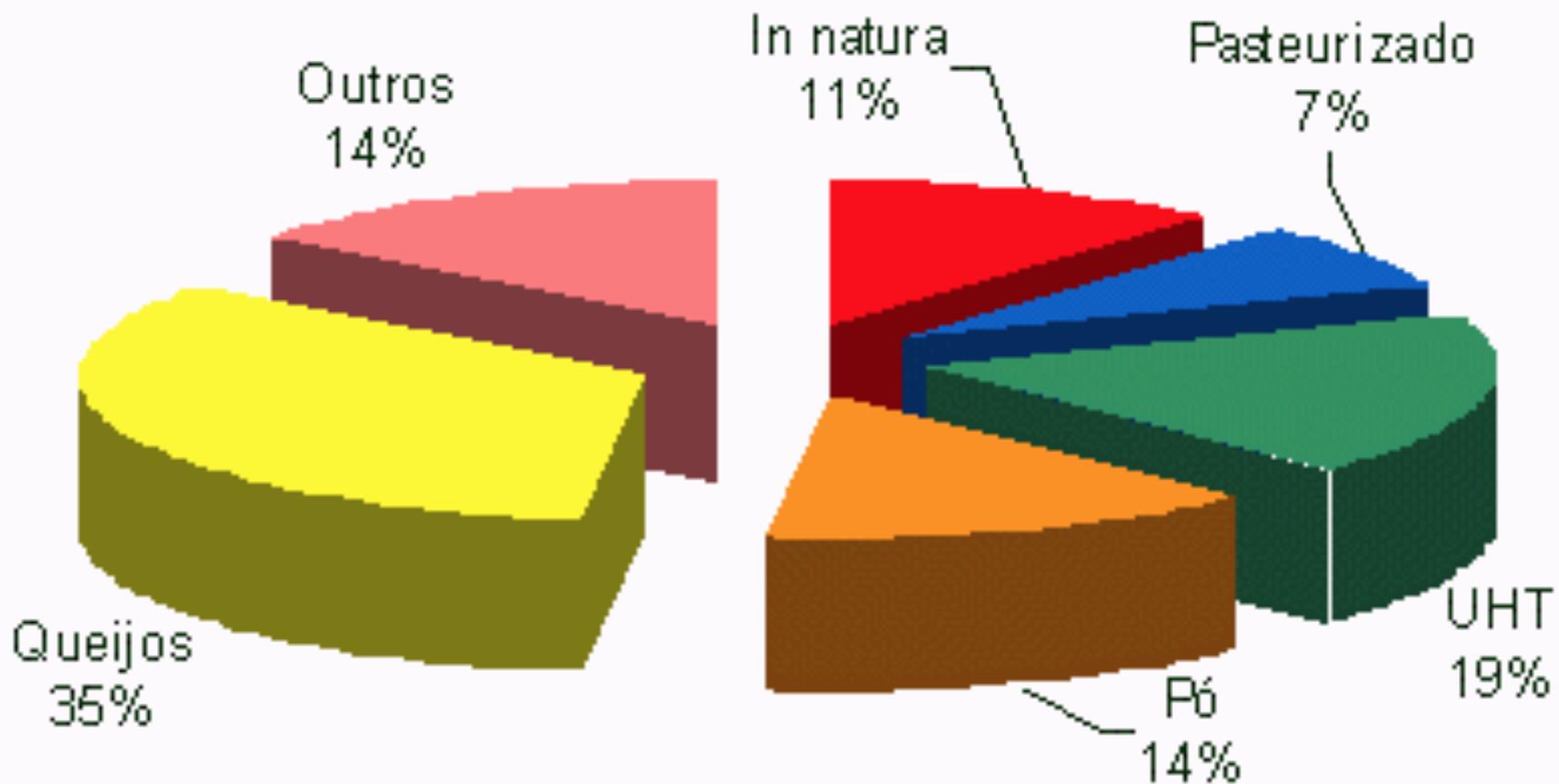
Fonte: <https://www.mundodomarketing.com.br/inteligencia/estudos/356/panorama-do-mercado-leiteiro-no-brasil.html>. Último acesso em 24/10/2016.



Fonte: IBGE-PPM-2012



## Destino do leite disponível no Brasil



Fonte: <http://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/panorama/para-onde-vai-o-leite-coletado-no-brasil-15999n.aspx>.

Ultimo acesso em 25/10/2016.

# O Que é o Leite?

---

Segundo a RISPOA denomina-se **leite** sem outra especificação, o produto **normal, fresco, integral**, oriundo de **ordenha completa e ininterrupta** de **vacas sadias** (RTIQ no 62 de 2011, MAPA).

