

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**DISSERTAÇÃO**

**O Cotidiano no Ensino do Processamento de Queijos:  
Recursos Instrucionais Alternativos**

**Marlene Jerônimo**

**2005**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**O COTIDIANO NO ENSINO DO PROCESSAMENTO DE  
QUEIJOS: RECURSOS INSTRUCIONAIS ALTERNATIVOS**

**MARLENE JERONIMO**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Dr. José Francisco Pereira Martins**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

Seropédica, RJ

Agosto de 2005

373.2463

J56c

T

Jeronimo, Marlene, 1963-

**O cotidiano no ensino do processamento de  
queijos: recursos instrucionais alternativos /  
Marlene Jeronimo. – 2005.**

118 f. : il.

Orientador: José Francisco Pereira  
Martins.

Dissertação (mestrado) - Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Instituto de Agronomia.

Bibliografia: p. 48-52.

1. Técnicos em agropecuária - Teses.
2. Ensino agrícola - Métodos de ensino - Teses.
3. Tecnologia de alimentos - Estudo e ensino - Teses.
4. Derivados do leite - Processamento - Teses.
5. Queijo - Indústria - Teses. I. Martins, José Francisco Pereira. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**MARLENE JERÔNIMO**

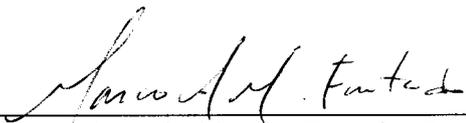
Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

Dissertação Aprovada em: 26/08/2005



---

José Francisco Pereira Martins, Dr. UFRRJ



---

Marco Antonio Moreira Furtado, Dr. UFJF



---

Sandra Barros Sanchez, Dra. UFRRJ

Aos meus pais Antero e Terezinha,

Ao meu esposo Roberto,

Aos meus filhos, Breno e Yago.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Educação Agrícola e ao Instituto de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba, MG pelo apoio e ajuda.

Ao professor Dr. José Francisco Pereira Martins, pela eficiente e competente orientação na elaboração do projeto.

Aos professores do Instituto de Tecnologia de Alimentos, professoras Rosa Helena Luchese, Djalma Maria da Nóbrega Santana e Sandra Regina Gregório pelas aulas dos módulos de Agroindústria.

Aos professores José Antonio Bessa, Dione Chaves de Macedo e Samir Messias pela participação conjunta na execução dos trabalhos do mestrado.

À professora Elaine Donata Ciabotti pela ajuda nos experimentos de microbiologia e ao professor Carlos Antônio Alvarenga pelas sugestões dadas.

À minha cunhada Elisabete Perez Caramori Ambrósio pela ajuda na pesquisa bibliográfica.

Aos alunos do Curso de Tecnologia da Transformação do Leite e Derivados, 3º ano do curso de Agroindústria do CEFET de Uberaba.

Ao meu esposo e filhos, pela compreensão das horas ausentes.

Aos meus pais e familiares pela torcida pelo sucesso.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação e a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho.

Enfim, agradeço a Deus pela minha existência.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	
ABSTRACT .....	
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	2
2.1 Aspectos Educacionais e pedagógico .....	2
2.2 Material Instrucional: Obtenção do leite.....	4
2.3 Material Instrucional: Processamento do leite e derivados .....	5
2.4 Material Instrucional: Maturação dos queijos .....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	12
3.1 Aspectos Educacionais e pedagógicos .....	12
3.2 Experimentos .....	13
3.2.1 Teste de redutase + Psicotróficos.....	13
3.2.2 Acidificação do leite devido ao tempo de transporte .....	13
3.2.3 Teste de inibidores no leite .....	14
3.2.4 Tratamento térmico .....	15
3.2.5 Microfiltração .....	15
3.2.6 Impacto do tratamento térmico do leite na precipitação da caseína .....	15
3.2.7 Verificação do poder de coagulação de diferentes tipos de coalhos .....	16
3.2.8 Verificação do tempo de agitação dos grânulos de massa quanto ao rendimento do Queijo Minas Meia Cura .....	17
3.2.9 Verificação do efeito da lavagem da massa do queijo prato em comparação com o queijo minas meia cura .....	17
3.2.10 Simulação de filagem – verificação de tempo e temperatura .....	18
3.2.11 Verificação da cremosidade do requeijão cremoso: produção de fio longo .....	19
3.2.12 Produção de gases por bactérias propiônicas .....	20
3.2.13 Simulação da atividade lipolítica em queijos .....	21
3.2.14 Simulação da atividade proteolítica em base caseína .....	21
3.2.15 Mussarela: Verificação da espalhabilidade e liberação de gordura com diferentes dias de maturação .....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.1 Aspectos Educacionais e pedagógicos .....	23
4.2 Experimentos .....	25
4.2.1 Teste de redutase + Psicotróficos.....	25
4.2.2 Acidificação do leite devido ao tempo de transporte .....	26
4.2.3 Teste de inibidores no leite .....	26
4.2.4 Tratamento térmico .....	26
4.2.5 Microfiltração .....	27
4.2.6 Impacto do tratamento térmico do leite na precipitação da caseína .....	27
4.2.7 Verificação do poder de coagulação de diferentes tipos de coalhos .....	27
4.2.8 Verificação do tempo de agitação dos grânulos de massa quanto ao rendimento do Queijo Minas Meia Cura .....	27
4.2.9 Verificação do efeito da lavagem da massa do queijo prato em comparação com o queijo minas meia cura .....	28
4.2.10 Simulação de filagem – verificação de tempo e temperatura .....	28
4.2.11 Verificação da cremosidade do requeijão cremoso: produção de fio longo .....	28
4.2.12 Produção de gases por bactérias propiônicas .....	29
4.2.13 Simulação da atividade lipolítica em queijos .....	29

4.2.14	Simulação da atividade proteolítica em base caseína .....	29
4.2.15	Mussarela: Verificação da espalhabilidade e liberação de gordura com diferentes dias de maturação .....	29
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	31
6	REFERÊNCIAS .....	33
ANEXOS		

## RESUMO

JERONIMO, Marlene. **O cotidiano no ensino do processamento de queijos: recursos instrucionais alternativos**. Seropédica: UFRRJ, 2005. 118 f. (Dissertação, Mestrado em Educação Agrícola)

O presente trabalho teve por objetivo a elaboração de material instrucional que permita ao aluno apropriar-se das bases científico-tecnológicas do processamento de queijos. Os experimentos foram realizados no laticínio e laboratório de microbiologia do CEFET de Uberaba, no período de fevereiro a julho de 2004, com os alunos do 3º ano do curso Técnico em Agroindústria. O projeto foi desenvolvido, abordando os assuntos em tópicos. Considerando-se que a fabricação de queijos é um processo de construção de ecossistema, que resulta em pressões seletivas sobre a microbiota e numa dinâmica específica de reações bioquímicas, essa construção foi feita em etapas definidas desde a obtenção do leite, processamento e maturação dos queijos. Os tópicos foram organizados num fluxo evolutivo abordando desde os requisitos de qualidade para o leite até as características finais dos queijos. Assim foram desenvolvidos os experimentos sobre o teste de redutase mais psicotróficas, acidificação do leite devido ao tempo de transporte, teste de inibidores no leite, tratamento térmico e microfiltração; impacto do tratamento térmico do leite na precipitação da caseína, verificação do poder de coagulação em diferentes tipos de coalhos, verificação do tempo de agitação dos coágulos quanto ao rendimento do queijo Minas Meia Cura, verificação do efeito da lavagem da massa do queijo Prato em comparação com o queijo Minas Meia Cura, simulação de filagem – verificação de tempo e temperatura, verificação da cremosidade do requeijão cremoso: produção de fio longo; produção de gás e atividades lipolíticas e proteolíticas por microrganismos; Mussarela: verificação da derretibilidade e liberação de gordura com diferentes dias de maturação. A verificação do aprendizado foi feita aplicando um questionário diagnóstico antes e após o desenvolvimento do programa e fazendo o acompanhamento do desempenho cotidiano do aluno em cada experimento. Considera-se que com o material instrucional elaborado, o aluno teve oportunidade de construir um conhecimento que foi além do simples fazer instrumental.

**Palavras-chave:** Educação Agrícola. Qualidade do leite. Processamento e maturação dos queijos.

## ABSTRACT

JERONIMO, Marlene. **The routine in teaching cheese processing: building-up instructional resources.** Seropédica: UFRRJ, 2005. 118 p. (Dissertation, Master of Agricultural Education)

The aim of this work was to design instructional resources that would enable the student to get and hold the scientific basis of cheese processing. Experiments were prepared and ran at the dairy plant and laboratory facilities of CEFET-Uberaba (Feb-July 2004) with 3<sup>rd</sup> year students of the Agroindustry Technical Course. The project was developed into topics. Cheesemaking was considered as a process of building up an ecosystem as result of selective pressures exerted upon microorganisms, and a specific dynamics of biochemical reactions. The aspects taken into account comprised milking, cheese processing and ripening. Topics were itemized into a flowing evolution pattern, ranging from criteria for milk quality to the final characteristics of cheese. Therefore, experiments on reduction tests for psychotrophs, acidification due to mishandling on transport; occurrence of inhibitor residues; heat processing and microfiltration; impact of heat on renneting; rennet types and strenght; curd stirring and Minas Meia Cura cheese yield; curd washing on Prato cheesemaking; time and temperature on simulated curd stretching; requeijão cremoso: long stretch; microbial load: gas production; proteolytic and lipolytic activities; Mussarela: melting characteristics and fat release on ageing. The learning was assessed by a diagnostic questionnaire applied at the beginning and after the course of experiments, as well as monitoring student's comprehension at every single experiment. The instructional resources designed were considered to give opportunity to the individual student to build up his own knowledge further from the plain instrumental making.

**Keywords:** Agricultural Education. Milk quality. Cheese processing and ripening.

# 1 INTRODUÇÃO

As transformações sociais que vêm ocorrendo nos últimos anos provocaram mudanças profundas no mundo do trabalho.

Os desafios estão relacionados aos avanços tecnológicos e às novas expectativas das empresas que agora enfrentam mercados globalizados, extremamente competitivos. Com isso, surgem também novas exigências em relação ao desempenho dos profissionais. A educação não poderia ficar alheia a essas transformações.

Com a preocupação da inserção do aluno nas situações do cotidiano de uma indústria de laticínios procurou-se transmitir ao aluno um entendimento sólido das bases científico-tecnológicas do processamento de queijos, através de experimentos práticos, procurando despertar nestes a curiosidade, mobilizando suas energias, em busca de descobertas, despertando o desejo de aprender e de participar da construção do próprio conhecimento.

Nessa perspectiva, a problemática que se apresenta se refere ao seguinte questionamento: Qual o material instrucional a ser utilizado no ensino da produção de queijos que transmita ao aluno um entendimento sólido das bases científico-tecnológicas desse processamento? E como proceder à validação desse material instrucional?

Neste trabalho os alunos foram desafiados a exercer a capacidade de analisar uma situação, enunciando o problema e propondo as soluções, escolhendo as estratégias a serem adotadas, buscando recursos, analisando os riscos e as vantagens e nesse processo desenvolvendo as competências requeridas em sua formação.

Considera-se a hipótese que com o material instrucional elaborado, o aluno teve oportunidade de construir um conhecimento que foi além do simples fazer instrumental. Acredita-se que ele, por ter oportunizada uma participação enquanto agente ativo no processo ensino-aprendizagem, será capaz também de desenvolver as competências referentes a inteligência do processamento de queijos.

Diante dos fatos acima mencionados e para que os alunos participem e desenvolvam seu próprio conhecimento, sendo criativos, inovadores e responsáveis na solução de problemas cotidianos em uma indústria de laticínios, o projeto foi desenvolvido, abordando os assuntos num fluxo evolutivo de tópicos.

Considerando que a fabricação de queijos é um processo de construção de ecossistema, que resulta numa dinâmica específica de reações bioquímicas, essa construção foi feita em etapas definidas sobre a obtenção do leite, processamento e maturação dos queijos.

Procurou-se, neste trabalho, uma sistematização de conceitos e experimentos procurando levar o aluno a construir, de forma evolutiva seu conhecimento sobre o processamento de queijos e as implicações das várias etapas nas características de qualidade.

O presente trabalho teve por objetivo a elaboração de material instrucional que permita ao aluno apropriar-se das bases científico-tecnológicas da produção de queijos desenvolvendo sua capacidade de raciocínio lógico, para que ele esteja preparado para enfrentar situações esperadas e inesperadas, previsíveis e imprevisíveis, rotineiras e inusitadas, de modo original e criativo, de forma inovadora, imaginativa, eficiente no processo e eficaz nos resultados, demonstrando senso de responsabilidade e firmeza nas decisões e ações.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ASPECTOS EDUCACIONAIS E PEDAGÓGICOS

Educar é fazer com que os jovens dialoguem com o conhecimento. Despertar o interesse pelo conhecimento torna-se mais importante que fornecer-lhes um conhecimento previamente elaborado. A busca é mais motivadora que a memorização. O conhecimento é resultado interno do dialogar com o conhecimento (SANTOS, 2001).

O professor precisa superar a ação docente conservadora que propõe à reprodução do conhecimento, a cópia e a memorização, ultrapassando a visão tradicional e se alicerçar em práticas pedagógicas inovadoras (SALAZAR; BEHRENS e MONTOYA, 2004).

A aprendizagem significativa tem por meta fazer com que o conhecimento repercute na auto-organização dos indivíduos, estimulando neles uma nova estrutura de explicação da realidade (SANTOS, 2001).

Com a preocupação de superar o paradigma tradicional que é instável, incerto e intersubjetivo propôs-se um paradigma inovador, emergente fundamentado na visão do todo e das relações interconectadas do universo, onde a reprodução do conhecimento deve ser superado indo em busca da produção do conhecimento. A metodologia num paradigma emergente demanda o desenvolvimento de competências, que levem o aluno a tornar-se apto para atuar como profissional de maneira ética, competente e significativa (SALAZAR; BEHRENS e MONTOYA, 2004).

A concepção da reforma da educação busca desenvolver a capacidade de inovar, de produzir novos conhecimentos e soluções tecnológicas adequadas às necessidades sociais. O desenvolvimento de um projeto de pesquisa sobre temas relevantes para o aluno que supere as atividades tradicionais relativas às aulas teóricas e práticas é necessário. Esse projeto deve ser capaz de promover a unificação entre cultura e trabalho, que não se restrinja ao caráter produtivo. Deve abranger dimensões comportamentais, humanísticas e intelectuais capazes de promover uma ação que sustente uma carreira por toda vida, de modo a permitir ao cidadão participar ativamente do processo de construção social (BRASIL, 2000).

Paulo Freire (1997) num texto inédito publicado no Jornal O Globo, após a sua morte, insistia no equívoco dessa postura:

*Há 30 anos defendo a posição, radical, sem dúvida, de que o Conhecimento não se transfere, conhecimento se constrói. Como a inteligência. Você constrói, produz a inteligência, não a recebe de graça. Fazer com que o aluno produza o seu próprio conhecimento, implica, também, em como o professor estabelece relações pedagógicas e como ele concebe o conhecimento. (SANTOS, 2002).*

A pedagogia de projetos reflete a concepção do conhecimento como produção coletiva, em que a experiência vivida, a produção coletiva e a produção cultural sistematizada se entrelaçam dando significado a aprendizagens construídas (BRASIL, 2000).

As inovações nos ambientes escolares trarão reflexos positivos sobre os processos de ensino e aprendizagem. A maioria das atividades criativas com que nos

deparamos hoje em dia nas escolas tem sido feita por meio de projetos que é uma forma inovadora de romper com as prisões curriculares e dar um formato mais ágil e participativo ao trabalho de professores e educadores. Trabalhar com projetos é uma forma de facilitar a atividade, a ação, a participação do aluno no seu processo de produzir fatos sociais, de trocar informações, enfim, de construir conhecimentos (ALMEIDA e FONSECA JÚNIOR, 2000).

O conhecimento restaura a autoconfiança, a autoavaliação, a auto-estima. Prepara o indivíduo para confiar na sua própria decisão, construir a sensação de poder pessoal e de autonomia na interação, no questionamento e na reciclagem permanentes com o mundo e a sociedade (SANTOS, 2001).

A separação, e mesmo oposição, entre teoria e a prática é freqüentemente denunciada pelos educadores ao mesmo tempo que explicitado o desejo de buscar novas formas de relacionamento entre estas duas dimensões da realidade (CANDAUI, 1991).