# Componentes do leite



## Componentes Principais

Água	87,3%
Extrato seco total	12,7%

## Extrato seco total

Gordura	3,6%
Proteína	3,3%
Lactose	4,9%
Minerais	0,9%

## Componentes menores

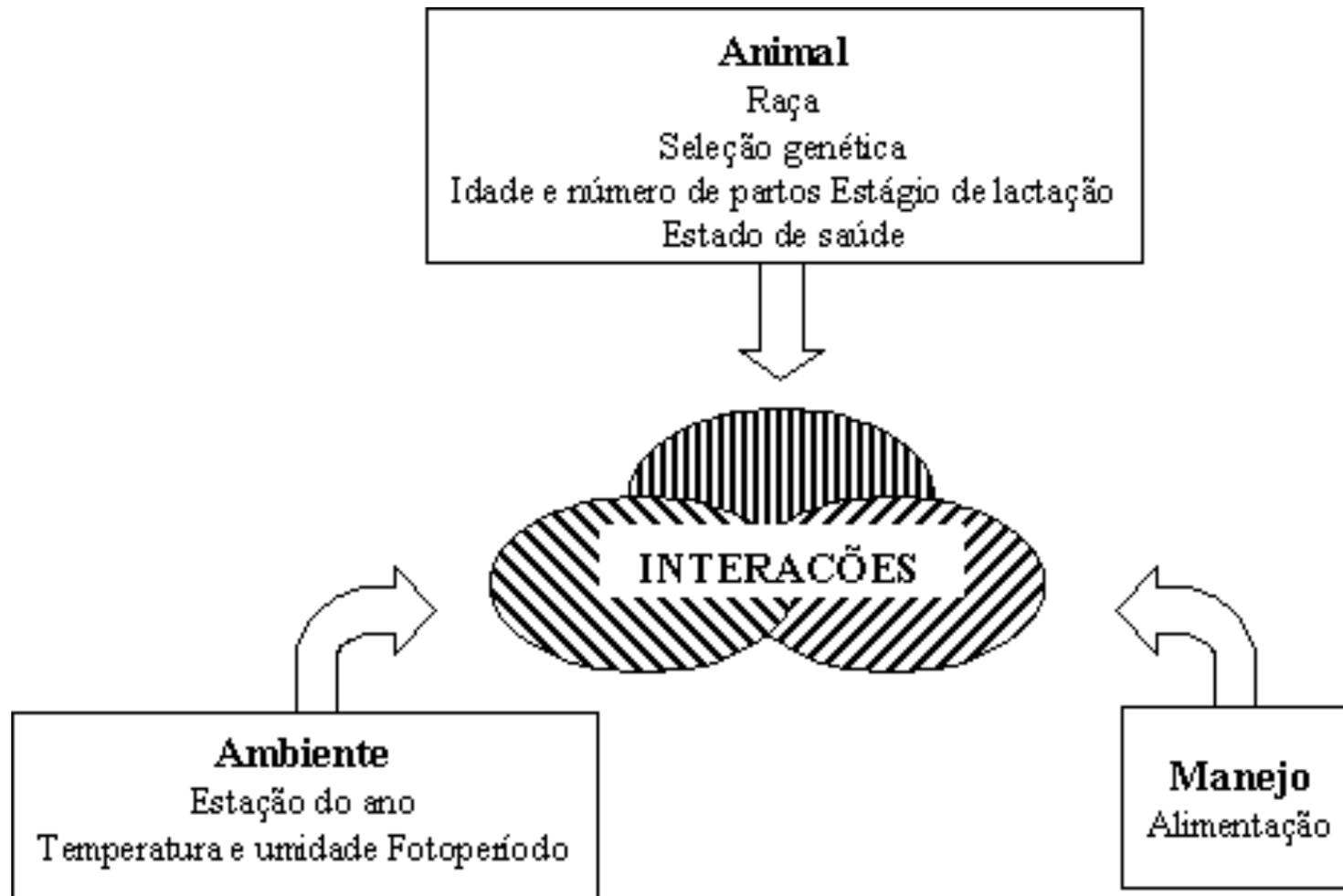
Vitaminas

Enzimas

Pigmentos

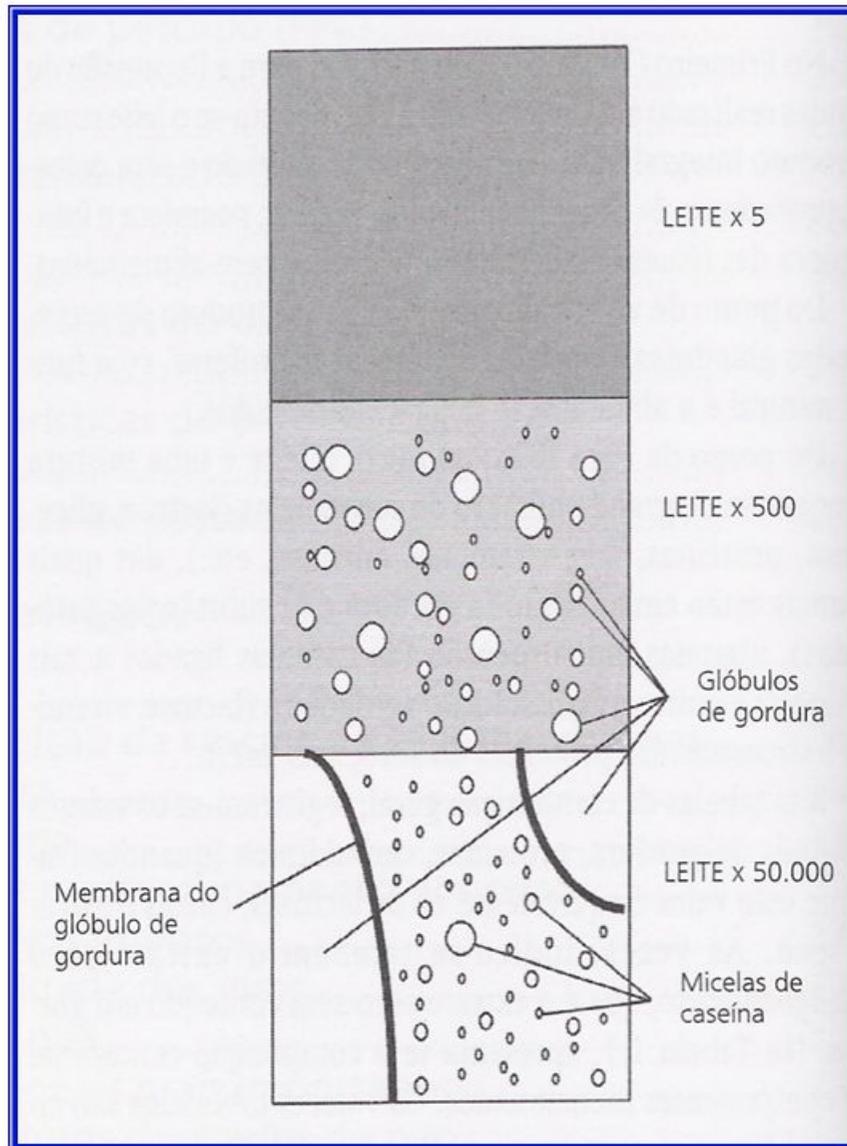
Genes dissolvidos

# Variação da composição do leite



Fonte: adaptado de Jenot *et al.*

# Elementos Estruturais



O leite é uma **emulsão óleo em água**, complexa, devido à adsorção dos glóbulos de gordura ocorrer entre os vários componentes.

# Gado leiteiro: raças

## **RAÇA HOLANDESA:**

Aptidão leiteira



## **RAÇA AYRSHIRE:**

Aptidão leiteira



## **RAÇA PARDO SUÍÇA:**

Dupla aptidão



## **RAÇA JERSEY:**

Aptidão leiteira



## **RAÇA GUERNSEY:**

Aptidão leiteira – leite gordo



## **RAÇA PITANGUEIRAS:**

Dupla aptidão



# Gado leiteiro

---



- Produzem de 30 a 35 litros de leite por dia (ordenha de 2 a 3 vezes por dia), em confinamento.
- Rebanho misto (obtida de cruzamento): criadas em pasto e de dupla-aptidão (produção de carne e leite) – produzem de 10 a 12 litros de leite por dia.

# Industrialização do leite

---

- Obtenção higiênica do leite:
  - Tipo de ordenha;
  - Armazenamento;
  - Centrifugação;
  - Pasteurização;
  - Homogeneização;
  - Beneficiamento;



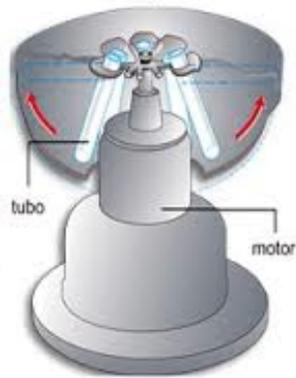
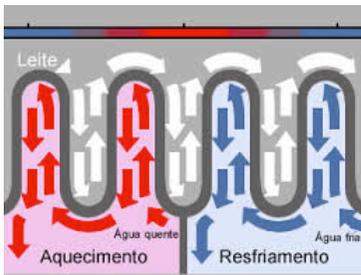
# Microbiologia do leite

---



- Bactérias Lácteas: *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*;
- Bactérias esporuladas: *Bacillus e Clostridium*;
- Bactérias psicotróficas: 15 gêneros diferentes;
- Bactérias de origem fecal: devido a problemas de higiene no momento da obtenção do leite e manipulação;
- Microrganismos patogênicos: *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* (mastite).

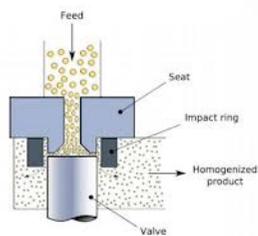
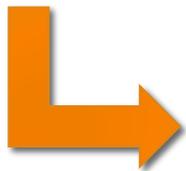
# Obtenção Higiênica do Leite



oo



Resfriador de Leite

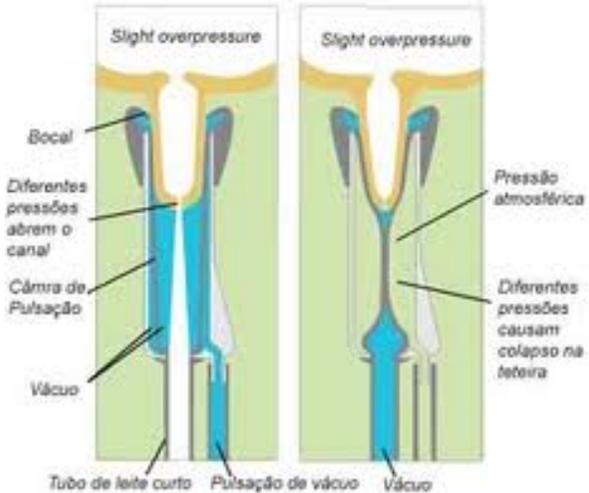


# Colheita

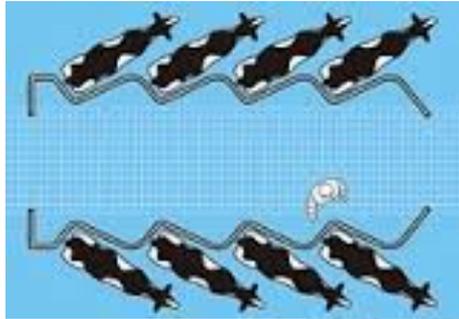
Ordenha Manual;



Ordenha mecânica;



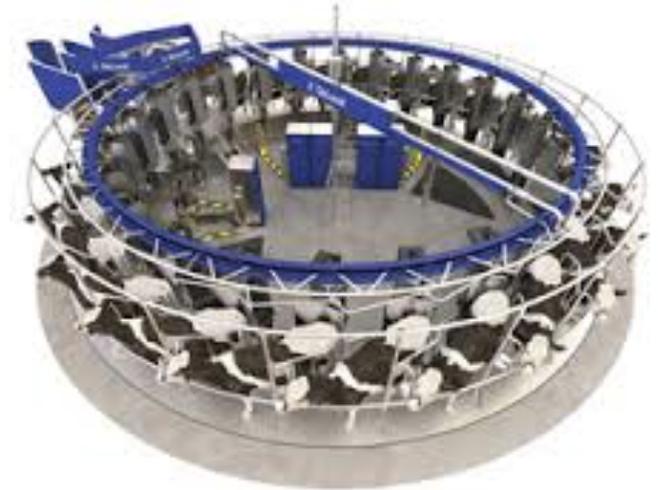
# Salas de ordenha



Espinha de peixe



Paralelo



Rotatório

# Recepção do leite

## ○ Recepção (Testes)

○ pH

○ Acidez

○ Prova do Alizarol (acidez)

○ Gordura – lactobutirômetro de Gerber

○ Densidade a 25°C (Lactodensímetro)

○ Teste de lugol (açucares)



Chave prática para interpretação do teste do alizarol (note que a formação de grumos tem um peso maior no diagnóstico quando comparado à cor)

# Fraudes no Leite

---

**CRIME...**

**EMPRESAS  
DE TRANSPORTE DE  
LEITE ADULTERARAM O LEITE  
CRU COLOCANDO FORMOL...O  
QUE ACHA DISSO?**



# Leite azedo era vendido como produto saudável nos Campos de Cima da Serra

MP cumpriu mandados de prisão e busca nos municípios de Esmeralda e Água Santa

Compartilhar    



As buscas ocorreram nas moradias dos suspeitos e na sede da transportadora, que fica na casa de Márcio Eschinelato, em Esmeralda.

# Fórmula possivelmente usada para adulteração do leite é novidade, diz MP

Receita encontrada em Boa Vista do Buricá indica uso de açúcar e sal na composição para disfarçar a adição de ureia ao leite