O profissional exigido hoje pelo mercado tem outras características além das habilidades do aprender fazer. Ele tem que ser capaz de adaptar-se, de forma constante, às mudanças do modo de produção que é determinado pelas exigências do mercado. Não basta apenas aprender a fazer, é necessário compreender (VIEIRA *et al.*, 2000).

Na educação enxuta o aluno deve ser crítico, saber utilizar a constante reflexão e depuração, para atingir níveis cada vez mais sofisticados de ações e idéias e ser capaz de trabalhar em equipe. O conteúdo não pode mais ser fragmentado ou descontextualizado da realidade ou do problema que está sendo vivenciado ou resolvido pelo aluno. É necessário o aluno compreender o que faz e não ser um mero executor de tarefas. O papel do professor deixará de ser o de entregador de informação para ser o facilitador, supervisor, consultor do aluno no processo de resolver o seu problema (VALENTE, 1999).

A Lei n.º 9.394/96 de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira abre caminhos para inovações. Não obriga nem garante, mas facilitam as práticas inovadoras dos educadores mais preocupados com o alto nível de descolamento entre os currículos e a realidade dos alunos, os problemas de nosso país, do mundo e da existência (BRASIL, 2001).

Os profissionais que vão enfrentar o mundo moderno devem estar preparados para o trabalho e para o exercício da cidadania. Não mais a formação para um posto de trabalho que prepare o homem “executor de tarefas”. A nova educação profissional forma o trabalhador pensante e flexível, no mundo das tecnologias avançadas (BRASIL, 2003).

Na visão de unidade, teoria e prática são dois componentes indissolúveis da “práxis” definida como “atividade teórico-prática, ou seja, tem um lado ideal, teórico, e um lado material, propriamente prático, com a particularidade de que só artificialmente, por um processo de abstração, podemos separar, isolar um do outro”. (VASQUEZ, 1977).

A prática, por ser criadora e transformadora da realidade, cria soluções diante das necessidades e situações que se apresentam ao homem, sendo esse processo criador imprevisível e indeterminado, e o seu produto, único e irrepetível. A superação da dicotomia entre teoria e prática é condição fundamental para a busca de alternativas para a formação do educador (CANDAUI, 1991).

A avaliação formativa parte da premissa que nem todo mundo aprende o mesmo conteúdo, no mesmo momento, e os educandos são afetados por diferentes estímulos e tem interesses e referenciais diversos. Uma avaliação formativa não se preocupa em classificar, nem selecionar. Ela pode ser intuitiva ou instrumentalizada, deliberada ou

acidental, superficial, pontual ou sistemática – nenhuma modalidade de percepção é descartada (SANTOS, 2001).

## 2.2 MATERIAL INSTRUCIONAL: Obtenção do leite

A má qualidade do leite cru e por conseqüência, dos leites pasteurizado e apertizado, assim como de derivados, está relacionada a fatores como manejo e higiene de ordenha inadequados, sanidade do rebanho, manutenção e desinfecção inadequadas dos equipamentos, refrigeração ineficiente, ou até inexistente, falta de mão de obra qualificada, dentre outros (BRAMLEY e MACKINNON, 1990).

De maneira simplificada, pode-se dizer que a qualidade do leite está relacionada com dois conjuntos principais de parâmetros: aqueles físico-químicos, que são influenciados por alimentação, genética, manejo, estágio de lactação e sanidade do rebanho leiteiro e aqueles microbiológicos que são influenciados pela carga microbiana inicial do leite, as condições de higiene na obtenção (incluindo equipamentos) e a velocidade de multiplicação das bactérias (DIAS e FURTADO FILHO, 2001).

A adoção generalizada da coleta granelizada do leite tem minimizado a deterioração associada ao desenvolvimento de bactérias lácticas e da maioria dos patógenos. Entretanto, a estocagem e o transporte do leite em temperatura de refrigeração exercem pressão seletiva para as bactérias psicrotróficas, que possuem considerável potencial deteriorativo (PRATA, 2001).

A microbiota psicrotrófica consiste basicamente de bactérias gram-negativas pertencentes a quatro gêneros: *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Enterobacter* que são destruídas pela pasteurização do leite. São, no entanto, capazes de produzir enzimas de elevada termorresistência (lipases e proteases) (FURTADO, 1999). Estas enzimas são capazes de promover alteração de sabor e odor do leite, perda de consistência na formação do coágulo para fabricação de queijo e gelatinização do leite longa vida (SANTOS e FONSECA, 2001).

Geralmente, quanto mais tempo o leite for mantido refrigerado (entre 4 e 7°C), maior será a contagem de psicrotróficos, com maior dano ao rendimento. Uma contagem superior a  $10^6$  ufc/mL, a queda do rendimento da fabricação de queijos pode superar 5% (FURTADO, 1999).

Embora o sistema de transporte de leite no Brasil esteja sofrendo grandes transformações através da coleta a granel, parte do leite ainda é transportado em latões. Neste caso o transporte deve ser o mais rápido possível, face as elevadas temperaturas ambientais (ABREU, 2000).

Outra preocupação é a possível presença de antibióticos no leite cru. Antibióticos podem chegar ao leite por via indireta, decorrente do tratamento de vacas em lactação, especialmente por problemas de mastites que afeta cerca de 40% do rebanho brasileiro, metrite ou outra doença infecciosa. Seja qual for a via de administração da droga (intramamária, intramuscular, intrauterina, subcutânea ou oral), os resíduos de antibióticos podem chegar até o leite sendo absorvidos pela corrente sanguínea (FURTADO, 1999; CARRARO, 2001).

O leite contaminado por resíduos de antibióticos é considerado adulterado e impróprio para consumo, representando riscos para a saúde pública, riscos tecnológicos para a indústria de laticínios e riscos comerciais (ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS, 2002).

Resíduo de antibióticos no leite usados no processamento de queijos pode comprometer o desempenho das culturas lácticas e conseqüentemente o desenvolvimento da acidez e características da qualidade dos queijos (SPECIALIST CHEESEMAKERS ASSOCIATION, 2003; MÚCIO, 1999).

O tratamento térmico do leite, notadamente a pasteurização, é fundamental para a segurança dos produtos derivados (GERMANO e GERMANO, 2001).

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (R.I.I.S.P.O.A.):

Entende-se por pasteurização o emprego conveniente do calor, com o fim de destruir totalmente a flora microbiana patogênica sem alteração sensível da constituição física e do equilíbrio do leite, sem prejuízo dos seus elementos bioquímicos assim como de suas propriedades organolépticas normais. (RIISPOA. *apud* ABREU, 2000).

O principal objetivo da pasteurização é a total destruição dos microrganismos patogênicos e da maioria dos fermentativos. Embora os microrganismos patogênicos sejam na sua maioria mesófilos, diferem na termorresistência (ABREU, 2000).

Os processos tradicionais caracterizam-se por um aquecimento a temperaturas intermediárias, entre 63 e 75°C, por tempo variável entre 15 segundos e 30 minutos, seguido de resfriamento imediato a temperaturas inferiores a 5°C. Com isso consegue-se uma eficiência bactericida geralmente superior a 98%, restando apenas algumas espécies termodúricas ou termorresistentes, muitas delas em sua forma de resistência, ou seja, os esporos. O termo pasteurização homenageia LOUIS PASTEUR (1822-95), pesquisador que, entre tantas outras contribuições, definiu os princípios desse processo (PRATA, 2001).

O aquecimento do leite afeta o equilíbrio de distribuição dos sais de cálcio que resulta no decréscimo da solubilidade do cálcio e precipitação do fosfato de cálcio o que impacta a firmeza do gel obtido na coagulação (VARNAM e SUTHERLAND, 1994).

O processo de microfiltração se baseia na separação de micropartículas através do uso de membranas cujo tamanho dos poros (entre 0,4 e 1,4 µm de diâmetro) permite a passagem de virtualmente todos os componentes do leite desnatado, retendo grande parte da microbiota (FURTADO, 1999).

Pela microfiltração pode-se reduzir a carga microbiana do leite em mais de 99%. Este processo é baseado no diferencial de pressão exercida sobre uma membrana filtrante pela circulação tangencial de fluídos num circuito fechado. Esse processo resulta em vantagens como: maior vida de prateleira; aumento da duração do sabor fresco; consistência de qualidade e nicho potencial de mercado (TAMIME e LAW, 2001).

### **2.3 MATERIAL INSTRUCIONAL: Processamento do leite e derivados**

A produção de queijos é uma das mais velhas formas de biotecnologia, datando talvez de 6000 anos AC e foi bem estabelecida durante a era do Império Romano. O queijo tem desejáveis propriedades nutritivas, é um alimento convenientemente clássico e pode ser consumido como principal componente de refeições, como sobremesa ou como ingrediente de outras comidas (LAW, 1997).

A pasteurização do leite é uma operação indispensável na fabricação de qualquer tipo de queijo, porém o aquecimento acima de 72°C, diminui a ação da quimosina

(enzima coagulante) devido à insolubilidade de parte dos sais de cálcio, o que irá prejudicar a coagulação do leite e a maturação do queijo (ABREU, 2000).

O termo micela (de caseína) tem sido usado para denominar a fase dispersa do leite, isto é, o complexo protéico das caseínas; e o estudo nas forças que interagem, tanto na sua manutenção quanto no seu desequilíbrio são de extrema importância na tecnologia do leite. Os três maiores componentes do complexo protéico da caseína são a  $\alpha$ -caseína,  $\beta$ -caseína,  $\delta$ -caseína e k-caseína (PRATA, 2001).

As micelas de caseína são estáveis até temperaturas acima de 140°C. Em contraste, as proteínas do soro são termolábeis, desnaturando-se a temperaturas acima de 80°C. A desnaturação da  $\beta$ -lactoglobulina tem consequências mais importantes a temperaturas mais altas, ocorrendo interação com a k-caseína. A interação provavelmente envolve a troca de tio dissulfeto enquanto a k-caseína permanece na superfície, as propriedades da superfície da micela são alteradas. Essas mudanças afetam a interação das micelas com o fosfato de cálcio e interferem na sua estabilidade (VARNAM e SUTHERLAND, 1994).

Chamamos de coalho o extrato de enzimas obtido do abomaso de ruminantes lactentes ou adultos, vendido usualmente na forma líquida ou em pó (CASTRO JÚNIOR, 2004). Também existem enzimas coagulantes de origem vegetal e microbiana.

O coalho é o principal elemento da coagulação do leite, constituído por um complexo de enzimas com predominância da quimosina e pepsina. A quimosina pura tem um poder coagulante de 1:5.000.000, é destruída pelo clorofórmio, calor, formol e agentes oxidantes. A sua característica mais importante é não ser destruída pelos halogênios (cloro, flúor e iodo) e pela água oxigenada. A faixa de pH de atuação da quimosina é de 2 a 5,3, sendo que o ótimo é pH 3,8 (ABREU, 2000).

Dentre os fatores que afetam a hidrólise da k-caseína temos, o pH, a presença de sais de cálcio, temperatura e o tratamento térmico do leite. A temperatura ótima para a coagulação do leite em pH 6,6 é de aproximadamente 45°C. Tratamentos térmicos maiores que 65°C afetam a coagulação do leite. Efeitos adversos desse tratamento podem ser revertidos pela acidificação anterior ou posterior do leite e pela adição de cloreto de cálcio (LAW, 1997).

Quando aproximadamente 85% do total de k-caseína foram hidrolisadas, as micelas de caseína começam a agregar, mas a formação do gel ocorre somente quando 97% das k-caseínas estiverem hidrolisadas, havendo a formação de polipeptídeos que reagem principalmente com os sais de cálcio solúveis e entre si, tornando estas partículas independentes em um entrelaçado que é denominado coalhada (LAW, 1997; ABREU, 2000).

Depois da adição do coalho e formação do gel, ele é cortado cuidadosamente em cubos com lira. O processo de sinérise resultante da contração na estrutura protéica do leite é favorecido com o aumento da temperatura e redução do pH. A umidade final depende da taxa de contração da estrutura protéica (FOOD SCIENCE, 2003).

Os fatores que afetam o rendimento da fabricação de queijos são divididos em:

- 1- fatores diretos: Composição do leite, composição do queijo e perdas no corte;
- 2- fatores indiretos: estocagem do leite a frio, contagem de psicrotóxicos, contagem de células somáticas (CCS), tipo de coalho usado, pasteurização do leite, uso de cloreto de cálcio na fabricação dos queijos, temperatura e tempo de agitação da massa (FURTADO, 1999).

De acordo com a EMBRAPA Gado de Leite (2003), a produção brasileira de queijos sob Inspeção Federal no ano de 2000, representou um total de 375,1 ton., sendo que desse valor, 125 ton. foi de Queijo Mussarela, 88,5 ton. de Queijo Prato e 5,2 ton. para o Queijo Minas Padrão.

O Queijo Minas Meia Cura também é conhecido como Minas Padrão, Minas Prensado ou Minas Pasteurizado. É um queijo mais seco e firme que os queijos frescos, apresentando casca fina amarelada, coloração interna branco-creme, algumas olhaduras irregulares e sabor mais pronunciado, levemente ácido (FURTADO e LOURENÇO NETO, 1994). É um queijo feito com leite pasteurizado, é prensado e maturado no mínimo por 20 dias.

O Queijo Prato Lanche é um dos queijos mais populares do Brasil, sendo originado dos queijos Dambo dinamarquês e o Gouda holandês (LONDÔNIO e ABREU, 2002). No Brasil, sua tecnologia foi adaptada às condições locais, o que explica as diferenças de sabor e textura do Prato Lanche em relação aos queijos que lhe deram origem (EPAMIG, 2001).

Apresenta formato de paralelepípedo, crosta lisa, fina, textura fechada ou, preferencialmente aberta, com pequenas olhaduras regulares lisas, brilhantes e bem formadas, cor amarelo-palha, sabor suave e consistência macia. Sua massa é semi-cozida e lavada, o que garante o sabor suave. Observa-se uma tendência cada vez maior para seu consumo indireto, sobretudo em sanduíches. A fatiabilidade é uma de suas características principais (EPAMIG, 2001).

O aquecimento da massa tem como finalidade intensificar a dessoragem, pois facilita o aumento da acidez, determinando contração dos grânulos, resultando massa enxuta. Aquecimento forte leva à formação de uma película impermeável na parte externa do grão, retendo soro no seu interior, tornando os queijos com excesso de umidade, manchados e de maturação não uniforme (ABREU, 2000).

A massa para fabricação do Queijo Mussarela, recém obtida, logo após a dessoragem não apresenta condições de filagem. Isto porque encontra-se sob a forma de paracaseinato bicálcico e, normalmente o pH é alto demais. O ácido produzido pelas bactérias do fermento se dissocia e reage com o paracaseinato bicálcico formando lactato de cálcio (solúvel) e paracaseinato monocálcico. Dessa forma a massa adquire condições de filagem pelo aquecimento. A continuação da queda do pH compromete as características de filagem (FURTADO, 1999).

O período de acidificação da massa pode requerer um tempo maior que 15 horas, mas em média necessita somente de 3-4 horas (pH atinge 4,9-5,2). Tradicionalmente, a decisão de filar a massa é determinada através de teste manual, esticando gradualmente um pedaço de massa, imersa em água quente (TAMIME e LAW, 2001).

A temperatura da água de filagem depende da consistência e do grau de fermentação da massa. De um modo geral, quanto mais elevada a temperatura da água, mais mole será a massa obtida. Para se obter uma mesma consistência no produto final, partindo-se de massa mais mole e mais ácida, deve-se usar temperaturas de filagem mais baixas (FURTADO, 1999).

Todo produto de massa filada requer, como temperatura mínima para fusão, 55°C; no entanto, a resistência das fibras à filagem decresce com o aumento da temperatura de fusão, que varia de acordo com o tipo de queijo. Temperaturas de fusão mais altas são necessárias em queijos com menor teor de umidade (TAMIME e LAW, 2001).

As variações da temperatura de filagem vão de 60 a 80°C. Uma filagem muito rápida com água de temperatura baixa pode levar a defeitos de textura da massa, como marmorização, e haverá uma queda no rendimento do processo devido à perda excessiva de gordura e proteínas na água de filagem (FURTADO, 1999).