Tweet 1

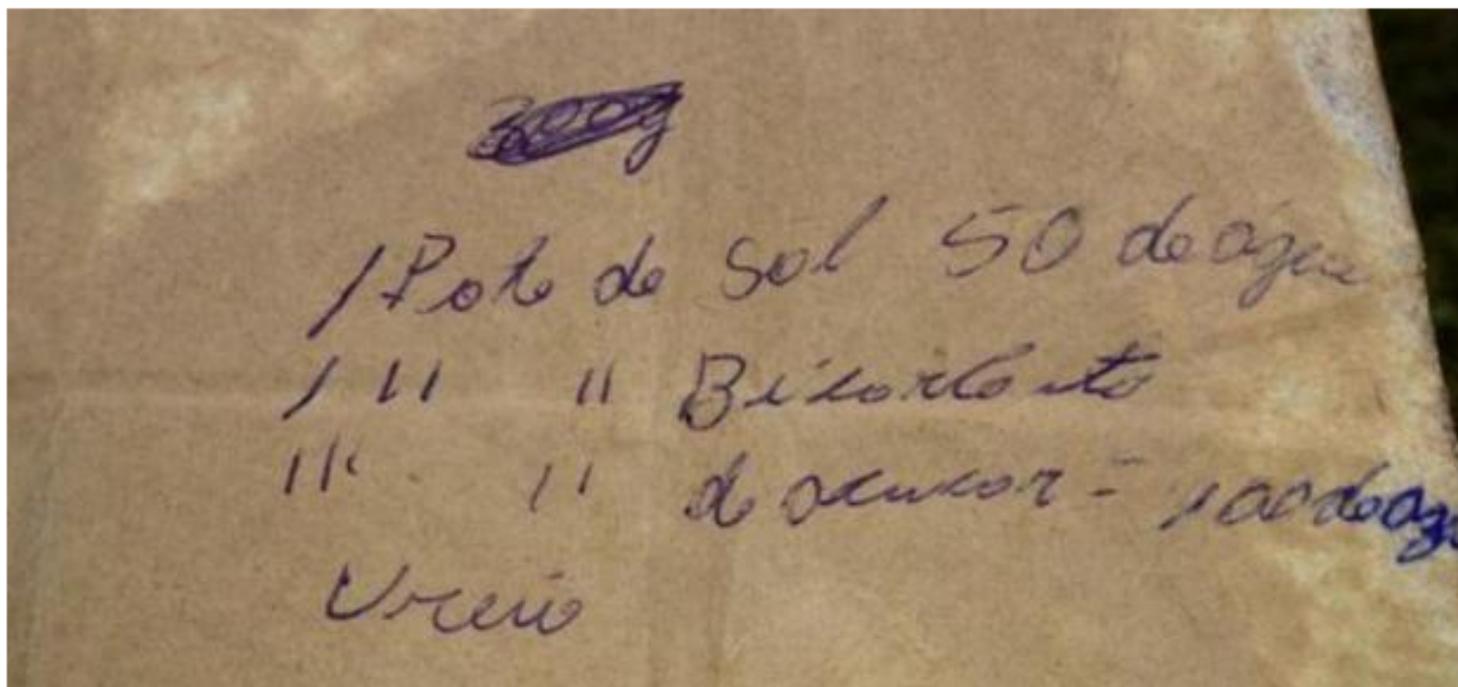
Recomendar 22

+1 0



A-

A+



<http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/economia/noticia/2013/05/formula-possivelmente-usada-para-adulteracao-do-leite-e-novidade-diz-mp-4145731.html>

# Filtração e Centrifugação

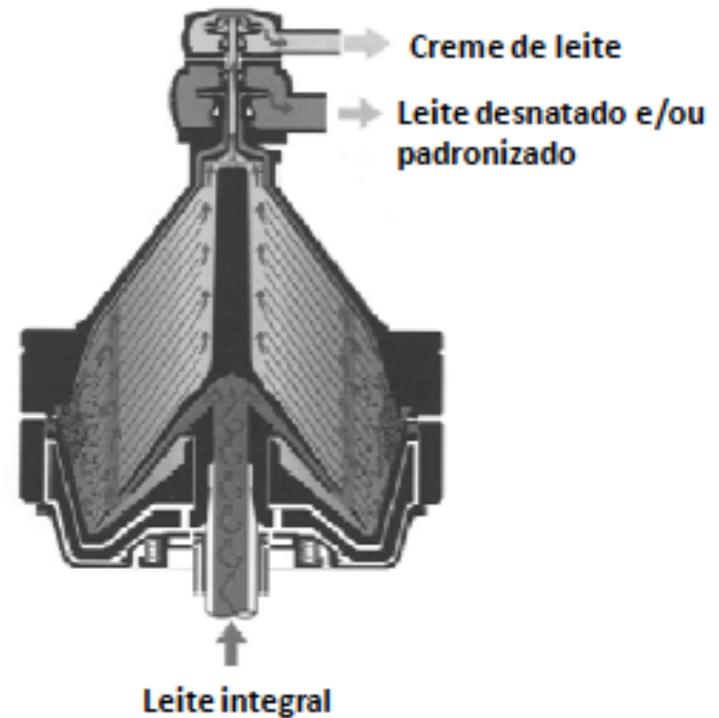


- Baseado na densidade do leite, aplica-se uma força centrífuga que vai conduzir para o exterior camadas ou sedimentos de células epiteliais, leucócitos e partículas de até 4 micrometros de diâmetro existentes no interior do leite;
- As centrifugas podem ser chamadas de clarificadoras, desnatadoras, padronizadoras e lactofugadoras;

# Padronização

---

- O leite é padronizado a 3,0% de gordura para leite integral;
- Produz o creme de leite;



# Pasteurização

## Objetivo:

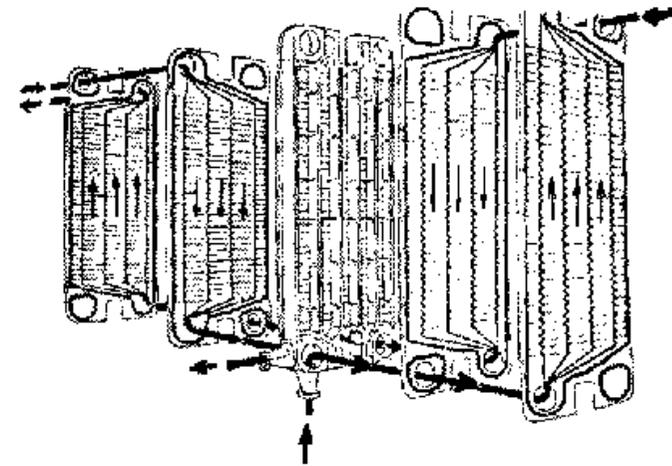
- Higienização o leite;

## Lenta:

- 62 °C a 65 °C por 30 min
- Sob agitação
- Equipamento próprio.

## Curta duração:

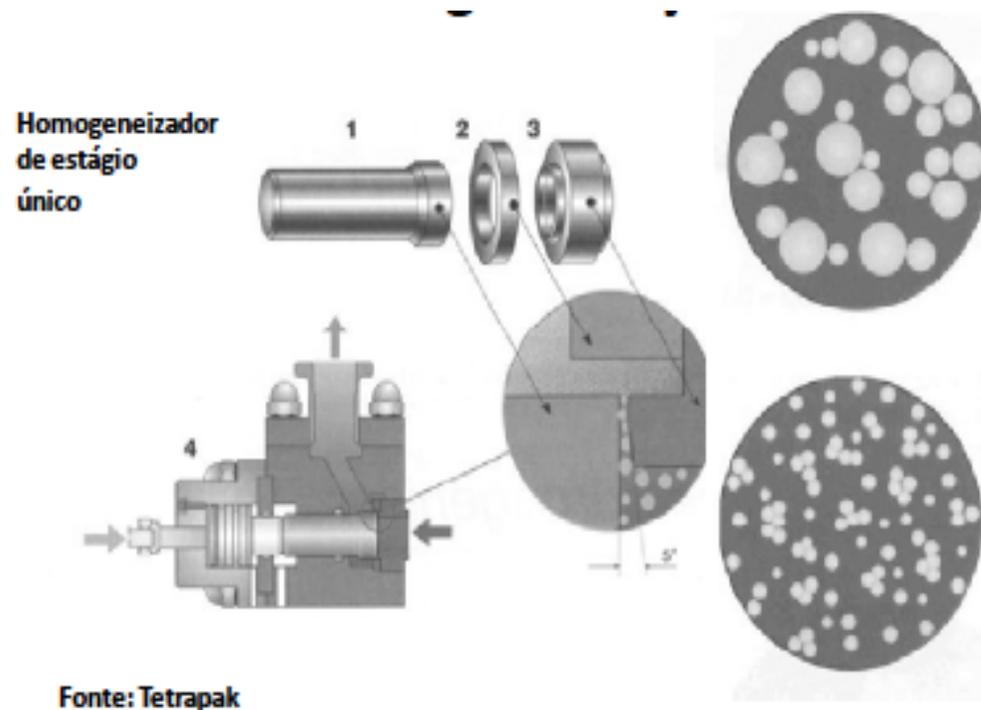
- 72 °C a 75 °C por 15 a 20 segundos;
- Leite em camada laminar;
- Equipamento próprio;
- **Indicador:** *Coxiela burnetti*.



# Homogeneização

---

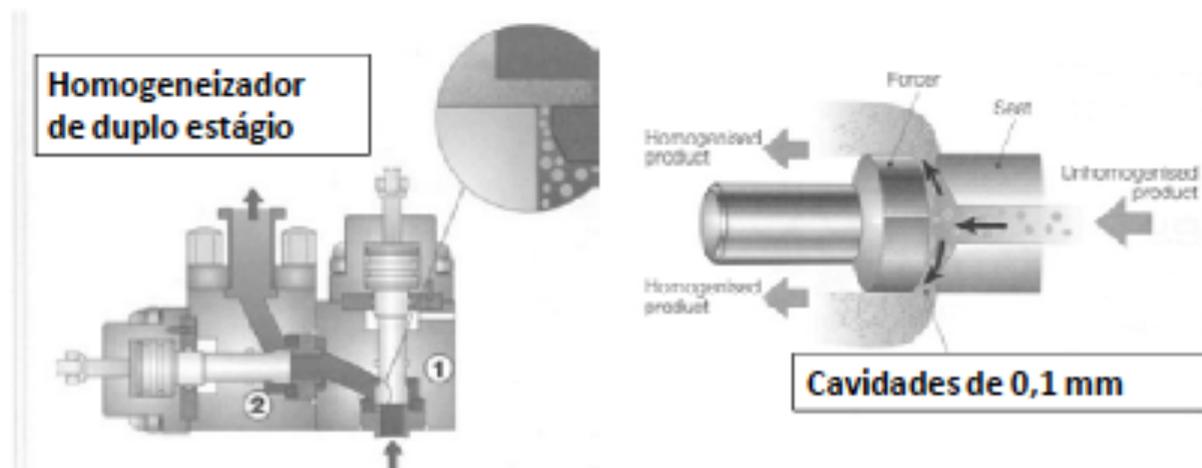
Prolongar a estabilidade da emulsão da gordura reduzindo mecanicamente o tamanho dos glóbulos de gordura do leite.



**EQUIPAMENTO:** homegeneizador de válvulas:

Alta pressão: 2000 a 3000 psi rompimento dos glóbulos de gordura;

Temperatura: denatura as aglutininas, evitando a coalescencia.



**Homogeneização após pasteurização**

↳ **Diminui estabilidade térmica da proteína**

**Fonte: Tetrapak**

# Armazenamento

---

Volume de 25.000 a 150.000 L, sob refrigeração.



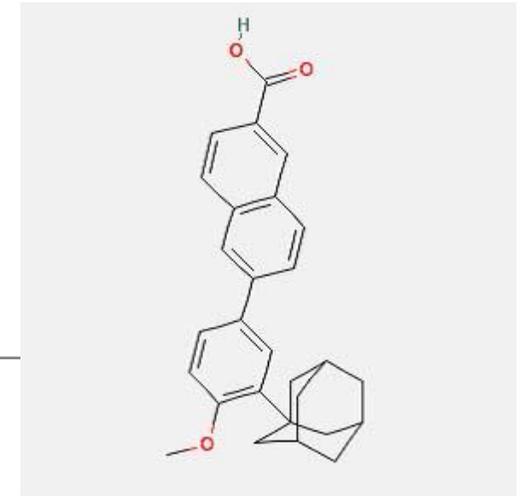
# Controles do beneficiamento do leite

---

- Medições de temperatura de pasteurização;
- Avaliação da atividade enzimática: fosfatase e peroxidase;
- Controle de gordura e sólidos totais;
- Controle do ponto de congelamento;
- Controle microbiológico: contagem total e de psicófilos e número mais provável (NMP) de coliformes.

# Fosfatase alcalina

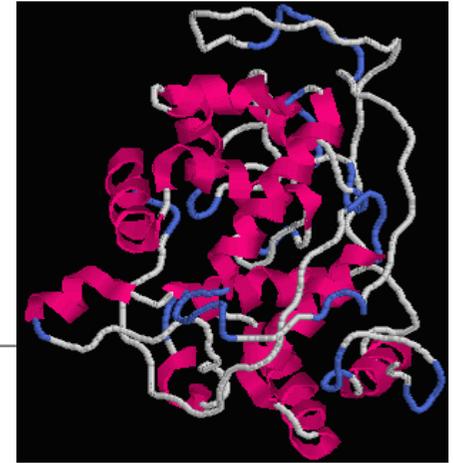
---



- Enzima dosada depois do beneficiamento;
- Localizada na camada externa o glóbulo e gordura;
- Catalisa a hidrólise dos ésteres fosfóricos;
- Tem **resistência superior** as bactérias patogênicas (se estiver **denaturada** significa que as bactérias patogênicas estão mortas);

# Peroxidase

---



- Cataliza a **oxidação** de substâncias aromáticas;
- Associada às proteínas do soro de leite;
- Detecção é usada para identificar o leite que foi submetido a um **aquecimento maior** de 80 °C.
- Se estiver **positiva** o leite não sofreu aquecimento excessivo;

# Normas de qualidade

---

- Características do leite tipo A e leite padronizado, definido pela carga microbiana;
- Instrução Normativa nº 62, de 29 de dez. De 2011 (Altera os Anexos I, IV, V e VI da Instrução Normativa nº 51, de 18 de set. De 2002 e revoga os Anexos II e III) – Leite de vaca.

# Padrões de qualidade

---

**Leite tipo A** – sistema fechado, com carga microbiana baixa, ausência de coliformes. Tem que ser processado e envasado na própria fazenda, em sistema fechado. Não pode ser refrigerado e transportado;

**Leite Pasteurizado** – pode ser obtido em fazendas e unidades leiteiras, sendo processado nessas unidades e/ou transportados refrigerados para serem processados em outro local.

## Segundo os padrões de qualidade de leites pasteurizados

Requisitos		Leite pasteurizado tipo A	Leite pasteurizado	Leite de cabra pasteurizado
Gordura (g/100g)	integral	mín. 3,0	mín. 3,0	mín. 3,0
	semidesnatado	0,6 a 2,9	0,6 a 2,9	0,6 a 2,9
	desnatado	máx. 0,5	máx. 0,5	máx. 0,5
Acidez (g ác. láctico/100 mL)		0,14 a 0,18	0,14 a 0,18	0,13 a 0,18
Estabilização ao Alizarol 72 % (v/v)		Estável	Estável	Não aplicável
Sólidos não gordurosos (g/100g)		mín. de 8,4	mín. de 8,4	mín. de 8,2
Índice Crioscópico		-0,530°H a -0,550 °H	-0,530°H a -0,550 °H	-0,550 °H a -0,585 °H
Contagem Padrão em Placas (UFC/mL)		n = 5; c = 2; m = 5 x 10 <sup>2</sup> ; M = 1 x 10 <sup>3</sup>	n = 5; c = 2; m = 4 x 10 <sup>4</sup> ; M = 8 x 10 <sup>4</sup>	n = 5; c = 2; m = 1 x 10 <sup>4</sup> ; M = 5 x 10 <sup>4</sup>
Coliformes NMP/mL (30/35°C)		n = 5; c = 0; m = <1	n = 5; c = 2; m = 2; M = 4	n = 5; c = 2; m = 2; M = 4
Coliformes NMP/mL (45°C)		n = 5; c = 0; m = ausência	n = 5; c = 1; m = 1; M = 2	n = 5; c = 2; m = 0; M = 1
<i>Salmonella</i> spp/25 mL		n = 5; c = 0; m = ausência	n = 5; c = 0; m = ausência	n = 5; c = 0; m = ausência

# Principais produtos derivados

---



# Principais produtos derivados

---

## Composição do produto:

- Leite integral;
- Leite modificado: magro, desnatado, padronizado, enriquecido, sem lactose, aromatizado.

## Processo tecnológico:

- Leite em pó;
- Bebidas lácteas;
- Creme de leite;
- Manteiga;
- Queijos.



# Leite Longa Vida (UHT)

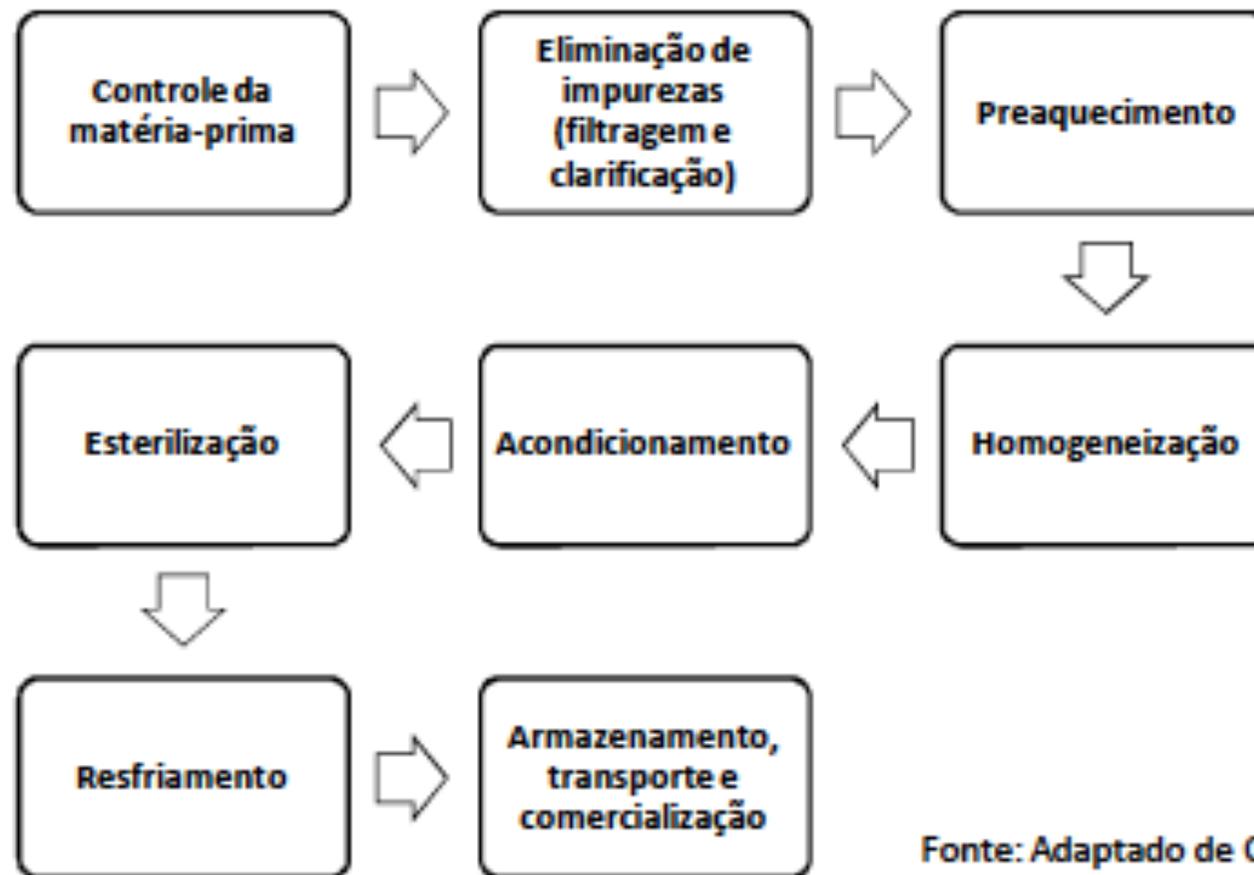
---

- Regulamento técnico de leite UHT – portaria n. 146 de 07 de março de 1996.
- Consiste no aquecimento final do leite entre 130 °C e 150 °C por 2 a 4 segundos, resfriado a temperatura inferior a 32 °C e envasado em embalagem asséptica.