Outro produto importante em termos de produção e consumo no País é o requeijão cremoso. Na década de 80, a produção de requeijão experimentou um crescimento sem precedentes. O crescimento tem sido constante e, hoje, o requeijão é o

segundo produto lácteo mais consumido no país. O requeijão é um produto genuinamente brasileiro, sendo produzidos até a década de 90 três tipos principais: o Requeijão do Norte, o Requeijão em Barra e o Requeijão Cremoso (INFORMATIVO HA-LA BIOTEC, 2003).

Nos últimos anos, além do consumo em pães, biscoitos e doces, o requeijão passou a ser usado em pizzas, pastéis, esfirras e massa em geral. Esse último tipo de requeijão deveria ter características diferenciadas para melhor suportar as altas temperaturas de cozimento, sem escurecer e derreter excessivamente, sendo chamado de Requeijão Culinário (INFORMATIVO HA-LA BIOTEC, 2003).

Os sais fundentes empregados na fabricação do requeijão cremoso e culinário tem como requisitos alto poder de cremificação, baixa refundibilidade e reações básicas. São exemplos os polifosfatos, o difosfato tetrassódico e o pirofosfato tetrassódico – TSP (REQUEIJÃO CREMOSO, 2002).

No processo de dispersão da massa protéica podem-se empregar sais fundentes que interagem com a caseína por reações de dupla-troca aumentando, ao mesmo tempo, a disponibilidade de sais ligantes (fosfatos e citratos) que a dispersam e estabilizam sob a forma de fosfocaseinato de sódio e citrocaseinato de sódio, aumentando a afinidade da proteína tanto pela água quanto pela gordura (SILVA *et al.*, 2003).

O uso de sais fundentes visa fornecer uma estrutura uniforme durante o processo de fusão, melhorando as características reológicas e sensoriais do produto final, como brilho, elasticidade e homogeneidade (SILVA *et al.*, 2003)

O ajuste do pH é um fator que atua diretamente sobre a consistência e textura do produto final. Por este motivo, deve-se estabelecer um pH de 5,4 como limite mínimo, e pH 5,7 como máximo. Valores de pH abaixo de 5,4 tendem para a obtenção de um requeijão com textura arenosa e quebradiça, consistência muito firme, e sabor ácido pronunciado. Acima de pH 5,7, o produto apresentará uma consistência mais cremosa e fluida. O ajuste adequado do pH poderá ser obtido mediante cálculos e pelo emprego de sais corretivos (INFORMATIVO HA-LA BIOTEC, 2003).

## **2.4 MATERIAL INSTRUCIONAL: Maturação dos queijos**

As bactérias propiônicas são bacilos curtos, gram-positivas, que crescem somente em condições anaeróbicas, em baixas concentrações de oxigênio. Ocorrem naturalmente no rúmen e no intestino de ruminantes e, por isso, estão presentes no esterco e nas pastagens (FURTADO, 1999).

As bactérias propiônicas podem contaminar o leite na fonte de produção, sendo que algumas cepas conseguem sobreviver à pasteurização e se manifestar em queijos de maturação média e longa, especialmente naqueles maturados por algum período em temperaturas um pouco mais elevadas (por exemplo, 14 a 16°C) ou ao ambiente (FURTADO, 1999).

A flora propiônica se manifesta com facilidade em queijos duros devido a alguns fatores como: (a) estes queijos têm pH ligeiramente mais alto (geralmente por volta de 5,3); (b) são queijos com baixo potencial de oxi-redução; (c) em geral, são queijos grandes, nos quais a difusão de sal se faz muito lentamente, facilitando a fermentação propiônica na região central do queijo; (d) freqüentemente, são curados em temperaturas mais amenas (14-16°C ou ao ambiente); (e) são queijos de maturação média ou longa, permitindo tempo ao desenvolvimento da fermentação propiônica, que, sob certas circunstâncias, ocorre lentamente (FURTADO, 1999).

Além de alterar a textura do queijo, o crescimento da flora propiônica altera o sabor. Dependendo da intensidade da contaminação, rapidamente forma-se no queijo quantidades consideráveis de ácido propiônico e ácido acético, que modificam o sabor com tendência inclusive ao ligeiro adocicado (FURTADO, 1999).

O combate ao problema ocasionado pelas bactérias propiônicas é complexo e de eficácia duvidosa, devido a ser uma contaminação natural do leite. Uma maneira de se controlar o problema seria a adição de sal ao soro na fabricação (cerca de 0,5%) para se ter sal no centro do queijo desde o início do processo de cura e tentar obter queijo com pH mais baixo, ao entrar na salmoura (cerca de 5,1), lavando-se menos a massa (FURTADO, 1999).

Queijos duros, como por exemplo o Parmesão possuem massa compacta e fechada, sem olhaduras mecânicas ou provenientes de fermentação gasógena. Mas, podemos observar o aparecimento de olhos lisos, brilhantes, arredondados ou ovalados, o que descaracteriza o produto. Para o Queijo do Reino, a olhadura propiônica nem sempre é vista como defeito, havendo tolerância para algumas olhaduras pequenas e arredondadas. Quando a fermentação propiônica se manifesta como um “olho” exageradamente grande, ocupando grande espaço no centro do queijo, o problema é mais grave.

Para o Queijo Suíço, é característica fundamental a apresentação de olhaduras provenientes de bactérias propiônicas de tamanhos médios.

A corrente prática de estocagem do leite cru a 4-7°C por 3 a 4 dias antes do processamento, permite o crescimento de bactérias psicotróficas. Este armazenamento do leite em temperaturas de refrigeração tem resultado em novos problemas de qualidade para a indústria (SILVEIRA *et al.*, 2004).

O gênero *Pseudomonas* é considerado o mais importante dentre os psicotróficos, podendo ser encontrado em aproximadamente 10% da microbiota do leite recém-ordenhado apresentando os menores tempos de multiplicação em temperaturas entre 0 e 7°C (4-12 horas) e podem crescer em temperaturas tão baixas quanto -10°C (MUIR, 1996).

A presença dos microrganismos psicotróficos está relacionada diretamente com condições adequadas de higiene na produção; portanto, o leite produzido sob boas condições, normalmente não apresenta alta contagem de psicotróficos quando refrigerado a temperaturas iguais ou inferiores a 4°C, enquanto que sob condições de higiene não adequadas, o leite apresenta uma alta contagem destes microrganismos (COUSIN, 1982).

As principais fontes de psicotróficos do leite durante a sua produção na fazenda são a superfície do tetos e o equipamento de ordenha. Desta forma, o rápido abaixamento da temperatura do leite após a ordenha é uma das estratégias mais eficazes para garantir a boa qualidade microbiológica do produto. Entretanto, esta prática deve obrigatoriamente vir acompanhada de medidas de controle de mastite, adequados procedimentos de higiene durante a ordenha, limpeza e desinfecção adequados dos utensílios e equipamentos de ordenha e boa qualidade da água utilizada na fazenda (SANTOS e FONSECA, 2001).

As principais enzimas produzidas pelos microrganismos psicotróficos são as proteases, lipases, fosfolipases, esterases e glicosidases, sendo as principais as lipases e proteases por estarem envolvidas diretamente na lipólise e proteólise (ALMEIDA *et al.*, 2000).

Quanto mais tempo o leite for mantido refrigerado, maior será a contagem de psicotróficos e se a contagem superar a 10 milhões/mL, a diminuição do rendimento da fabricação de queijos é sensível, podendo superar a 5%. No caso do leite “longa-

vida” podem causar a geleificação do produto durante a armazenagem, ou a separação de fases (formação de soro) (FURTADO, 1999).

A microflora psicrotrófica consiste basicamente em bactérias gram-negativas pertencentes a quatro gêneros: *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Enterobacter* que são destruídos pela pasteurização do leite. Entretanto, são capazes de produzir enzimas (lipases e proteases) que apresentam elevada termorresistência (FURTADO, 1999).

As proteases possuem uma estabilidade térmica notável, resistindo à pasteurização, processo UHT e à inativação à baixa temperatura (aquecimento do leite a cerca de 55°C por 5 a 60 minutos antes do tratamento UHT) (KOHLMANN *et al.*, 1991).

A degradação de proteínas do leite pelas proteinases de origem de bactérias psicrotróficas pode resultar em coagulação do leite, desenvolvimento de alteração do sabor do leite e redução do rendimento na produção de derivados (COUSIN, 1989).

No leite, quando há uma contaminação muito forte com *Pseudomonas*, há produção de proteases suficientes para degradar parcialmente as caseínas Beta e Kapa; peptídeos são liberados, além de NPN na forma de amônia. Em consequência, há perda de compostos nitrogenados no soro e queda no rendimento da fabricação de queijos (FURTADO, 1999).

Os principais problemas de qualidade dos produtos lácteos associados à ação de proteases e lipases de origem dos microrganismos psicrotróficos são: alteração de sabor, odor do leite, perda de consistência na formação do coágulo para fabricação de queijo e gelatinização do leite longa vida (SANTOS e FONSECA, 2001).

As lipases das bactérias psicrotróficas podem hidrolisar a gordura tanto no leite quanto no queijo, liberando ácidos graxos que causam o defeito conhecido com rancidez (...) que confere gosto de sabão ao produto (FURTADO, 1999).

O Mussarela é um dos queijos mais produzidos no Brasil e, segundo estimativas, sua produção deve superar 200 mil toneladas (FURTADO, 2001).

A expansão do consumo do Queijo Mussarela, nos últimos anos, se deve à mudanças nos hábitos alimentares, pela ampliação do mercado de pizzarias, *fast food* e alimentos congelados. As temperaturas de cocção nas pizzarias, são geralmente elevadas (270 a 300°C/5 a 8’), o que exige do fabricante o preenchimento de requisitos de algumas características de comportamento do Mussarela tornaram-se fatores de qualidade para uso adequado, como derretibilidade, espalhabilidade, elasticidade, liberação de gordura e escurecimento (FURTADO, 1999).

A derretibilidade refere-se à habilidade da massa em derreter-se com relativa facilidade sobre a pizza, de maneira homogênea e sem formação exagerada de bolhas.

Espalhabilidade é representada pelo aumento da área superficial ocupada pelo queijo em função do seu derretimento.

Elasticidade é a capacidade da massa, após derretida sobre a massa, de esticar-se, distanciando-se da pizza quando puxada com um garfo (sendo que nesta avaliação envolvem-se ainda fatores como a resistência, ausência de rompimento do fio e a aderência à própria pizza).

A liberação de gordura, refere-se a ocorrência e/ou aumento de gordura livre na superfície da pizza durante o processo de cozimento (FURTADO, 2002).

O escurecimento está relacionado a um teor residual excessivo de lactose e à ocorrência de reação de Maillard no cozimento.

A boa Mussarela nunca deve ser viscosa, grosseira e a casca deve ser fina, macia e comestível e fácil de descascar (TAMIME e LAW, 2001).

Queijos mais jovens ainda não apresentam boa capacidade de retenção de água e, ao mesmo tempo, retêm mais gordura quando derretidos. Queijos com maior período de estocagem, retêm mais água e liberam mais gordura (FURTADO, 1999). Isso se deve a um maior tempo de exposição a atividade proteolítica.

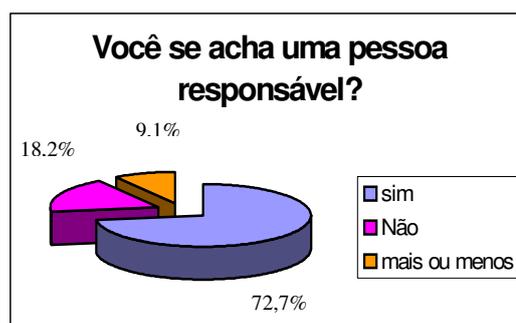
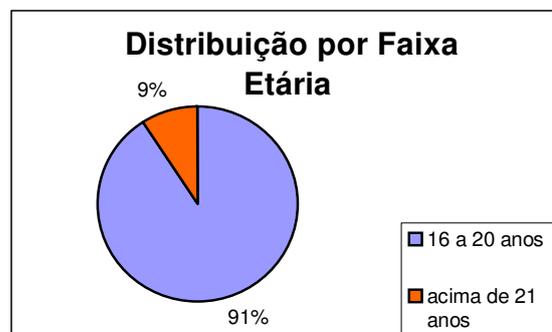
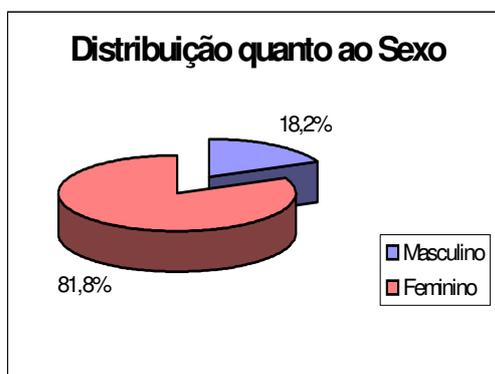
O queijo Mussarela logo após o seu processamento apresenta dificuldades em derreter, uma vez que nesta fase suas proteínas apresentam alto peso molecular, o que as tornam pouco solúveis. Após duas a três semanas essas proteínas são hidrolisadas, ficando mais solúveis o que vai aumentando a capacidade de derretimento do Mussarela. Por outro lado, proteólise excessiva pode resultar em queijo impróprio para pizzas (KINDSTEDT, 1993).

As propriedades funcionais do Mussarela para pizza, como a espalhabilidade e liberação de gordura são sensivelmente melhoradas após um período de maturação de cerca de duas semanas, (8 e 10°C), na qual a caseína é parcialmente solubilizada na forma de nitrogênio solúvel (FURTADO, 2002).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ASPECTOS EDUCACIONAIS E PEDAGÓGICOS

Trabalhou-se com um grupo de doze alunos do curso Técnico em Agroindústria, que tinham as seguintes características, como demonstrado nos gráficos abaixo:



Primeiramente os alunos passaram por uma avaliação diagnóstica, onde, através da avaliação de um questionário, fez-se uma sondagem dos conhecimentos empíricos sobre o assunto. Este questionário era constituído de questões abertas, com intuito de gerar respostas espontâneas. O mesmo questionário foi aplicado ao final dos experimentos sendo analisadas e arquivadas em pastas individuais, juntamente com os relatórios diários das atividades realizadas.

A avaliação feita pelo professor baseou-se na análise dos relatórios das atividades diárias e nas respostas ao questionário diagnóstico.

Esta sondagem foi feita pela aplicação de um questionário incluindo os seguintes aspectos: capacidade de trabalhar em equipe; responsabilidade; criatividade; iniciativa; envolvimento com o projeto; capacidade de comunicação; domínios das bases tecnológicas e científicas do processo. (anexo A)

## 3.2 EXPERIMENTOS

### 3.2.1 Teste de redutase + Psicrotóxicos

O teste de redutase é utilizado para verificar a qualidade higiênica do leite cru, baseando-se no desenvolvimento dos microrganismos e conseqüente descoloração de uma solução de Azul de Metileno estéril adicionada ao leite, através de enzimas redutases, pelo consumo de oxigênio pelas bactérias.

#### Material e métodos

O leite cru tipo “C” foi obtido na Bovinocultura do CEFET de Uberaba, sendo que 200 mL foi incubado por sete dias em refrigerador. Este leite com população elevada de psicrotóxicos (i) foi utilizado para contaminar amostras de leite fresco. Uma amostra de 200 mL de leite foi distribuída em tubos de ensaio sendo inoculados com uma gota da cultura (i) previamente preparada.

Metade destes tubos foram utilizados para testes de redutase ( $T_0$ ). A outra metade foi incubado em refrigerador por 48h ( $T_{48}$ ).

Adicionou-se 1 mL de solução de Azul de Metileno invertendo os tubos algumas vezes para uma mistura completa. Incubou-se em banho maria a 37°C cronometrando o início da incubação e verificando se houve descoloração do leite a cada 30 minutos, invertendo os tubos para homogeneizar o conteúdo. Observaram-se e anotaram-se os tubos em que haviam ocorrido o descoloramento. Classificou-se o leite de acordo com o tempo de descoloramento, segundo a tabela a seguir:

<b>Tipo de leite</b>	<b>Tempo de redução</b>
Excelente	Não reduz em 8 horas
Bom	Reduz entre 5 ½ e 8 horas
Regular	Reduz entre 3 ½ e 5 horas
Ruim	Reduz entre 1 e 3 horas
Péssimo	Reduz em menos de uma hora

### 3.2.2 Acidificação do leite devido ao tempo de transporte

A qualidade do leite cru está intimamente relacionada com o grau de contaminação inicial e com o binômio tempo/temperatura em que o leite permanece desde a ordenha até o processamento. Em geral, quanto maior o número de contaminantes e quanto mais alta for a temperatura na qual o leite permanece (próxima de 30°C), menor será o seu tempo de conservação. De uma forma geral, a qualidade do leite está associada com a carga microbiana presente no produto.

No Brasil, o leite “in natura” apresenta baixa qualidade, sendo que este fator está relacionado com a influência das estações do ano, as práticas de produção e manuseio a nível de fazenda, localização geográfica, temperatura de permanência do leite e a distância do transporte entre a fazenda e a plataforma de recepção da indústria, que contribuem para o desenvolvimento de microrganismos contaminantes do leite.

## **Material e métodos**

O teste foi realizado no laboratório de análises físico-químicas do CEFET de Uberaba, sendo o leite cru tipo “C” adquirido da própria instituição (200 mL). A acidificação do leite devido ao tempo de transporte (simulado) foi feita pela determinação da acidez titulável (acidez Dornic) e pH. No mesmo plano de aula foi incluído também o teste de redutase das amostras.

Para o teste de acidez Dornic, colocou-se 10 mL de leite recém ordenhado em um béquer de 50 mL e adicionou-se 3 a 5 gotas de fenolftaleína (solução indicadora). Titulou-se com solução Dornic (NaOH 0,111 N), até a viragem da cor para um róseo claro, verificando-se o volume gasto da solução.

Classificou-se o leite em ácido, normal ou básico, conforme a acidez obtida. Realizou-se o mesmo teste na mesma amostra de leite, mantido por 3, 4, 5 e 6 horas em condições ambientais após sua obtenção, anotando-se os resultados obtidos.

As mesmas amostras foram testadas para pH utilizando-se o “pHâmetro” previamente calibrado.

Todas as amostras foram também analisadas quanto à redução do Azul de Metileno.

### **3.2.3 Teste de inibidores no leite**

O uso de antibióticos em vacas em lactação, devido a infecções principalmente causadas pela mastite, deixam resíduos no leite, se não respeitado o período de carência dos medicamentos. Leite com resíduos de antibióticos não só inviabiliza a produção de queijos e outros produtos fermentados, como compromete a saúde dos consumidores.

O teste fundamenta-se na simulação, em laboratório, da inibição de crescimento de bactérias do iogurte em meio de cultura PCA com ativação da cultura lática em caldo BHI.

## **Material e métodos**

Ativação da cultura lática:

Para o teste de inibidores no leite, fez-se, inicialmente, a ativação da cultura liofilizada para iogurte. Um volume de 150 mL de leite foi fervido e resfriado a 42°C. Uma alíquota de 50 mL desse leite foi inoculado com uma alçada de cultura liofilizada. Este leite foi incubado a 42°C até a coagulação. Esta cultura foi usada para inoculação no caldo BHI, sendo incubado a 37°C até a completa turvação (24h).

Cultura de trabalho:

O teste foi realizado, adicionando-se 2 mL da cultura obtida em caldo BHI a 200 mL de agar PCA, liqüefeito a 45°C-50°C. Verteu-se aproximadamente 20 mL do agar em placas de Petri esterilizadas e deixou-se solidificar. Sobre esta camada de agar dispôs-se em posição equidistantes, três discos (confetes) de papel de filtro esterilizados (Whatmann 01).

Estes discos foram umedecidos com soluções de estreptomicina (300 µg; 500 µg e 5000 µg / mL) utilizando-se de conta gotas. Placas de referência foram preparadas utilizando-se leite como líquido de umidificar. As placas foram incubadas por 24h a

35°C, sendo, então, feita a leitura dos halos de inibição do crescimento das bactérias *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*.

### **3.2.4 Tratamento térmico**

Descuidos nos procedimentos higiênicos na ordenha das vacas, compromete a qualidade do leite produzido e todas as bactérias que ao leite tiverem acesso, encontrarão condições nutritivas e ambientais favoráveis à sua adaptação e rápido desenvolvimento ou multiplicação. A pasteurização do leite é usada para eliminação de 100% dos microrganismos patogênicos e 98% da flora banal, baseado no binômio tempo/temperatura, sendo usados dois processos: a pasteurização lenta onde o leite é aquecido por 30 minutos a 62-65°C ou a pasteurização rápida onde o leite é aquecido por 15 segundos a 72-75°C.

#### **Material e métodos**

Usou-se duas amostras de leite sendo 500 mL de leite cru e 500 mL de leite que foi pasteurizado à temperatura de 65°C/30 minutos e resfriado à temperatura ambiente. Alíquotas de 10 mL das duas amostras de leite foram transferidas para 2 tubos de ensaio com tampas rosqueadas, pré esterilizados. Esses tubos foram utilizados para teste de redutase conforme anteriormente descrito.

### **3.2.5 Microfiltração**

O processo de microfiltração tem sido recomendado para reduzir a presença de bactérias contaminantes indesejáveis no queijo, separando-se os esporos e células vegetativas através da filtração por membranas cujo tamanho dos poros (entre 0,4 e 1,4 micron de diâmetro) permite a passagem de todos os componentes do leite desnatado.

#### **Material e métodos**

Uma amostra de leite cru foi dividida em duas alíquotas sendo uma delas submetidas ao processo de desnate. Essa amostra desnatada foi filtrada em equipamento de microfiltração previamente esterilizado. Este equipamento consiste num suporte de membrana filtrante (Millipore, 0,25µm) acoplado a uma bomba de vácuo. O leite microfiltrado e desnatado foi transferido para tubos de ensaio para que se submetesse ao teste de redutase.

A outra alíquota da amostra do leite cru foi transferida para tubos de ensaio e também submetida a teste de redutase, constituindo a amostra referência.

### **3.2.6 Impacto do tratamento térmico do leite na precipitação da caseína**

A coagulação do leite envolve proteólise com formação de “para-kappa-caseína” e N não protéico, seguida de coagulação induzida por  $Ca^{2+}$ . A geleificação das micelas de “para-kappa-caseína” é sensível à temperatura e não ocorre a temperaturas inferiores

a 20°C. Acima de 90°C/10 minutos o leite não coagula. A firmeza do gel obtido é prejudicada pelo tratamento térmico.

Pelo aquecimento temos diminuição da capacidade de ligação das caseínas; dificuldades na obtenção de um gel firme e dependendo da intensidade de aquecimento pode-se não formar gel.

## **Material e métodos**

Usou-se amostras de leite cru, pasteurizado e UHT. Aqueceram-se as três amostras a 35°C e foi adicionado o coagulante líquido (coalho) na proporção indicada pelo fabricante. As amostras foram lidas com 30, 40, 50 e 60 minutos após a adição do coalho anotando-se os resultados de coagulação.

### **3.2.7 Verificação do poder de coagulação de diferentes tipos de coalhos**

O coalho é o principal elemento da coagulação do leite, constituído por um complexo de enzimas com predominância da quimosina e pepsina. Para que se tenha bons resultados na coagulação do leite, deve-se determinar o poder coagulante, que também pode ser denominado de “força” do coalho, uma vez que nem sempre os coagulantes são armazenados de forma correta nos postos de venda, podendo com isso diminuir seu poder coagulante.

O teste fundamenta-se na determinação do tempo de coagulação de um volume de leite, à 35°C, por uma quantidade de coalho conhecida, baseada na propriedade que tem a quimosina do coalho de desdobrar a caseína do leite.

## **Material e métodos**

### **Coalho líquido:**

Foi preparado uma solução aquosa 10:100 (v/v) da suspensão coagulante líquida (coalho). Uma alíquota de (10mL) desta solução foi adicionada a 500mL de leite pré aquecido a 35°C. Observou-se o tempo necessário para o início da coagulação sendo então calculado a força do coalho líquido.

### **Coalho pó:**

Preparou-se uma solução aquosa 1:100 (p/v). Uma alíquota de (10mL) desta solução foi adicionada a 500mL de leite pré aquecido a 35°C. Observou-se o tempo necessário para o início da coagulação sendo então calculado a força do coalho pó.

### **Cálculo da força do coalho:**

A força do coalho foi calculada usando-se a seguinte fórmula:

$$F = \frac{L \times 2400}{C \times T}$$

Onde: F = força do coalho

L = quantidade de leite (mL)

C = quantidade de coalho (mL ou g)

T = tempo de coagulação (Seg)

### **3.2.8 Verificação do tempo de agitação dos grânulos de massa quanto ao rendimento do queijo minas meia cura**

Há vários fatores que afetam o rendimento da fabricação de queijos como a composição do leite, a composição do queijo, perdas no corte da massa, estocagem do leite a frio, presença de psicrotróficas, tipo de coalho, uso de cloreto de cálcio, dentre outros. O teor de umidade dos queijos é um fator de grande importância, influenciado pelo processo de fabricação do queijo. Muitas vezes a expressão de rendimento quase sempre é feita de maneira empírica e inexata e não retrata, portanto, a situação real ocorrida na fabricação do queijo. O rendimento e a redução das perdas são fatores que influenciam decisivamente na viabilidade econômica de uma fabricação de queijos e devem ser controlados tecnicamente com o intuito de tornar o produto resultante cada vez mais expressivo e competitivo no mercado.

Um dos fatores importantes é o tempo e a intensidade de mexedura dos grãos de coalhada durante o processo de fabricação.

#### **Material e métodos**

Foram preparados dois recipientes contendo cada, 10 litros de leite pasteurizado. Este leite, aquecido a 35°C foi adicionado de 1% de fermento lácteo sendo agitado para distribuição uniforme. Foi ainda adicionado 4 mL de solução de Cloreto de Cálcio (50%) e coalho na proporção indicada pelo fabricante. O tempo de coagulação foi de aproximadamente 40 minutos. A massa foi cortada em grãos de 1cm de aresta seguindo-se de repouso por 5 minutos. Agitou-se lentamente a massa por 10 minutos em um dos recipientes, sendo a temperatura elevada gradualmente a 38°C (1°C a cada 5 minutos). No outro recipiente a massa foi agitada por 20 minutos e aqueceu-se nas mesmas condições. As massas foram deixadas em repouso por 5 minutos sendo feito a dessoragem e transferidas para formas com dessoradores, fazendo-se a viragem dos queijos após 20 minutos. Os queijos foram transferidos para refrigerador até o dia seguinte para então serem pesados.

### **3.2.9 Verificação do efeito da lavagem da massa do Queijo Prato em comparação com o Queijo Minas Meia Cura**

O Queijo Minas Meia Cura tem as seguintes características sensoriais: consistência semi-dura, tendendo a macia e de untura manteigosa; cor branco-creme; crosta fina, amarelada; odor característico, sendo de massa semi-cozida e não lavada, dando um sabor ácido agradável e não picante ao queijo; textura com buracos mecânicos, pouco numerosos.

O Queijo Prato tem as seguintes características sensoriais: consistência elástica; cor amarelado; possui crosta lisa e sem trincas; odor característico, sendo de massa semi-cozida e lavada, o que explica sua consistência macia e sabor suave.

O processo de fabricação dos queijos é o mesmo, sendo que diferem somente na lavagem da massa no Queijo Prato, mostrando que uma pequena mudança no processamento, faz grande diferença na análise sensorial dos produtos.

## **Material e métodos**

Foram preparados dois recipientes contendo cada, 10 litros de leite pasteurizado. Este leite, aquecido a 35°C foi adicionado de 1% de fermento lácteo sendo agitado para distribuição uniforme. Foi ainda adicionado 4 mL de solução de Cloreto de Cálcio (50%) e coalho na proporção indicada pelo fabricante em um dos recipientes. No outro além dos ingredientes citados anteriormente, adicionou-se também 1mL de corante de Urucum. O tempo de coagulação foi de aproximadamente 40 minutos. A massa foi cortada em grãos de 1cm de aresta seguindo-se de repouso por 5 minutos.

Em um dos recipientes, agitou-se por 20 minutos, com aquecimento gradual, até 38°C (i). A massa do outro recipiente foi deixada em repouso por 5 minutos, retirando-se então, 30% de soro e fazendo o aquecimento gradual a 38°C (ii) com adição de água a 75 - 80°C. A mexedura foi feita por 20 minutos. Após repouso de alguns minutos todo o soro foi retirado e a massa transferida para formas com dessoradores. Os queijos foram prensados e, após 20 minutos, virados. Após 12 horas em salmoura os queijos foram maturados por 20 dias/10°C. Fez-se a análise sensorial dos dois tipos de queijos.

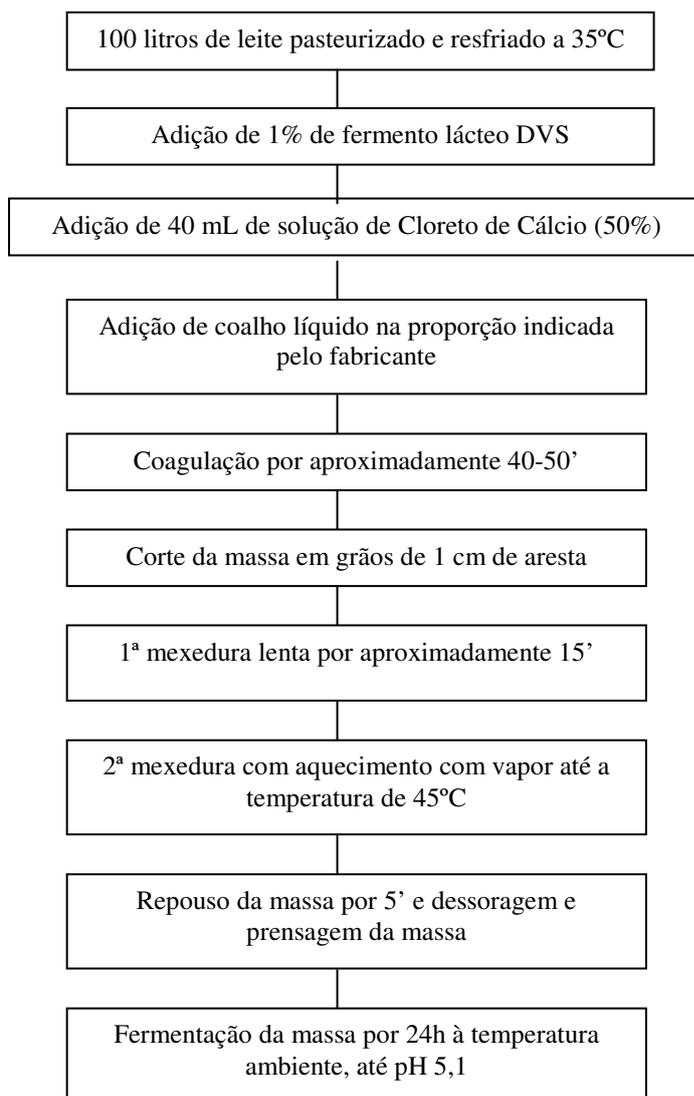
### **3.2.10 Simulação de filagem – verificação de tempo e temperatura**

A velocidade do processo de filagem deve ser ajustada de acordo com a temperatura da água de filagem e a firmeza da massa a ser filada. Problemas de esfacelamento da massa podem ocorrer se a temperatura da água for ideal, mas o tempo da filagem for alto demais, ou se o tempo for ideal, mas a temperatura da água quente for aquém da desejada. Um tempo muito rápido de filagem e uma temperatura da água quente muito baixa agrava mais os problemas. Nessas situações a massa não será bem filada, podendo apresentar marmorização e queda no rendimento do processo devido à perda excessiva de gordura e proteínas na água de filagem.

Massas mais firmes, tendo menor teor de umidade requerem temperaturas mais altas de filagem, enquanto que massas mais macias, mais úmidas, filam bem a temperaturas mais baixas. Esses fatores são bem controlados com a experiência prática do queijeiro ou técnico.

## **Material e métodos**

A massa do Queijo Mussarela foi preparada conforme fluxograma abaixo:



A massa com pH entre 5,1 foi fatiada para filagem. Parte da massa foi filada com água à temperatura de 70°C e a outra parte com água a 85°C sendo o desempenho de cada observado e anotado.

Os queijos foram enformados em formas próprias. A viragem foi feita após 10 minutos com subsequente resfriamento em água gelada, sendo então transferidos para salmoura gelada a 20% de sal, por aproximadamente 6h.