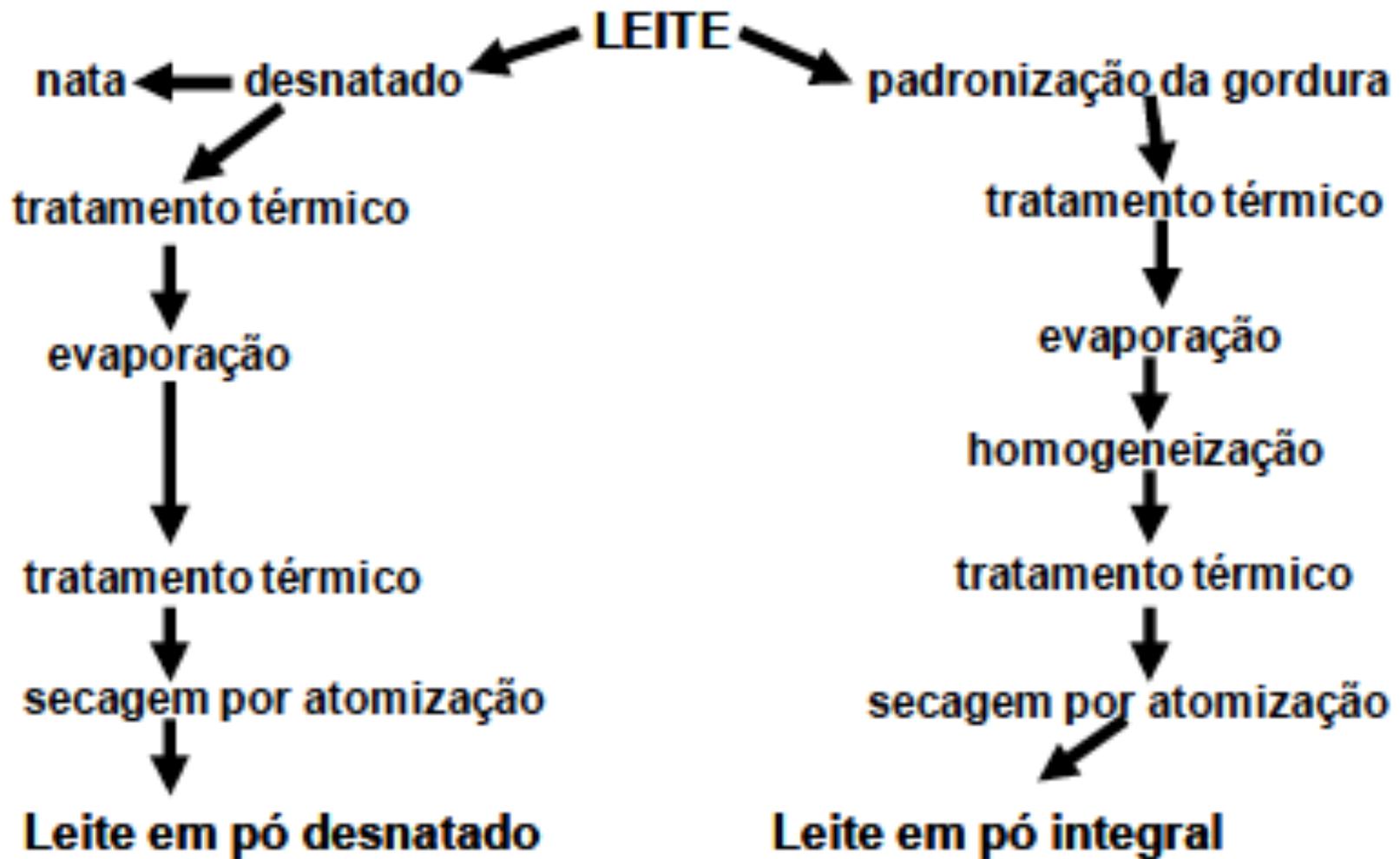
# Leite Longa Vida (UHT)

---

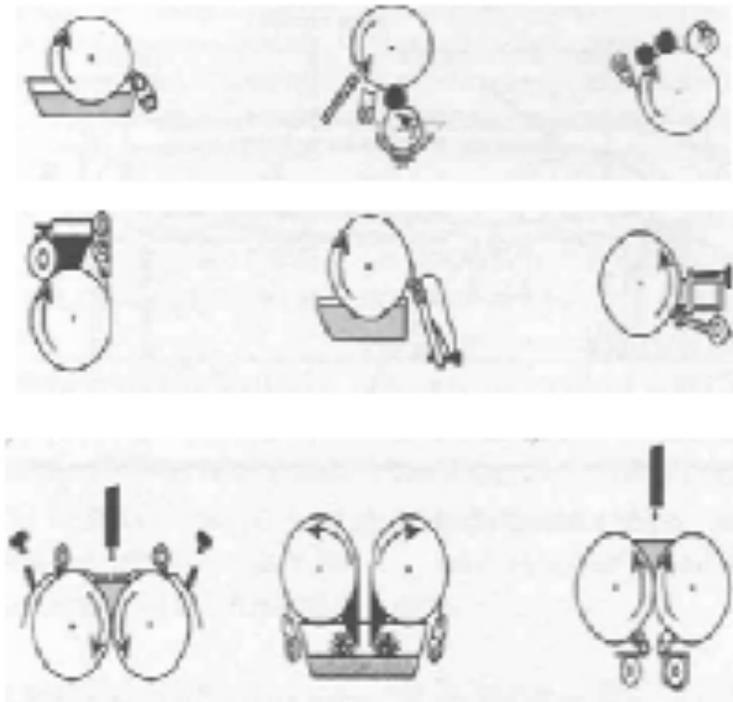


Fonte: Adaptado de Ordóñez, 2005

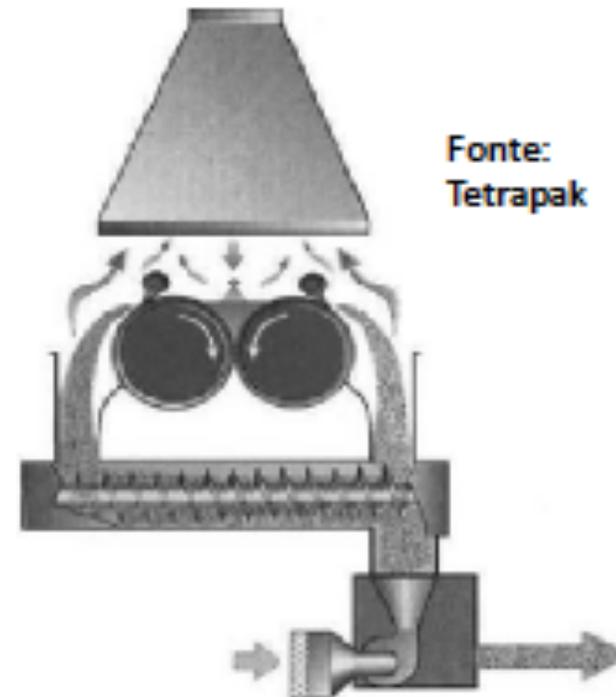
# Leite em pó



# Evaporação: Tambor ou rolos



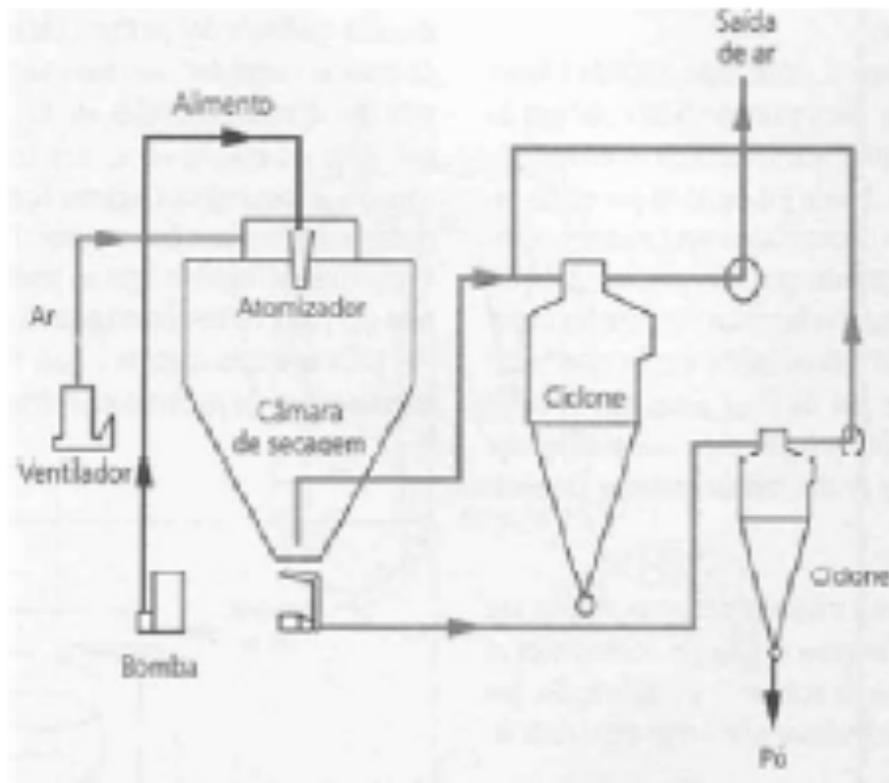
Fonte: Ordóñez, 2005



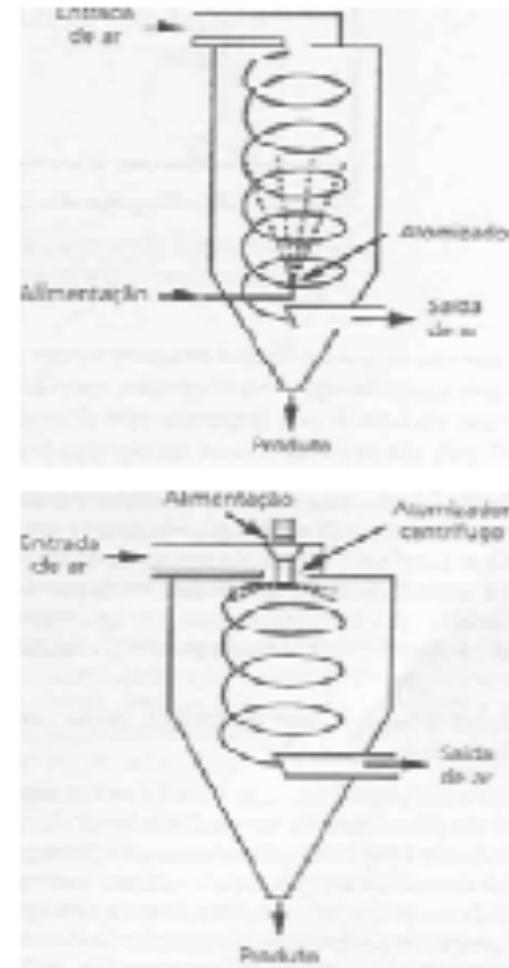
**Fig. 17.1** Principle of the trough-fed roller dryer.