### 3.2.11 Verificação da cremosidade do requeijão cremoso: produção de fio longo

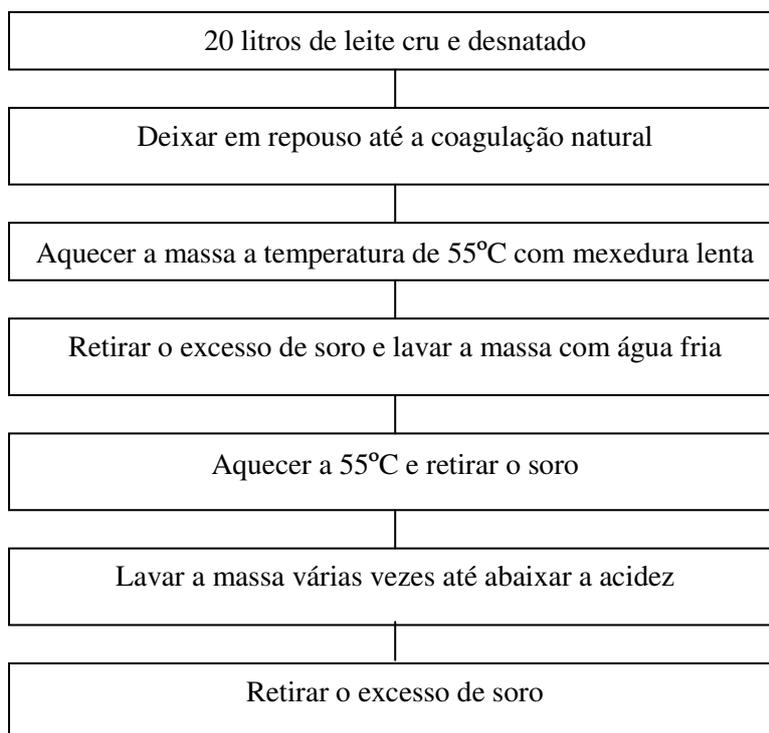
Os sais fundentes são usados para fornecer uma estrutura uniforme durante o processo de fusão. Fosfatos, polifosfatos e citratos são os sais emulsificantes mais comumente utilizados. A habilidade de sequestrar cálcio é uma das mais importantes funções dos agentes emulsificantes. Deve-se combinar dois ou mais sais em mistura para atingir simultaneamente ótimas características emulsificantes e de fusão, para produzir um requeijão homogêneo e estável.

O uso de sais fundentes visa fornecer uma estrutura uniforme durante o processo de fusão, melhorando as características reológicas e sensoriais do produto final, como brilho, elasticidade e homogeneidade.

O tetrapirofosfato apresenta uma formação de fio mais longo em comparação com o citrato de sódio, sendo que está sendo muito utilizado na fabricação de requeijão culinário, onde se fundem com o aumento da temperatura, característica muito apreciada pelos consumidores de salgadinhos e tortas.

### Material e métodos

A massa para requeijão foi preparada conforme fluxograma abaixo:



Num recipiente foram misturados 500g de massa para requeijão como preparada anteriormente, 400mL de creme, 5g de tetrapirofosfato e 10g de sal comum.

Em outro recipiente o tetrapirofosfato foi substituído por citrato de sódio na mesma quantidade.

Os recipientes foram aquecidos até a fusão dos ingredientes, sob agitação constante. Os produtos foram então analisados visualmente para características de cremosidade e formação de fio.

### 3.2.12 Produção de gases por bactérias propiônicas

Queijos duros, como por exemplo, o Parmesão possuem massa compacta e fechada, sem olhaduras mecânicas ou provenientes de fermentação gasógena. Mas, podemos observar o aparecimento de olhos lisos, brilhantes, arredondados ou ovalados, o que descaracteriza o produto. Para o Queijo Reino, a olhadura propiônica nem sempre

é vista como defeito, havendo tolerância para algumas olhaduras pequenas e arredondadas. Quando a fermentação propiônica se manifesta como um “olho” exageradamente grande, ocupando grande espaço no centro do queijo, o problema é mais grave.

Para o Queijo Suíço, é característica fundamental a apresentação de olhaduras provenientes de bactérias propiônicas de tamanhos médios.

### **Material e métodos**

Foi utilizada cultura comercial liofilizada (SACCO) de bactérias propiônicas. A cultura foi reidratada em água peptonada e transferida para agar PCA semi-sólido (enriquecido com 1,7% de lactato) incubando-se por 96 horas a 30°C.

Após crescimento a cultura foi transferida para caldo BHI sendo o tubo selado com óleo mineral e levado a incubação por 30°C até turvamento.

Para um tubo de ensaio, foi transferido 0,5mL dessa cultura, sendo coberto com algumas gramas de massa fresca de queijo. Este material foi selado com uma mistura de parafina e cera de abelha (50:50). Esses tubos foram incubados a 30°C sendo feito a leitura periódica (intervalo de 24h) para verificação do deslocamento do selo.

### **3.2.13 Simulação da atividade lipolítica em queijos**

Lipólise é uma atividade bioquímica importante para o desenvolvimento de certas características de sabor e aroma de queijos. Durante a maturação dos queijos a atividade lipolítica é resultante da ação de enzimas adicionadas e de microrganismos como certos mofos e bactérias.

Esta atividade é a principal responsável pelo sabor picante de alguns queijos, podendo também estar implicada em defeitos como rancificação hidrolítica.

É importante para o desenvolvimento do raciocínio crítico do aluno que ele possa visualizar esta atividade metabólica.

### **Material e métodos**

A 100mL do agar PCA Cloram fundido, adicionou-se 10mL de tributirina. Esta mistura foi homogeneizada em liquidificador. Este meio foi tinalizado pelo aquecimento em vapor fluente, em autoclave, por 30', em 3 dias seguidos. Distribuídos em placas de Petri, estas foram inoculadas com isolado do mofo de Queijo Gorgonzola. A inoculação foi feita em superfície utilizando-se agulha esterilizada. A incubação foi por 5 dias a 20-22°C.

### **3.2.14 Simulação da atividade proteolítica em base caseína**

Proteólise é uma atividade bioquímica importante para o desenvolvimento de certas características organolépticas de queijos, especialmente textura.

Durante a maturação dos queijos, a atividade proteolítica é resultante principalmente da ação de microrganismos. Esta atividade é a principal responsável pelo amaciamento dos queijos podendo também estar implicada em defeitos como, por exemplo, sabor amargo.

É importante para o desenvolvimento do raciocínio crítico do aluno que ele possa visualizar esta atividade metabólica.

### **Material e métodos**

O meio de cultura utilizado foi o agar leite. Este foi preparado à partir de um meio basal (5g de peptona de carne, 3g de extrato de levedura, 12g de agar e 900 mL de água destilada; 121°C/15'), ao qual foi adicionado, no momento do plaqueamento, 100mL de leite desnatado reconstituído (10%) estéril. As placas foram inoculadas em superfície (spot-on-plate) com cultura de *Pseudomonas* incubadas a 21-22°C/3-5 dias. Após o período de incubação, o meio foi coberto com uma solução de ácido acético a 10% por 1'. O excesso de líquido foi eliminado sendo feita a leitura de halo de proteólise.

### **3.2.15 Mussarela: verificação da espalhabilidade e liberação de gordura com diferentes dias de maturação**

Espalhabilidade é representada pelo aumento da área superficial ocupada pelo queijo em função do seu derretimento. A liberação de gordura, refere-se a ocorrência e/ou aumento de gordura livre na superfície da pizza durante o processo de cozimento.

Essas duas propriedades estão relacionadas às características de maturação e processamento do queijo.

### **Material e métodos**

O queijo tipo Mussarela foi elaborado conforme protocolo de fabricação adotado no CEFET de Uberaba. Estes queijos foram maturados a 10°C por 7, 14, 21 e 28 dias.

As peças foram amostradas retirando-se um cilindro de aproximadamente 3,15cm de diâmetro e fatiados (fatias de aproximadamente 0,7cm de espessura). Essas fatias (hóstias) foram dispostas sobre um disco de papel filtro (Whatmann n.º 1), em placas de Petri. As placas foram levadas em estufa pré aquecida a 110°C. Após 5 minutos de cocção as placas foram retiradas e, após resfriamento, com uso de paquímetro, foi medido o aumento de área superficial coberto pelo queijo.

Foi medido, também, o halo de gordura, retido no papel filtro, circundando o queijo derretido.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ASPECTOS EDUCACIONAIS E PEDAGÓGICOS

Análise das respostas aos dois questionários aplicados mostrou uma evolução clara no conhecimento da população amostra. Em muitos aspectos estudados as respostas obtidas mostram uma consolidação do conhecimento do aluno, como nas questões sobre o que é coagulação do leite, o que são microrganismos termofílicos, onde todos os alunos responderam corretamente às questões apresentadas, após os experimentos.

Na questão sobre o que fazer para se obter leite de qualidade, um número superior a 60% dos alunos mostravam não saber ou dispor de conceitos equivocados. Após as aulas todos os alunos mostraram saber quais os principais requisitos para obtenção de leite de qualidade.

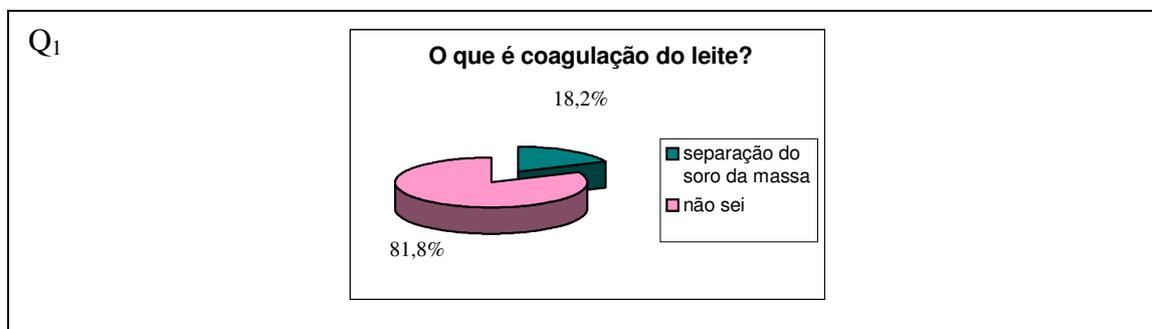
Outro exemplo diz respeito ao conceito de força do coalho onde, inicialmente, a totalidade do grupo dizia não ter noção enquanto na avaliação final, todos mostraram capacidade de trabalhar corretamente o conceito.

O mesmo foi observado na questão sobre maturação de queijos e sobre filagem do Queijo Mussarela.

Análise das respostas mostraram também a necessidade de aprimorar alguns conceitos de modo a reduzir o número de respostas múltiplas ou equivocadas. Um exemplo é sobre a espalhabilidade do Queijo Mussarela onde cerca da metade do grupo de alunos em estudo mostrou dificuldades na absorção dos conceitos corretos ou persistiu na dúvida.

Os resultados obtidos podem ser observados nos gráficos abaixo:

Fig. 1: respostas dos alunos à questão: O que é coagulação do leite?



(Q<sub>1</sub>: respostas da avaliação inicial) (Q<sub>2</sub>: respostas ao final do curso: 100% de acerto nas respostas)

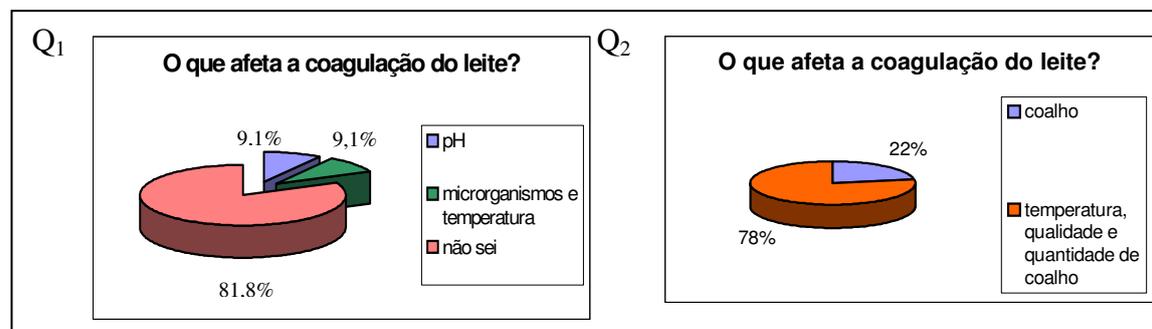


Fig.2: respostas dos alunos à questão: O que afeta a coagulação do leite?

Fig. 3: respostas dos alunos à questão: O que você entende sobre qualificação do leite?  
(Q<sub>1</sub>: respostas da avaliação inicial) (Q<sub>2</sub>: respostas ao final do curso)

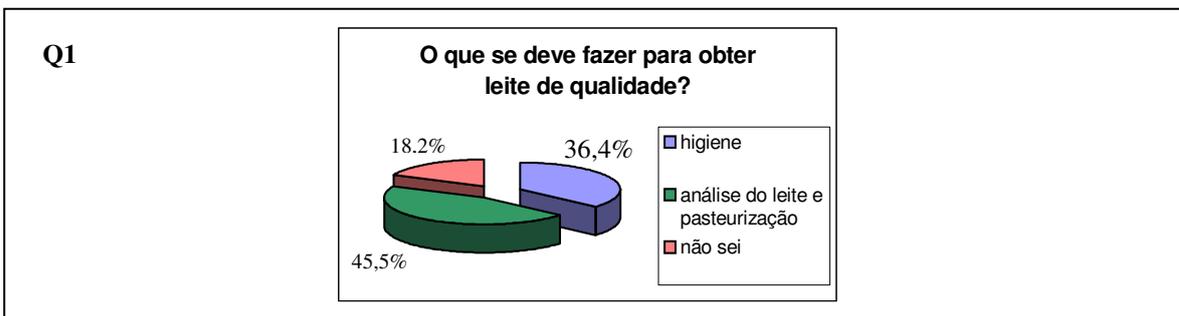
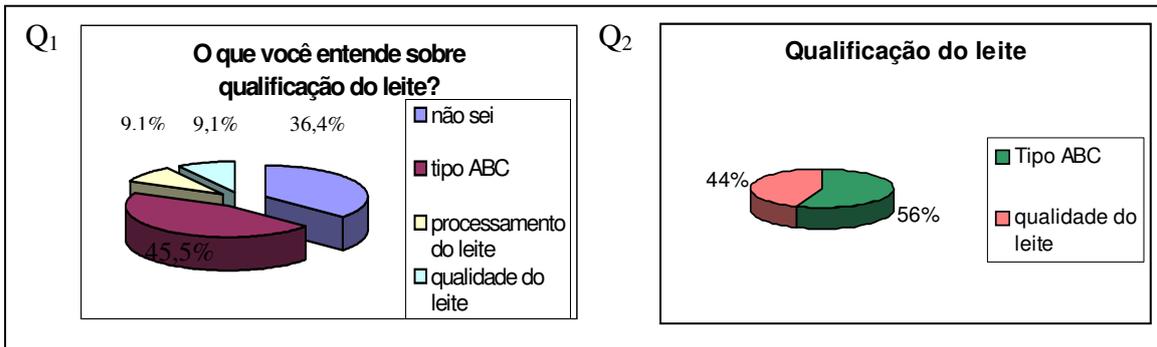


Fig. 4: respostas dos alunos à questão: O que se deve fazer para obter leite de qualidade?  
(Q<sub>1</sub>: respostas da avaliação inicial) (Q<sub>2</sub>: respostas ao final do curso: 100% de acerto nas respostas)

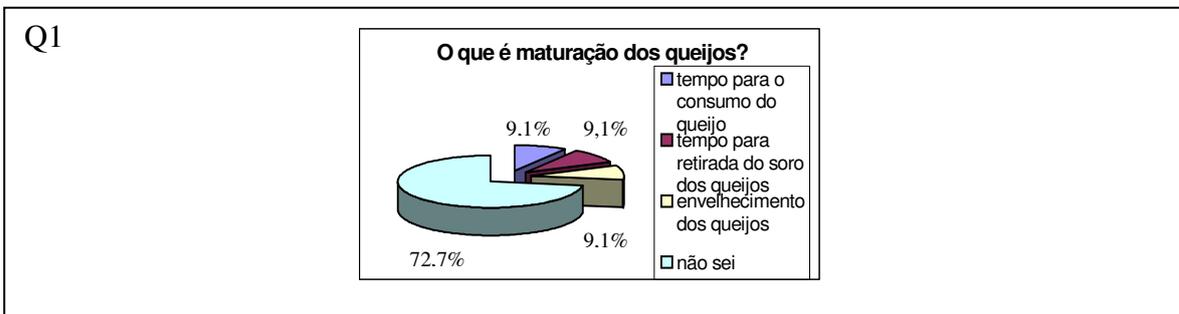


Fig. 5: respostas dos alunos à questão: O que é maturação dos queijos?

(Q<sub>1</sub>: respostas da avaliação inicial) (Q<sub>2</sub>: respostas ao final do curso: 100% de acerto nas respostas)

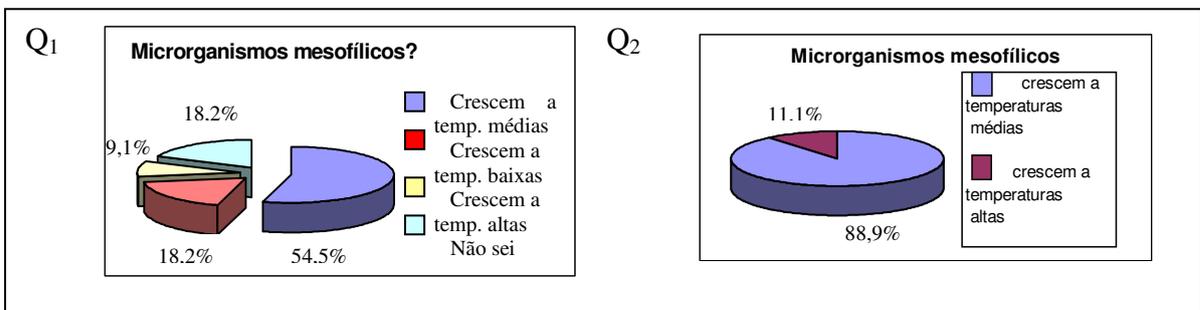


Fig. 6: respostas dos alunos à questão: O que são microrganismos mesofílicos?  
(Q<sub>1</sub>: respostas da avaliação inicial) (Q<sub>2</sub>: respostas ao final do curso)

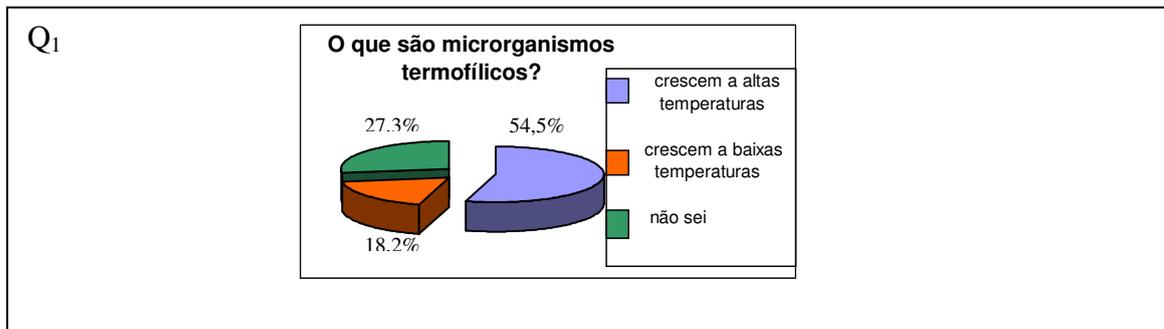


Fig. 7: respostas dos alunos à questão: O que são microrganismos termofílicos?

(Q<sub>1</sub>: respostas da avaliação inicial) (Q<sub>2</sub>: respostas ao final do curso: 100% de acerto nas respostas)

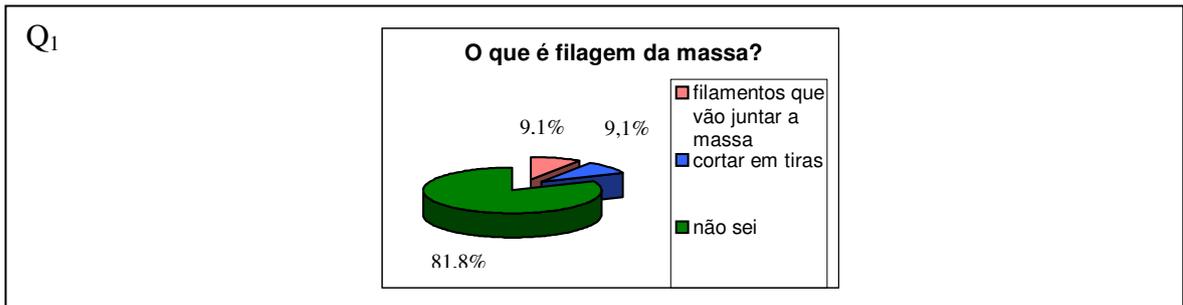


Fig. 8: respostas dos alunos à questão: O que é filagem do Mussarela?

(Q<sub>1</sub>: respostas da avaliação inicial) (Q<sub>2</sub>: respostas ao final do curso: 100% de acerto nas respostas)

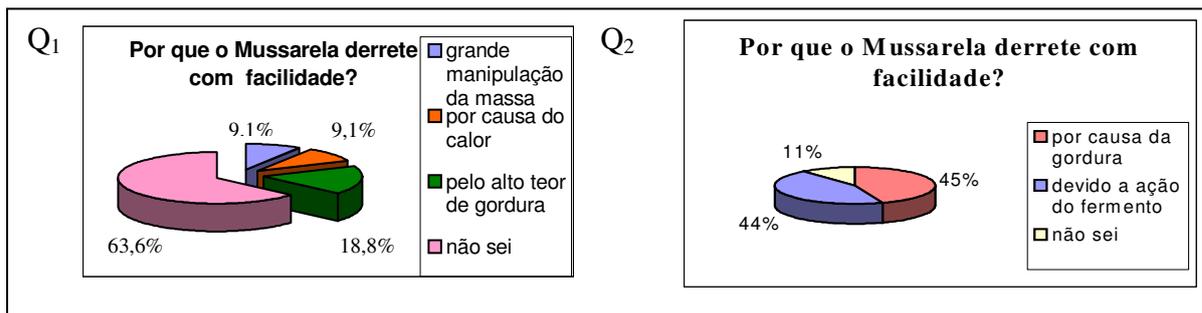


Fig. 9: respostas dos alunos à questão: Por que o Mussarela derrete com facilidade quando aquecido?

(Q<sub>1</sub>: respostas da avaliação inicial) (Q<sub>2</sub>: respostas ao final do curso)

## 4.2 EXPERIMENTOS

### 4.2.1 Teste de redutase + Psicrotróficos

As amostras de leite em que foi feito a adição do fermento e logo realizado o teste de redutase (T<sub>0</sub>) teve como resultado uma redução em três horas e meia, podendo o leite ser classificado com regular. O leite dos tubos que ficaram em refrigerador por 48 horas após adição do fermento, teve a redução ocorrida em uma hora e trinta minutos, podendo classificá-lo como ruim.

#### 4.2.2 Acidificação do leite devido ao tempo de transporte

Com esse teste verificou-se os seguintes resultados:

HORAS APÓS ORDENHA	pH	ACIDEZ DORNIC (°D)	REDUTASE
3h	6,66	16°D	Reduziu em 8h
4h	6,50	17°D	Reduziu em 7h
5h	6,39	18°D	Reduziu em 5h
6h	6,20	19°D	Reduziu em 4h

O leite obtido e mantido em temperatura ambiente alta, rapidamente elevou sua carga bacteriana. Quanto maior essa carga e sua taxa de multiplicação, mais rapidamente o leite foi objeto de alterações.

Através desse teste verificou-se que o tempo de exposição do leite à temperatura ambiente, simulando-se o transporte do mesmo sob condições de não refrigeração, permitiu que as bactérias mesofílicas do leite (principalmente lactobacilos e algumas espécies de estreptococos) metabolizassem a lactose acumulando ácido láctico que alterou gradativamente o pH do leite, diminuindo-o, aumentando a acidez Dornic e reduzindo o tempo de descoloramento do Azul de Metileno.

#### 4.2.3 Teste de inibidores no leite

Em todas as placas preparadas com diluições de estreptomina foram observados halos de inibição num gradiente correspondente nas diferentes diluições. Não houve observação de inibição nas amostras de referência.

#### 4.2.4 Tratamento térmico

Neste teste os alunos observaram que o leite cru reduziu em 2:30h enquanto que o pasteurizado não reduziu em 8h. O leite cru foi classificado como ruim enquanto que o leite que foi pasteurizado foi classificado como excelente.

O leite cru em contato com o meio exterior pode ser considerado um ecossistema aberto, podendo-se encontrar qualquer microrganismo presente. As propriedades do leite, a temperatura e o tempo, serão as condições que determinarão quais os microrganismos presentes que irão se desenvolver e sobrepor-se aos demais.

O tratamento térmico do leite, pode alterar profundamente sua capacidade como substrato atuando na destruição das células vegetativas das bactérias. Com a pasteurização do leite consegue-se uma eficiência bactericida geralmente superior a 98%.

#### 4.2.5 Microfiltração

Os alunos através desse ensaio verificaram que o leite cru teve uma redução em três horas, sendo classificado como leite ruim. A outra amostra microfiltrada não reduziu em oito horas, sendo classificado como excelente.

#### 4.2.6 Impacto do tratamento térmico do leite na precipitação da caseína

Os alunos puderam observar que aos 30' o leite cru apresentava sinais de coagulação. Esses sinais foram observados aos 60' no leite pasteurizado. O leite esterilizado não coagulou durante todo o período da aula (4 horas), apresentando uma precipitação granular fina.

Estas observações condizem com o esperado, já que o aquecimento pode alterar a capacidade de ligação das caseínas e a conseqüente firmeza do coágulo. No leite UHT, essas ligações são integralmente comprometidas devido às temperaturas elevadas utilizadas no processo, em contraste com a força mais intensa de formação do gel no leite cru.

#### 4.2.7 Verificação do poder de coagulação de diferentes tipos de coalhos

Os alunos puderam observar os seguintes resultados para as amostras de suspensão coagulante líquida e coagulante pó por eles preparadas:

	<b>COALHO LÍQUIDO: HÁ-LA</b>	<b>COALHO PÓ: HALAMIX</b>
Poder de coagulação calculada em aula	1: 3333	1: 13.333*
Poder de coagulação do coalho informada no rótulo do produto	1: 3000	1: 30.000

A amostra teste de coalho líquido mostrou desempenho superior ao apresentado no rótulo. Já a amostra coalho em pó mostrou desempenho inferior ao apresentado no rótulo.

Essas duas observações foram espontaneamente feitas pelos alunos e apontadas em relatório. Também no relatório os alunos observaram que o prazo de validade do coalho em pó estava vencido.

#### 4.2.8 Verificação do tempo de agitação dos grânulos de massa quanto ao rendimento do Queijo Minas Meia Cura

Os alunos puderam através da comparação do peso do leite utilizado no processo e o peso obtido, verificar que o queijo de 10 minutos de agitação resultou num

rendimento de 12,8%. Este rendimento se reduziu para 11,8% na massa agitada por 20 minutos.

Esses valores estão dentro do esperado, mostrando que mexedura por mais tempo resulta em dessoragem maior influenciando no rendimento final.

#### **4.2.9 Verificação do efeito da lavagem da massa do Queijo Prato em comparação com o Queijo Minas Meia Cura**

Os alunos procederam à análise sensorial dos queijos expressando os seguintes resultados:

<b>ATRIBUTOS</b>	<b>(i) QUEIJO MINAS MEIA CURA</b>	<b>(ii) QUEIJO PRATO</b>
Sabor	Sabor mais pronunciado, mais forte	Insípido, suave
Odor	Mais forte, mas bom	Bom
Textura	Cremosa, macia e fechada	Cremosa, macia e fechada
Aparência	Boa	Boa

A maioria dos alunos provadores apontaram o Queijo Minas Meia Cura como o de sabor mais pronunciado e preferido. Não mostraram preferência quanto aos dois tipos de queijos em relação a aparência e textura.

#### **4.2.10 Simulação de filagem – verificação de tempo e temperatura**

Os alunos puderam observar que diferentes temperaturas de filagem tem efeito diferente sobre a qualidade do queijo. Observaram que a massa filada a 70°C, apresentou-se mais firme, porém elástica, fácil de trabalhar, não arrebandando nem desfiando, dando a formação de blocos, nós e tranças bem feitos e bem lisos. Observaram também que a massa filada com água a 85°C apresentou-se muito mole, retendo ar no seu interior, levando à formação de bolhas na casca. A massa resfriada, apresentou-se arpejada no local da formação das bolhas devido ao seu rompimento. As peças mal filadas apresentavam marmorização, defeito de manchas esbranquiçadas.

#### **4.2.11 Verificação da cremosidade do requeijão cremoso: produção de fio longo**

Os alunos puderam observar que o pH da massa estava em 5,6.

O requeijão cremoso feito com sal fundente citrato de sódio apresentou-se mais firme, formando-se um fio curto quando retirado da embalagem. O requeijão cremoso onde usou-se tetrapirofosfato para fusão apresentou-se mais cremoso, formando um fio longo quando retirado da embalagem.

#### 4.2.12 Produção de gases por bactérias propiônicas

Após 24h de incubação, verificou-se o deslocamento do selo de parafina. Houve também a produção de bolhas de ar, confirmando com isso a produção de gases pelas bactérias propiônicas.

O experimento como foi delineado, mostrou uma capacidade de gerar resultado rapidamente.

#### 4.2.13 Simulação da atividade lipolítica em queijos

Os alunos puderam visualizar o desenvolvimento de um halo resultante da ação das enzimas produzidas pelo mofo sobre a tributirina.

#### 4.2.14 Simulação da atividade proteolítica em base caseína

Os alunos puderam visualizar que, em torno dos pontos de inoculação do microrganismo teste, houve a formação de um halo resultante da hidrólise da proteína do leite.

#### 4.2.15 Mussarela: verificação da espalhabilidade e liberação de gordura com diferentes dias de maturação

O experimento preparado e operado pelos alunos mostrou os seguintes resultados:

<b>Maturação cm</b>	<b>7 dias de maturação</b>	<b>14 dias de maturação</b>	<b>21 dias de maturação</b>	<b>28 dias de maturação</b>
<b>Diâmetro médio da hóstia</b>	3,15	3,10	3,10	3,15
<b>Diâmetro médio da hóstia pós derretimento</b>	3,44	3,57	4,37	4,57
<b>Espessura do halo de gordura no papel filtro</b>	2,00	1,89	1,89	1,89
<b>Espessura da hóstia</b>	0,67	0,67	0,70	0,70
<b>% de derretimento</b>	9,20%	15,21%	41,%	45,10%

A partir dos diâmetros médios, foi calculada a porcentagem de derretimento das hóstias de Mussarela, segundo a equação:

$$\% \text{ de derretimento} = \frac{A_f - A_i}{A_i} \times 100$$

Onde: Af: área da hóstia após o derretimento (calculada com o diâmetro médio)

Ai: área da hóstia antes do derretimento (calculada com o diâmetro médio).

O Mussarela teve uma maior espalhabilidade quanto maior o tempo de maturação (9,2%/7 dias a 45,10%/28 dias).

Já a liberação de gordura não apresentou variação no período teste. Essas observações estão de acordo com o relatado por outros pesquisadores.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procurou-se, neste trabalho, uma sistematização de conceitos e experimentos procurando levar o aluno à construir, de forma evolutiva seu conhecimento sobre o processamento de queijos e as implicações das várias etapas nas características de qualidade. Os resultados obtidos com o grupo de alunos em estudo mostraram, de forma clara, que houve uma consolidação do conhecimento das bases científico-tecnológicas do processamento de queijos. Os alunos puderam entender as implicações da obtenção do leite de qualidade para o processamento e maturação sobre as características funcionais do queijo e puderam também construir um raciocínio envolvendo a aplicação dessas observações no seu cotidiano de consumidor.

O teste de redutase + Psicrotróficas mostrou aos alunos que a predominância de bactérias psicrotróficas, que apresentam boa capacidade de crescimento mesmo em baixas temperaturas, reduziu a qualidade do leite e que a prática do resfriamento e estocagem do leite nas fazendas deve obrigatoriamente vir acompanhada de procedimentos adequados de higiene.