- Milk
- Heating medium
- Air for pneumatic transportation and cooling

# Secagem por Atomização: Spray-Dryer



Fonte: Ordóñez , 2005



## *Leite Concentrado*

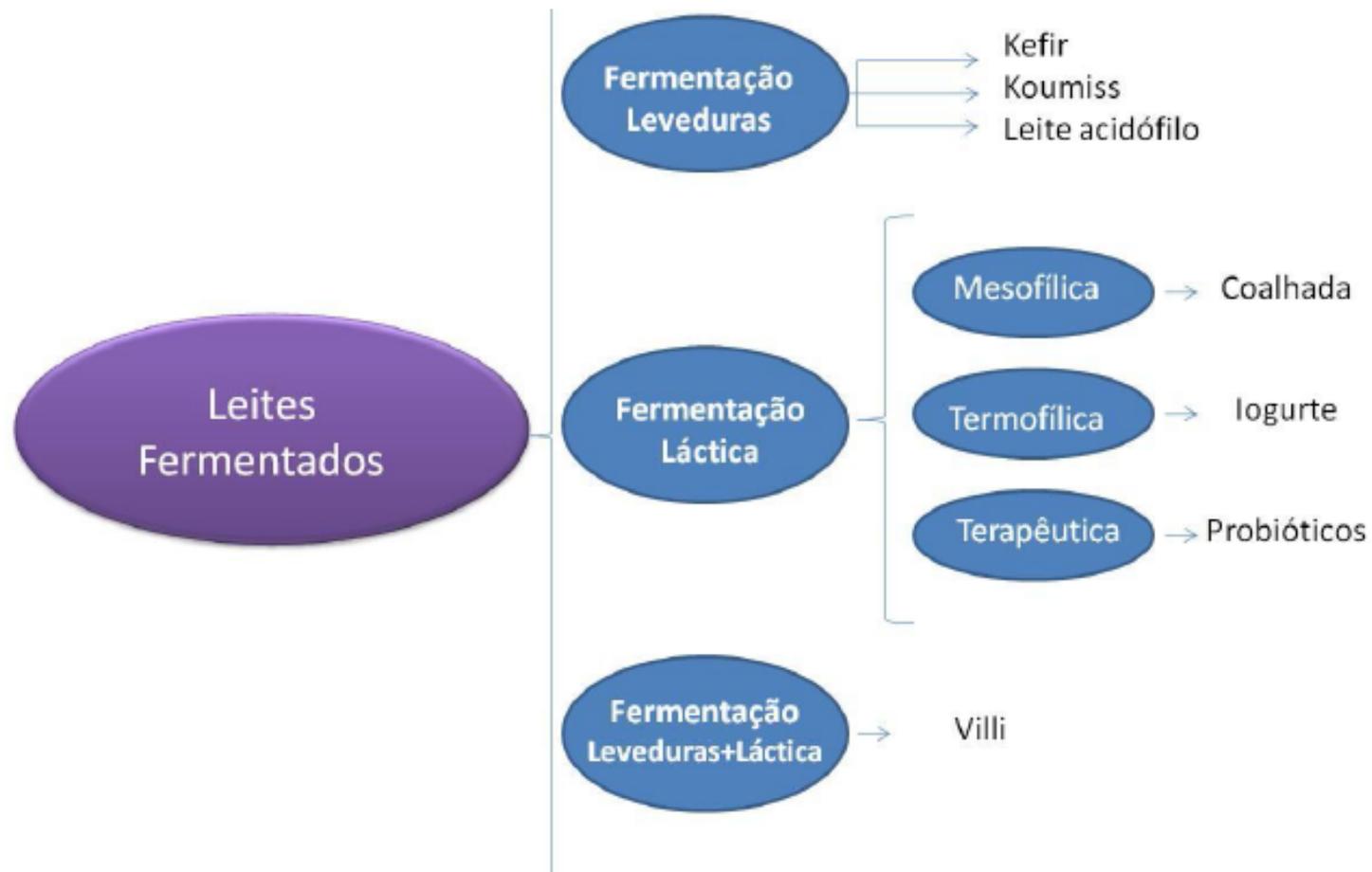


## *Leite Concentrado Açucarado*



# Leites Fermentados

---





# Produção de iogurte

---

Fermentação termofílica por *Lactobacilos delbrueckii* subsp. *bulgaricos* e *Streptococos thermophilus* em leite a 42 °C.

## Tipos de iogurte:

- Firme: fermentação dentro da embalagem;
- Batido: gel quebrado resfriado e embalado;
- Para beber: gel quebrado, homogeneizado mantendo a consistencia.

**Origem:** Século VII, Ásia, Bálcans; prescrição médica (oriente médio);

Elie Metchnikoff: longevidade, lactobacilos.

# Valor nutricional iogurte

---

Vitaminas ↔ tratamento térmico e processamento

LAB ⇒ requer e sintetiza B12

⇒ sintetiza folato

Lactose ⇒ + que em leite (adicionada)

tem melhor aceitação por pessoas lactase

reduzida em 20-30% durante a fermentação

Proteína ⇒ + que leite, + digerida;

dobra aminoácidos: 24hs após fermentação e 21 dias a 7°C

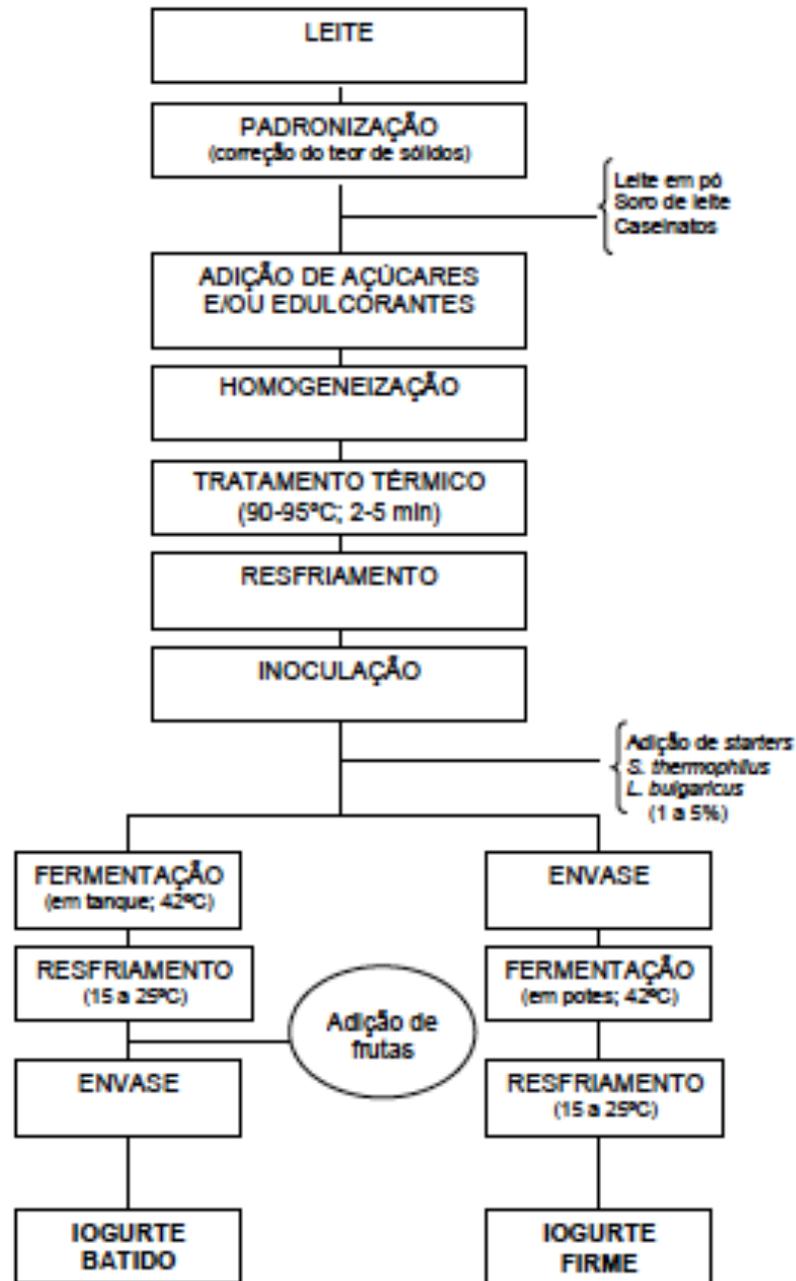
Lipídios ⇒ bio-hidrogenação forma CLA;