Na simulação da acidificação do leite devido ao tempo de transporte, os alunos mobilizaram o que aprenderam para situações reais e verificaram que o resultado da contaminação do leite logo após a ordenha e sua manutenção por um período de algumas horas à temperatura ambiente é favorável ao crescimento dos microrganismos contaminantes. Embora o sistema de transporte de leite no Brasil esteja sofrendo grandes transformações através da coleta a granel, deve-se observar que, no caso do transporte em latões, deve ser feito o mais rápido possível, minimizando o impacto da temperatura ambiental.

Os alunos puderam observar os prejuízos que os antibióticos podem causar para a indústria laticinista, inibindo as culturas lácticas utilizadas na fabricação de queijos, iogurtes e bebidas lácteas. Isto também abriu chance para que pudessem desenvolver raciocínio lógico sobre as possíveis implicações de uma ocorrência desse tipo na maturação e qualidade desse queijo. Além dessas conclusões, os alunos puderam usar seus conhecimentos no seu dia-a-dia, verificando os riscos para a saúde em se consumir leite com resíduos de antibióticos.

Os alunos verificaram a importância de se tratar o leite termicamente para a redução da microbiota e comprovar a eficácia do processo de microfiltração na redução da microbiota.

Os alunos puderam observar que a intensidade do aquecimento no processamento do leite pode provocar modificações no comportamento da fração protéica do leite, da sua capacidade de geleificar, da firmeza do gel e conseqüentemente do rendimento da fabricação de queijos. Outro fator importante observado foi que diferentes coalhos e diferentes formas físicas de apresentação podem diferir em poder coagulante. Observaram também que o poder coagulante é mensurável e pode ser padronizado. O estudo mostrou exercício de espírito crítico e inquisitivo ao relatar o prazo de validade vencido como possível explicação para o menor poder coagulante.

Os alunos puderam avaliar que o tempo de mexedura dos grãos da massa durante o processamento tem impacto no rendimento final do processo e que a operação de lavagem da massa, que reduz a acidez e teor de lactose, tem influência pronunciada nas características organolépticas do queijo.

Os alunos puderam observar que a importância do controle da temperatura do processo na filagem do Mussarela.

As características de pH da massa é fator determinante na escolha do tipo de sal fundente usado na fabricação de requeijão cremoso. E que diferentes sais fundentes levam a diferentes resultados de produto final.

Os alunos puderam observar a capacidade de produção de gases por certos microrganismos e discorrer sobre aspectos e situações em que esta atividade pode ser desejável ou não, ou seja, gerar características de qualidade ou defeitos.

A ação microbiana sobre a fração lipídica e protéica desenvolveram nos alunos a percepção do impacto desta ação sobre a formação das características organolépticas do queijo, além de colocar em prática o conhecimentos de microbiologia.

Os alunos puderam entender as implicações do processo e da maturação sobre as características funcionais do queijo e puderam também construir um raciocínio envolvendo a aplicação dessas observações no seu cotidiano de consumidor.

Concluiu-se que nesse trabalho procurou-se ensinar aos alunos como mobilizar os recursos cognitivos para resolver determinadas situações, através de projetos, situações problemas e contradições, para isso, associou-se o saber com o modo de utilizá-lo.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. R. de **Tecnologia de leite e derivados**. Lavras: Imprensa Universitária UFLA, 2000. 205 p.

ALMEIDA, F. J. de; FONSECA JÚNIOR, M. F. **Projetos e ambientes inovadores**. Brasília: MEC, Secretaria de Educação à Distância, 2000. 96 p.

ALMEIDA, I. C *et al.* Pesquisa de atividade lipolítica e/ou proteolítica em cepas psicrotóxicas de *Pseudomonas* spp. e *Bacillus* spp. **Higiene Alimentar**, São Paulo: Fonte Comunicação e Editora Ltda, v.11, n. 71, p. 58-60, 2000.

ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE LATICÍNIOS. Segurança alimentar: pesquisa de resíduos de antibióticos em leite, 2002. Disponível em: <<http://www.agroportal.pt/a/2002/anil.htm>> Acesso em 4 abr. 2004.

BRAMLEY, A. J.; MCKINNON, C. H. **Dairy microbiology: the microbiology of milk**. 2. ed. London/New York: Elsevier Science Ltda, 1990. cap. 5: The microbiology of raw milk, p. 163-207.

BRASIL. Ministério da Educação. **Educação profissional**. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/semtec/educprof/intprof.shtm>>. Acesso em: 04 jul. 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Educação profissional: Legislação Básica**, Ministério da Educação, 5. ed. Brasília: 2001, 188 p.

BRASIL. Ministério da educação. **Referenciais Curriculares Nacionais da Educação Profissional de Nível Técnico: área profissional: agropecuária**. Brasília: MEC, 2000. 58 p.

CANDAU, V. M. (org.). **Rumo a uma nova didática**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 1991.

CARRARO, C. N. M. Por que evitar resíduos de antibióticos no leite? **Qualidade em Dia**, Jundiaí: Hexis Científica Ltda, ano 4, n. 16, p. 3, 2001.

CASTRO JÚNIOR, Ê. A. A importância da escolha do coelho. **BV News: Grupo BV**, 2004.

COUSIN, M. A. Physical and biochemical effects on milk components. In: MCKELLER, R. C. **Enzymes of psychrotrophs in raw food**. Boca Raton: CRC Press, 1989. 310 p.

COUSIN, M. A. Presence and activity of psychrotrophic microorganisms in milk and dairy products: a review. **Journal of Food Protection**, v. 45, n. 2, p. 172-207, 1982.

DIAS, J. G.; FURTADO FILHO, J. Resfriamento e qualidade do leite. **Qualidade em Dia**, Jundiaí: Hexis Científica Ltda, ano 4, n. 19, p. 6-7, 2001.

EMBRAPA Gado de Leite. Produção Brasileira de Queijos sob Inspeção Federal – 1993/2000. Disponível em: <<http://www.cnpqgl.embrapa.br/produção/04industria/tabela04.04.php>>. Acesso em: 15 set. 2004.

EPAMIG. Instituto de Laticínios Cândido Tostes. **Queijos convencionais**. Juiz de Fora. Apostila. 10 p, 2001.

FOOD SCIENCE. Curd treatment. In: **Treatment of milk for cheesemaking**. University of Guelph, 2003. 5 p.

FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. de M. Tecnologia de Queijos. In: **Manual técnico para a produção industrial de queijos**. São Paulo: Editora Dipemar Ltda, 1994. 118 p.

FURTADO, M. M. **Indústria de Laticínios**, v. 6, n. 34, p. 5-9, 2001. Entrevista.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção**. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 1999. 176 p.

FURTADO, M. M. Queijo mussarela para pizza: fundamentos da fabricação. **Milkbizz Tecnologia Temático Laticínios**, pt. 1, p. 6-10, 2002. Entrevista.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos**. Varela, São Paulo, 2001. 629 p.

INFORMATIVO HA-LA BIOTEC. **Requeijão culinário**, CHS Hansen, ano 12, n. 73, 2003. 4 p.

KINDSTEDT, P. S. Mozzarella and pizza cheese. In: FOX, P.F. **Cheese: chemistry, physics and microbiology**. London: Elsevier Applied Publ. Science, 1993. p. 337-362.

KOHLMANN, K. L. *et al.* Production of proteases by psychrotrophic microorganisms. **Journal of Dairy Science**, Baltimore, v. 74, n. 10, p. 3275-3283, 1991.

LAW, B. A. **Microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk**. 2. ed. London: Blackie Academic & Professional, 1997. 365 p.

LONDOÑO, M. M. D; ABREU, L. R. de. Fabricação do queijo prato. **Produção de queijos**. Lavras: Centro de Produções Técnicas, 2002. 15 p.

MUIR, D. D. The shelf-life of dairy products: 1 factors influencing raw milk and fresh products. **Journal of the Society of Dairy Technology**, v. 49, p. 24-32, 1996.

PRATA, L. F. **Fundamentos de Ciência do leite**. Jaboticabal: FUNEP-UNESP, 2001. 287 p.

REQUEIJÃO Cremoso. São Paulo: **B.V.** Repres. Com. Prods p/ Lats Ltda, 2002. 7 p.

SALAZAR, M. W.; BEHRENS, M. A.; MONTOYA, I. K. **A didática num paradigma emergente e a articulação da metodologia de projetos**. 2004.

SANTOS, A. **Des-construindo a didática**. Rev. Universidade Rural. v. 23, n. 1, p. 67-75, 2001. (Série Ciências Humanas).

SANTOS, A. **Didática sob a ótica da complexidade**. Apresentado no evento do ENDIPE. Goiânia, 2002. cap. II.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. da. Importância e efeito de bactérias psicrotróficas sobre a qualidade do leite. **Higiene Alimentar**, São Paulo: Fonte Comunicação e Editora Ltda, v. 15, n. 82, p. 13-9, 2001.

SILVA, C. R. *et al.* Utilização de pirofosfato tetrassódico como sal fundente no processamento do requeijão culinário. **Indústria de Laticínios**, São Paulo, p. 58-62, 2003. (Caderno Fazer Melhor).

SILVEIRA, I. A. *et al.* Influência de microrganismos psicrotróficos sobre a qualidade do leite refrigerado. Disponível em: <[http://www.laticinio.net/inf\\_tecnicas.asp?cod=12](http://www.laticinio.net/inf_tecnicas.asp?cod=12)>. Acesso em: 4 maio 2004.

SPECIALIST CHEESEMAKERS ASSOCIATION. Udder infections. In: **The Specialist Cheesemakers code of best practice: milk production**. London: 2003.

TAMIME, A. Y.; LAW, B. A. **Mechanisation and automation in dairy technology**, U.S.A./Canada: Sheffield Academic Press, 2001. p. 336.

VALENTE, J. A. (org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: UNICAMP / Nied, 1999.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Milk and milk products: technology, chemistry and microbiology**. London: Chapman e Hall., 1994. 451 p.

VASQUEZ, A. S. **Filosofia da práxis**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

VIEIRA, R. P. *et al.* **“Era da Globalização” e o Novo paradigma Educacional**. In: 2º Encontro nacional de empreendedorismo, 2., 2000, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: UFSC, 2000.

PRÁTICAS DO ENSINO  
PRÁTICAS DO ENSINO  
DO PROCESSAMENTO DE QUEIJOS



**Dialogando com o conhecimento**



Marlene Jeronimo

Esse manual de atividades práticas relacionadas com o cotidiano de uma indústria de laticínios foi realizado no Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba – MG, no período de fevereiro a julho de 2004, com alunos do 3º ano do curso Técnico em Agroindústria, como instrumento que permitiu ao aluno apropriar-se das bases científico-tecnológicas do processamento do leite e derivados de modo criativo, inovador e eficaz nos resultados, onde o aluno teve a oportunidade de construir seu próprio conhecimento.

A orientação sobre o desenvolvimento de todas as atividades práticas foi do Dr. José Francisco Pereira Martins, Farmacêutico Bioquímico (UFSM), MSc Dairy Science pela Universidade de Reading, Inglaterra em 1977. PhD Food Science Technology pela Universidade de Reading, Inglaterra, em 1994. Professor do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

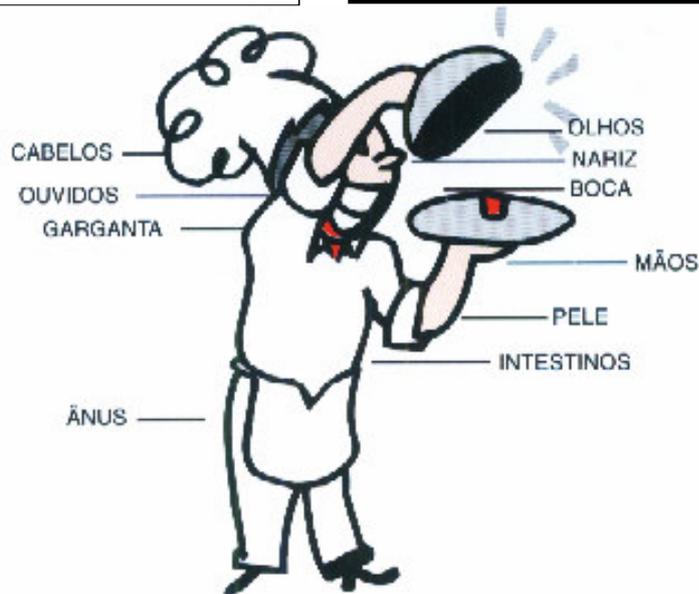
Selecionaram-se experimentos simples que mostrasse ao aluno atividades desde a obtenção do leite, o seu processamento e maturação e dando ênfase à fabricação da Mussarela para uso em pizzarias.

## AGRADECIMENTOS

- Ao CEFET de Uberaba pelo apoio na realização do mestrado;
- À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela oportunidade de participação do programa;
- Ao professor Dr. José Francisco Pereira Martins pela eficiente e competente orientação na elaboração do projeto;
- À professora Dr<sup>a</sup> Rosa Helena Luchese pelas sugestões e fornecimento de materiais para a realização de alguns experimentos;
- À professora Elaine Donata Ciabotti pela ajuda nos experimentos de microbiologia;
- Aos alunos que participaram com interesse das atividades.



## REGRAS BÁSICAS DE HIGIENE NA MANIPULAÇÃO DE ALIMENTOS



O **MANIPULADOR DE ALIMENTOS** é a pessoa que trabalha com alimentos, ou seja, quem produz, vende, transporta, recebe, prepara e vende ou serve o alimento.

Este profissional pode contaminar o alimento através das mãos, nariz, cabelos, pele, unha, pois ele possui microrganismos nas partes interna e externa do corpo.

### CONTAMINAÇÃO

É a presença de qualquer substância, objeto ou organismo estranhos no alimento ou produto que o torna impróprio ao consumo.

A contaminação pode ser visível (fios de cabelo, insetos, sujeira, etc.) ou invisível (microrganismos, produtos químicos, etc.)

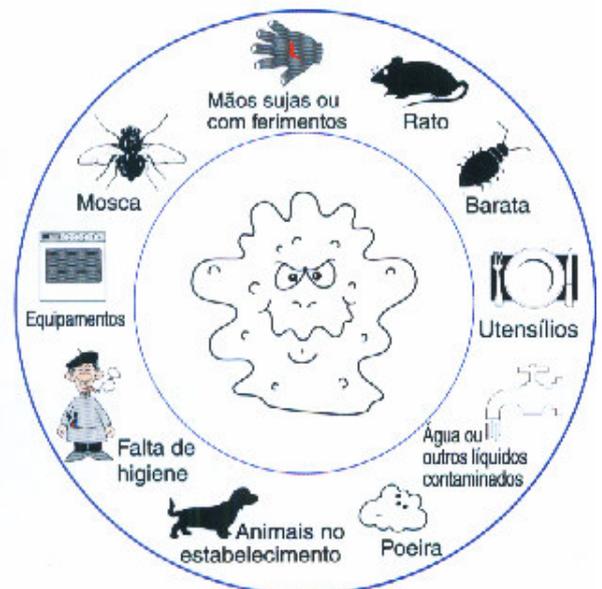
### O que leva a contaminação aos alimentos?

#### Quando lavar as mãos?

- ❖ Ao chegar no trabalho e entrar no setor;
- ❖ Antes de manipular os alimentos;
- ❖ Na troca de tarefas;
- ❖ Após ir ao banheiro;
- ❖ Após assoar o nariz;
- ❖ Após manipular materiais de limpeza;
- ❖ Após recolher o lixo;
- ❖ Após pegar em dinheiro;
- ❖ Após espirrar ou tossir.

#### Higiene Pessoal

- ❖ Tomar banho diariamente;
- ❖ Manter unhas cortadas, limpas e sem esmalte;
- ❖ Manter mãos e antebraços sempre higienizados;
- ❖ Utilizar uniformes limpos e adequados ao local de trabalho.



- ❖ Não fumar, falar, tossir, espirrar, mascar chicletes, tocar o nariz, a orelha ou a boca, quando estiver preparando alimentos;
- ❖ Não usar adornos, proteger os cabelos com toucas;
- ❖ Realizar exames periódicos e cuidar da higiene pessoal.