⇒ imunoestimulante e anticarcinogênicas

Minerais ⇒ cálcio, fósforo, magnésio e zinco + absorvidos

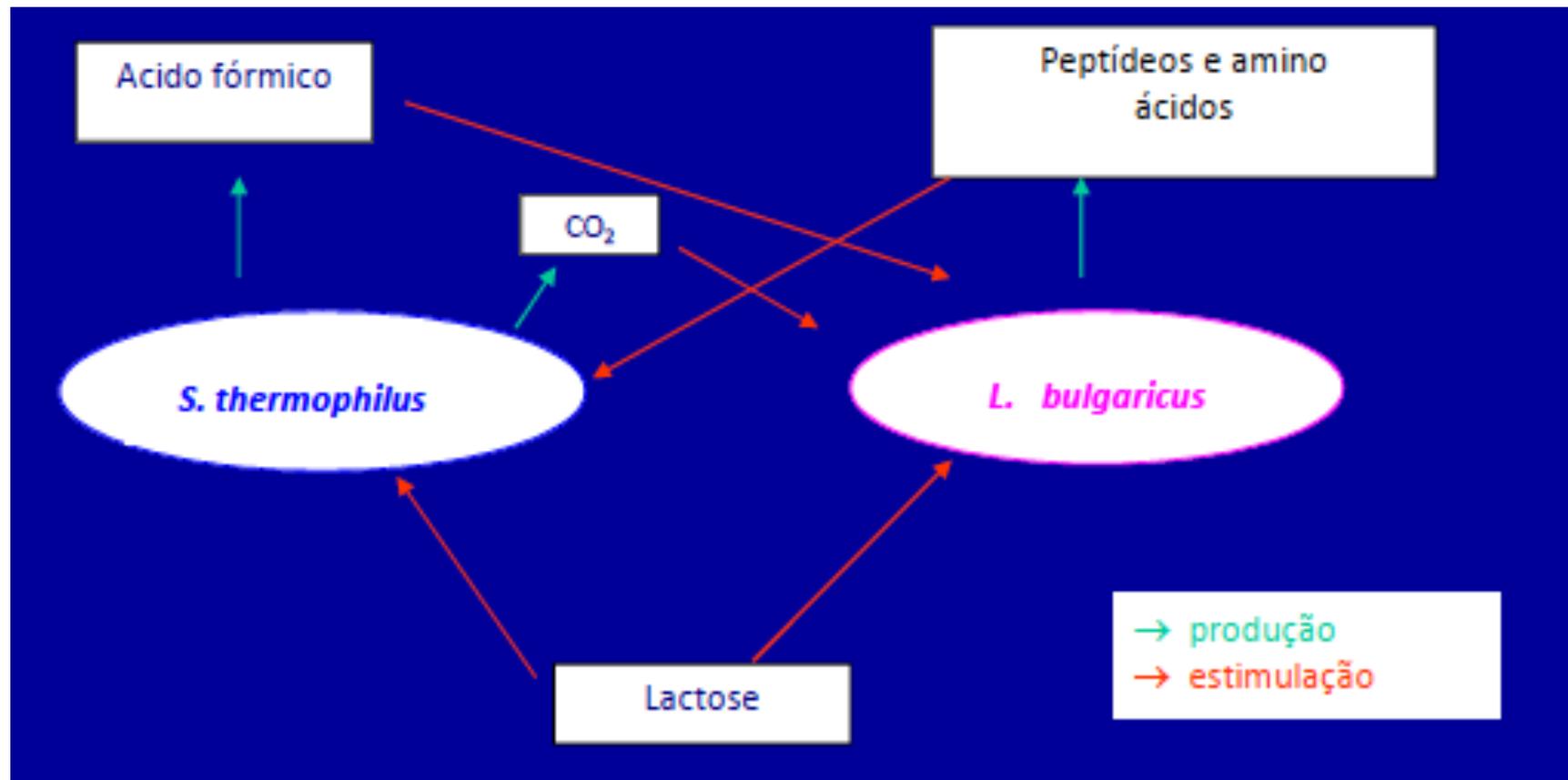
Fonte: Adolfsson, Meydani, Russell, Yogurt and gut function. Am. J. Clin. Nutr., 80: 245-56, 2004.

# Processamento do Iogurte



Fonte: Oliveira, 2009

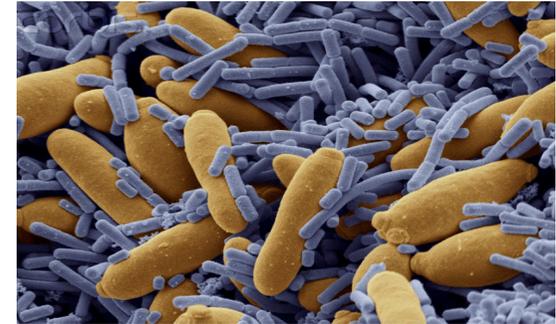
# Interações Metabólicas de *S. thermophilus* e *L. delbruecki* ssp. *bulgaricus*



Fonte: modificado de Béal et al., 1994.

# Kefir

---



- Kefir: leite fermentado por um complexo simbiótico de bactérias ácido lácticas e leveduras em temperatura ambiente.
- Apresenta como principais microrganismos:
  - *Lactobacillus*, *Lactococcus*,
  - *Leuconostoc*,
  - *Streptococcus*,
  - *Kluyveromyces*,
  - *Saccharomyces*,
  - *Torula*.
- Produz ácido láctico, etanol e dióxido de carbono.

**KUMIS, KUMISS** (ou *kumys*) é um leite fermentado tradicionalmente feita a partir de leite de égua. É importante para os povos da Ásia Central, Turquia e também tribos húngaras.

A fermentação inicial demora 2-5 horas a uma temperatura de cerca de 27 ° C; seguido por refrigeração.



Tem um sabor único, levemente ácido .

Contém entre 0,7 e 2,5% de álcool e dióxido de carbono.

# Queijo

---

Produto **fresco** ou **maturado** obtido por **separação parcial do soro do leite** ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado) ou de soros 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.

Fonte: BRASIL, 1996.



# Classificação - queijos

---

## Teor de gordura:

- Extra gordo ou duplo creme >60% de gordura
- Gordo: 45 a 59.9%
- Semi-gordo: 25 a 44.9%
- Magro: 10 a 24,9%
- Desnatado: <10%
- Queijos light – redução de <25% do teor de gordura do original

## Teor de umidade:

- Baixa umidade (duro)-35,9% de umidade
- Média (semi-duro): 36 a 45.9%
- Alta umidade 46 a 54,9%
- Muito alta umidade (mole) 55%; Tratamento térmico ou não

# Classificação - queijos

---

Tecnologia de processamento:

- Massa curada
- Massa semi-cozida
- Massa filada
- Massa coagulação ácida
- Fundido
- Proteína do soro

# Fluxograma

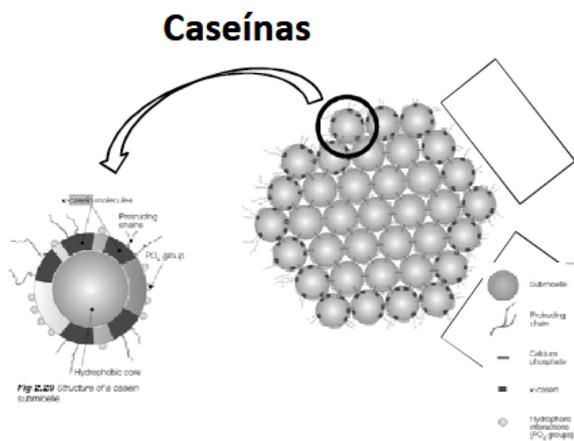
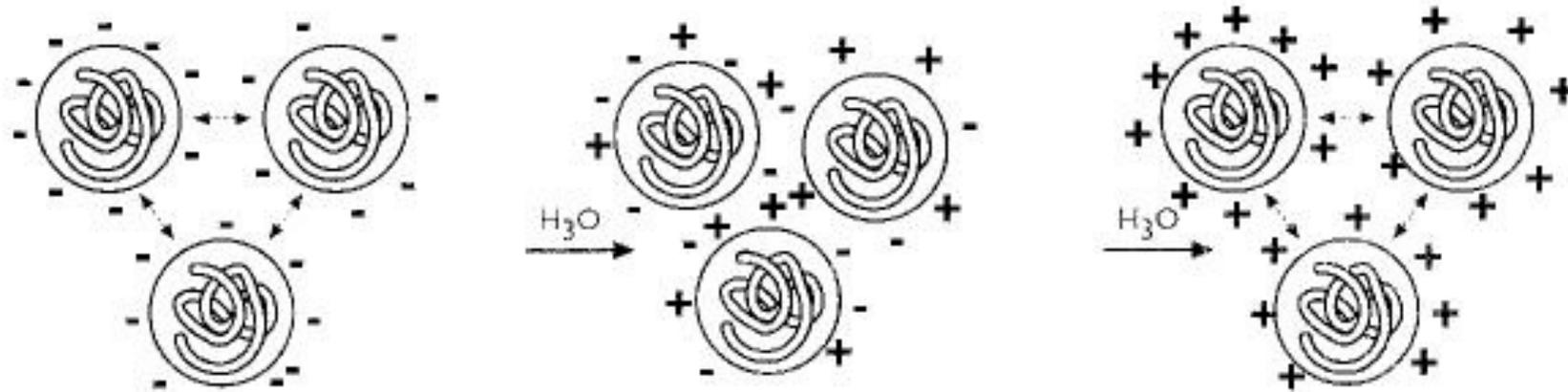


# Coagulação do leite

---

- Fatores que determinam a coagulação:
  - Dose de coalho
  - Temperatura
  - pH do leite.
  - Conteúdo de  $\text{Ca}^{2+}$  no leite
  - Dimensão das micelas de caseína
  - Conteúdo de proteínas solúveis no leite
  
- Coagulação ácida;
- Coagulação enzimática.

# Coagulação



Fonte: Tetrapack

# Coalho

---



Jmol

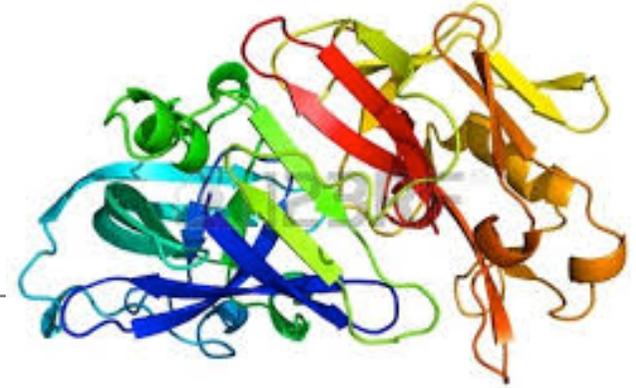
## Quimosina:

- Preparação enzimática extraída do estômago de animais jovens antes da desmama;
- Principal constituinte do coalho, obtida após purificação e cristalização por repetidas precipitações com cloreto de sódio;

valor de pH ótimo igual a 4,0 sendo que a atividade **cessa** quando o valor de pH do leite é **alcalino**.

# Coalho

---



## **Pepsina:**

- Ativa em meio ácido valor de pH = 2,0, é inibida a valor de pH maior que 6,6.
- Predomina no estômago de ruminantes desmamados e quase somente em bovinos.
- Apresenta melhor atividade quando em mistura 1:1 com coalho de vitelo como por exemplo na fabricação do queijo cheddar.

# Coalho

---

## Enzimas vegetais:

- Diversas espécies vegetais podem coagular o leite;
- Exemplos são a ficina e bromelina;

Resultados péssimos quanto a textura e gosto amargo.

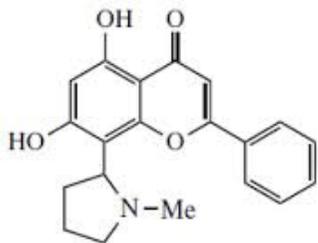
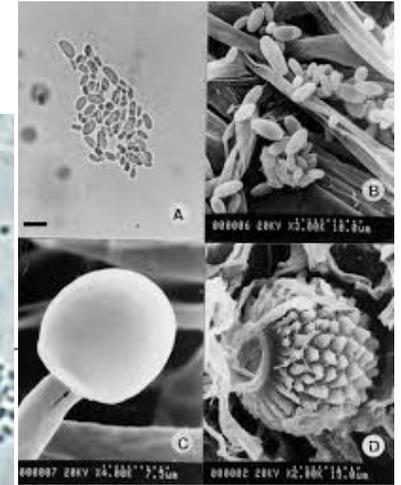


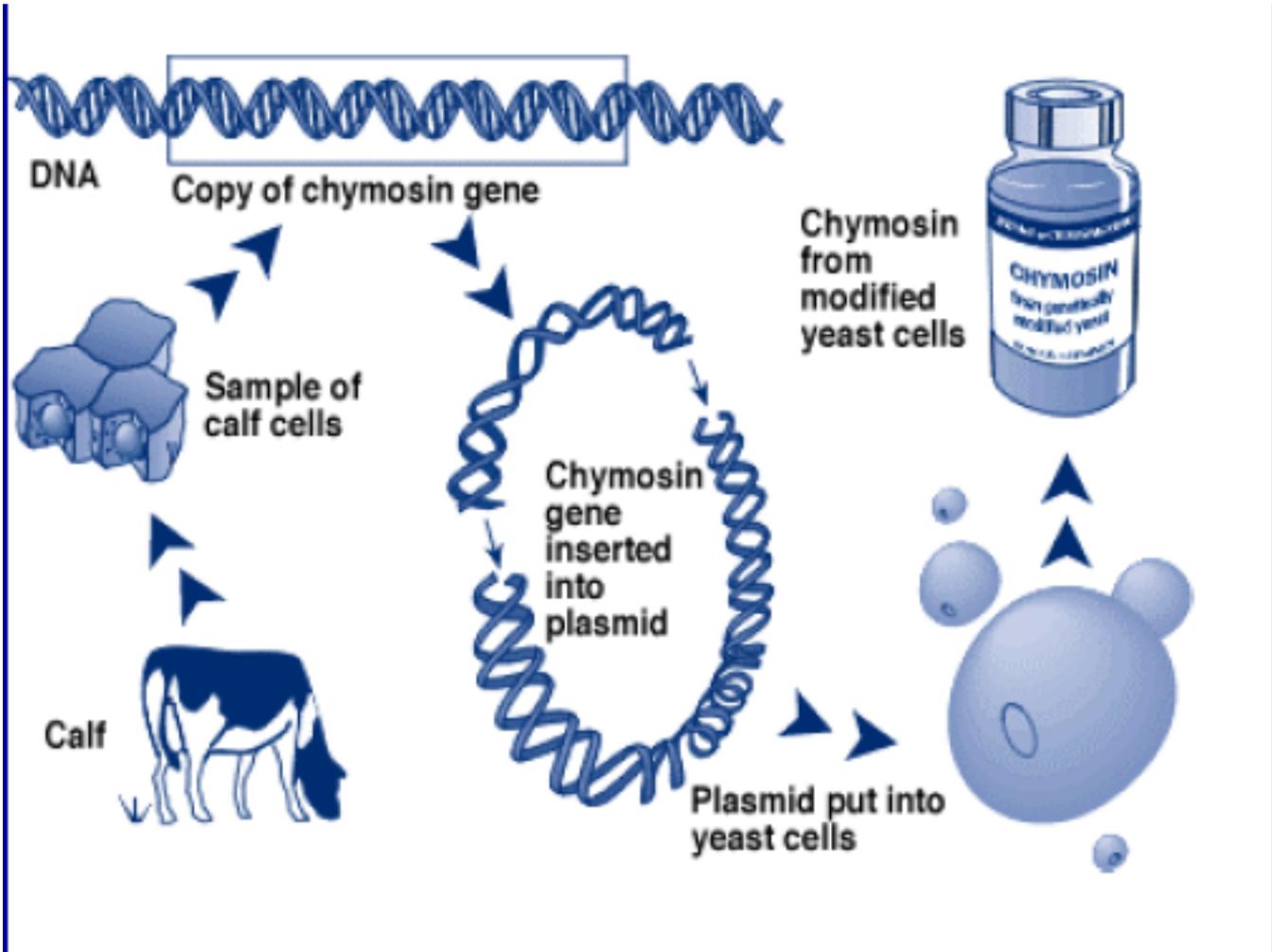
Immagine fornita da  
a www.ctao.it



### Enzimas microbianas:

- três espécies de **mofos** são utilizados pelas indústrias fermentativas para produzir **enzimas coagulantes**:
  - *Endothia parasitica*, mofo parasita da castanha (Pzifer, sure curd e suparen);
  - *Mucor pusillus*, mofo banal mesófilo do solo (Lindt, Noury Rennet);
  - *Mucor miehei*, mofo banal termófilo do solo (rennilase, fromase, marzyme).

# Quimosina produzida por organismos OGM

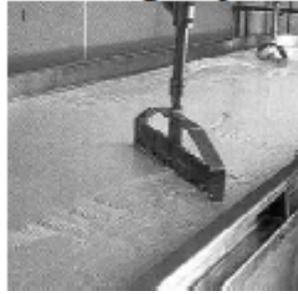
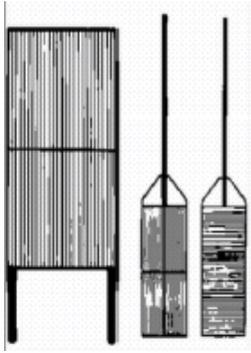


# Quimosina produzida por organismos OGM

---

- Alto grau de pureza e qualidade;
- Não contém enzimas contaminantes (pepsina, encontrada no coalho obtido do estômago de bezerros);
- Não apresenta resíduos de DNA/RNA;
- Não possui resíduos dos organismos produtores
- Aprovada por uma série de testes toxicológicos;
- Aprovada pelo FDA e UE.





# Corte

- Visa aumentar a superfície de saída do soro retido no coágulo;
- Feito através do uso de lira no sentido longitudinal e transversal;
- O tamanho dos cubos varia segundo o tipo de queijo de grande (queijos moles) até como grãos de arroz (parmesão);
- Dependendo do tipo de queijo faz-se a agitação da massa lentamente;
- Com o corte ocorre a sinerese ou contração do retículo regular formado pela proteína coagulada com retenção dos glóbulos de gordura e soro e expulsão progressiva deste último.

# Salga

---

## Sal

- Dá sabor ao queijo,
- Inibe microrganismos indesejáveis;
- Auxilia na eliminação do soro;
- Quando a quantidade de sal é muito grande prejudica a fermentação láctica e conseqüentemente a maturação.





# Cura ou Maturação

---

Principais transformações devem-se à fermentação da lactose originando ácido láctico, etanol, metanol e à proteólise que fornece polipéptides;

A maturação pode ser feita por agentes inerentes à coalhada ou por agentes externos.

No caso da maturação por agentes internos deve-se combater o crescimento de microrganismos na superfície dos queijos controlando-se a temperatura da câmara de maturação ou ainda lavando-se periodicamente os queijos. Esse é o caso dos queijos de massa dura (provolone, emmental, parmesão).

# Cura ou Maturação

---



Para o caso da maturação por agentes externos, pertencentes à microflora ambiental, devem ser dadas condições de temperatura e de umidade para o crescimento dos microrganismos;

As condições ambientais de maturação determinam a qualidade do produto final e a tipicidade do queijo;

Após a salga costuma-se usar em alguns tipos de queijos, a aplicação de substâncias plásticas ou óleo de linhaça para formar uma película impermeável que evita a proliferação microbiana.

# Manteiga

---

A manteiga é o produto obtido a partir da batedura do creme do leite (nata), fermentado ou não, o que provoca aglomeração dos glóbulos de gordura, ocorrendo uma separação, de fase líquida, denominada leitelho.

Inversão de fases:

- Emulsão de A/O.



# Manteiga



Pasteurização e  
Refrigeração

Maturação do creme

Batedura

Grãos de manteiga

Salga

Malaxagem

Moldagem e embalagem

Refrigeração e  
Armazenamento

# Boa semana!!

---

CRIS.BOGSAN@USP.BR