## CUIDADOS GERAIS EM LABORATÓRIOS

- ❖ Usar sempre o material de proteção (luvas, óculos, máscaras, etc.) indicado para cada caso particular;
- ❖ Manter sempre limpo o local de trabalho, evitando obstáculos inúteis que possam dificultar as análises;
- ❖ Usar uniformes adequados, de preferência em tecido de algodão, longo e fechado com velcro e sem bolsos inferiores;
- ❖ Proteger muito bem os pés, usando calçados adequados, bem fechados;
- ❖ Não correr dentro do laboratório;
- ❖ Comer, beber ou fumar somente nos locais permitidos;
- ❖ Ler os rótulos dos reagentes com atenção (inflamável, tóxico, etc.) e utilizar os mesmos com os devidos cuidados;
- ❖ Tomar os cuidados necessários ao trabalhar com substâncias ácidas e básicas;
- ❖ Ao derramar alguma substância sobre a bancada ou chão, limpá-la imediatamente o local para evitar acidentes;
- ❖ Não inalar vapores de gases irritantes ou venenosos. Utilizar a capela de exaustão e banho de gelo;
- ❖ Ter cautela ao testar um novo produto químico, não colocá-lo próximo ao nariz.



- ❖ Após trabalhar com material tóxico, lavar bem as mãos, o local de trabalho e os materiais utilizados;
- ❖ Proteger as mãos com luvas apropriadas;
- ❖ Não jogar nenhum material sólido dentro da pia ou nos ralos;
- ❖ Ter o conhecimento da localização dos chuveiros de emergência, lavadores de olhos e extintores e saber utilizá-los corretamente;
- ❖ Algumas substâncias se alteram à temperatura ambiente devendo ser conservadas em câmara fria geladeira ou freezer;
- ❖ Manter ao abrigo da luz substâncias fotossensíveis;
- ❖ Ao se retirar do laboratório, verificar se não há torneiras de água ou gás abertas. Desligar todos os aparelhos, deixar todo o equipamento limpo e lavar as mãos;
- ❖ Fechar as janelas, apagar a luz e fechar a porta.

# Sumário

---

	Página
Teste de Redutase + <i>Pseudomonas</i>	1
Acidificação do leite devido ao tempo de transporte	3
Teste de inibidores no leite	5
Tratamento térmico	7
Microfiltração	9
Impacto do tratamento térmico do leite em base caseína	11
Verificação do poder de coagulação de diferentes tipos de coalho	13
Verificação do efeito do tempo de agitação dos coágulos quanto ao rendimento do Queijo Minas Meia Cura	15
Verificação do efeito da lavagem da massa do Queijo Prato em comparação com o Queijo Minas Meia Cura	17
Simulação de filagem: verificação de tempo e temperatura	19
Verificação da cremosidade do Requeijão Cremoso: produção de fio longo	21
Produção de gases por bactérias propiônicas	23
Simulação da atividade lipolítica em queijos	25
Simulação da atividade proteolítica em queijos, por <i>Pseudomonas</i>	27
Mussarela: Verificação da espalhabilidade e liberação de gordura com diferentes dias de maturação	29



# OBTENÇÃO DO LEITE: Teste de Redutase + Pseudomonas

Com a expansão da granelização da coleta de leite e a utilização de tanques de expansão nas fazendas, resfriando e estocando o leite de 3 a 4°C, eliminou o problema de deterioração associada ao desenvolvimento de bactérias ácido-láticas, entretanto, essa estocagem e resfriamento em temperatura de refrigeração são seletivos para as bactérias psicotróficas, que possuem considerável potencial deteriorativo. A microflora psicotrófica consiste basicamente de bactérias gram-negativas pertencentes a quatro gêneros: *Pseudomonas*, *Achoromobacter*, *Alcaligenes*, *Enterobacter* que são destruídas pela pasteurização do leite. Entretanto, são capazes de produzir enzimas (lipases e proteases) que apresentam elevada termorresistência. A má higienização dos equipamentos (ordenhadeiras mecânicas, tubulações, tanques resfriadores, etc.) é que contaminam o leite com as bactérias *Pseudomonas*. Quanto maior tempo o leite for mantido refrigerado, maior será a contagem de psicotróficos, com efeitos mais danosos no rendimento da fabricação de queijos, ocasionando também alteração de sabor, odor do leite, perda de consistência do coágulo para fabricação de queijo e gelatinização do leite longa vida.

## Materiais

- 200 mL de leite cru para preparação do fermento;
- 200 mL de leite cru obtido no dia da análise;
- Geladeira;
- Béquer de 150 mL;
- Filme plástico;
- Banho maria;
- Tubos de ensaio com tampas de 200 mL;
- Suporte para tubos de ensaio;
- 1 mL de Azul de Metileno;
- 2 pipetas de 10 mL;
- Pêra;
- Termômetro;
- Relógio.

## Procedimentos

- 1- Pré incubar o leite obtido sob condições de má higienização de tanques resfriadores por uma semana em geladeira;
- 2- Obtenção do fermento que servirá para contaminar amostras de leite fresco;
- 3- Colocar 100 mL de leite fresco em dois tubos de ensaio;
- 4- Adicionar uma gota do fermento obtido;
- 5- Deixar um dos tubos de ensaio na geladeira por 48 horas;
- 6- Realizar o teste de redutase com tempo zero e tempo de 48 horas.

## Teste de Redutase

O teste de Redutase é utilizado para se verificar a qualidade higiênica do leite, baseando-se no desenvolvimento dos microrganismos e conseqüente descoloração de uma solução de Azul de Metileno estéril adicionada ao leite, através de enzimas redutases.

## Procedimento

- 1- Medir 10 mL das duas amostras de leite, com tempo zero e tempo de 48 horas guardadas em geladeira;
- 2- Colocar cada amostra em um tubo de ensaio;
- 3- Adicionar 1 mL de Azul de Metileno, invertendo os tubos algumas vezes para uma mistura completa;
- 4- Incubar em estufa ou em banho maria a 37°C;
- 5- Cronometrar o início da incubação;
- 6- Verificar se houve descoloração do leite a cada 30 minutos, invertendo os tubos para homogeneizar o conteúdo;
- 7- Observar e anotar os tubos em que haja descoloramento do Azul de Metileno;
- 8- Classificar o leite de acordo com o tempo de descoloramento, segundo a tabela a seguir:

Tipo de leite	Tempo de redução
<b>Excelente</b>	Não reduz em 8 horas
<b>Bom</b>	Reduz entre 5 ½ e 8 horas
<b>Regular</b>	Reduz entre 3 ½ e 5 horas
<b>Ruim</b>	Reduz entre 1 e 3 horas
<b>Péssimo</b>	Reduz em menos de uma hora

## Segurança

A vidraria deve ser manipulada com cuidado, evitando assim a sua quebra e corte de mãos ou dedos pelos alunos. É importante que todo material esteja perfeitamente limpo antes e após o uso.

## Outras atividades

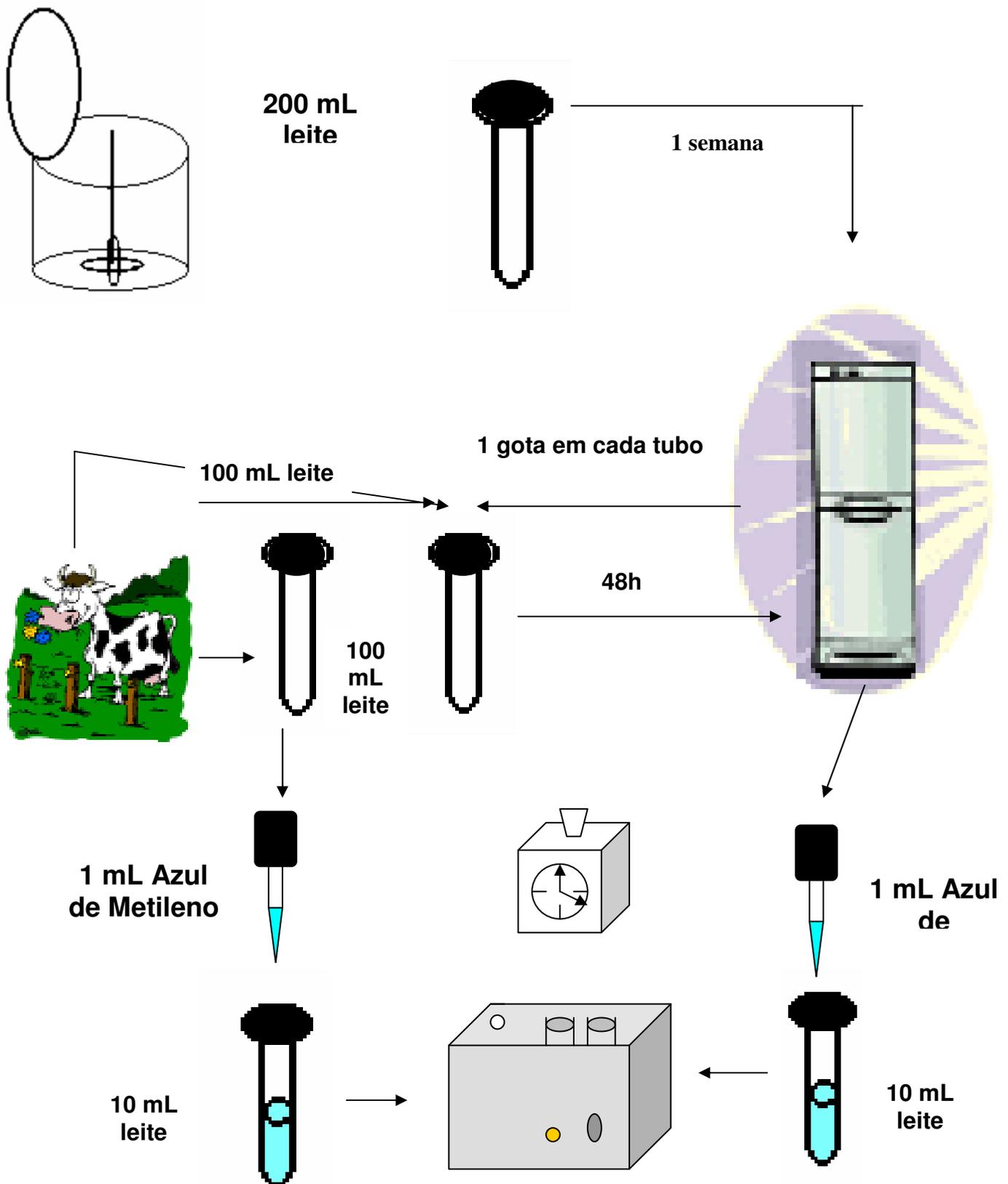
O teste de redutase pode ser feito com outros tipos de leite, verificando também a presença de antibióticos ou inibidores como formol, água oxigenada ou cloro. Quando o leite analisado contém algum inibidor, o desenvolvimento dos microrganismos é diminuído ou inibido, portanto a liberação de enzimas é menor e como conseqüência o resultado não indicará a realidade, havendo um "melhoramento" apenas aparente da qualidade bacteriológica do leite.

## Informação Adicional

Qualidade em Dia.  
Hexis Científica nº 16  
jan./fev. 2001;

FURTADO, Múcio M.  
**Principais Problemas dos Queijos: Causas e Prevenção.** Fonte Comunicação e Editora. SP, 1999. 176p.

# OBTENÇÃO DO LEITE: Teste de Redutase + *Pseudomonas*



# OBTENÇÃO DO LEITE: Acidificação do leite devido ao tempo de transporte

De maneira simplificada, pode-se admitir que a qualidade do leite está relacionada com dois parâmetros principais:

- **Parâmetros físico-químicos:** são influenciados por alimentação, genética, manejo, estágio de lactação e sanidade do rebanho leiteiro.
- **Parâmetros microbiológicos:** são influenciados pela carga microbiana inicial do leite, as condições de higiene na obtenção (incluindo equipamentos) e a velocidade de multiplicação das bactérias. À medida que o leite vai envelhecendo, há tendência de aumento da acidez proveniente do desdobramento da lactose em ácido láctico, resultante da multiplicação da flora bacteriana, comum no leite. O teste de redução com Azul de Metileno é especialmente adequado para classificação do leite cru. Padrões podem ser estabelecidos, selecionando-se definidos intervalos de redução, como base para definir graus que podem servir de classificação para o leite e pagamento de prêmios aos leites de boa qualidade. Embora o sistema de transporte de leite no Brasil está sofrendo grandes transformações através da coleta a granel, deve-se observar no caso do transporte em latões que o leite deve ser transportado o mais rápido possível, evitando-se que os raios solares incidam sobre os latões.

## Materiais

- 200 mL de leite cru;
- Béquer de 50 mL;
- Banho maria;
- Tubos de ensaio com tampas;
- Suporte para tubos de ensaio;
- Azul de Metileno;
- Pipetas de 10 mL;
- Pêra;
- Termômetro;
- Relógio;
- Acidímetro Dornic;
- Solução Dornic;
- Fenolftaleína;

## Procedimentos

### Acidez Dornic:

- 1- Colocar 10 mL de leite recém ordenhado em um béquer;
- 2- Adicionar de 3 a 5 gotas de fenolftaleína (solução indicadora);
- 3- Titular com solução Dornic até a viragem da cor para um róseo claro;
- 4- Verificar o volume gasto da solução Dornic;
- 5- Classificar o leite em ácido, normal ou básico, conforme a acidez obtida;
- 6- Realizar o mesmo teste na mesma amostra de leite, com 3, 4, 5 e 6 horas após sua obtenção;
- 7- Anotar os resultados obtidos.

## Teste de Redutase

O teste de Redutase é utilizado para se verificar a qualidade higiênica do leite, baseando-se no desenvolvimento dos microrganismos e conseqüente descoloração de uma solução de Azul de Metileno estéril adicionada ao leite, através de enzimas redutases.

- 1- Medir 10 mL da amostra de leite recém ordenhado, com 3, 4, 5 e 6 horas após a ordenha;
- 2- Colocar cada amostra em um tubo de ensaio;
- 3- Adicionar 1 mL de Azul de Metileno, invertendo os tubos algumas vezes para uma mistura completa;
- 4- Incubar em estufa ou em banho maria a 37°C;
- 5- Cronometrar o início da incubação;
- 6- Verificar se houve descoloração do leite a cada 30 minutos, invertendo os tubos para homogeneizar o conteúdo;
- 7- Observar e anotar os tubos em que haja descoloramento do Azul de Metileno;
- 8- Classificar o leite de acordo com o tempo de descoloramento, seguindo a tabela a seguir.

Tipo de leite	Tempo de redução
<b>Excelente</b>	Não reduz em 8 horas
<b>Bom</b>	Reduz entre 5 ½ e 8 horas
<b>Regular</b>	Reduz entre 3 ½ e 5 horas
<b>Ruim</b>	Reduz entre 1 e 3 horas
<b>Péssimo</b>	Reduz em menos de uma hora

## pH:

- 1- Aferir o potenciômetro;
- 2- Introduzi-lo nas amostras de leite recém ordenhado, 3, 4, 5 e 6 horas após a ordenha;
- 3- Anotar os resultados.

## Segurança

A vidraria deve ser manipulada com cuidado, evitando assim a sua quebra e corte de mãos ou dedos pelos alunos.

É importante que todo material esteja perfeitamente limpo antes e após o uso.

## Outras atividades

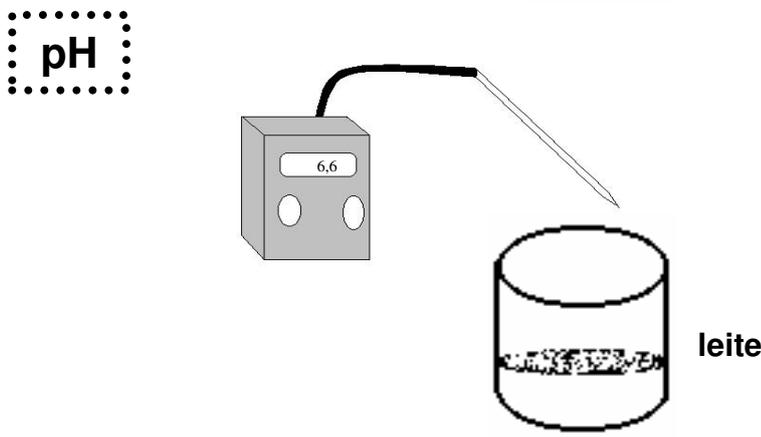
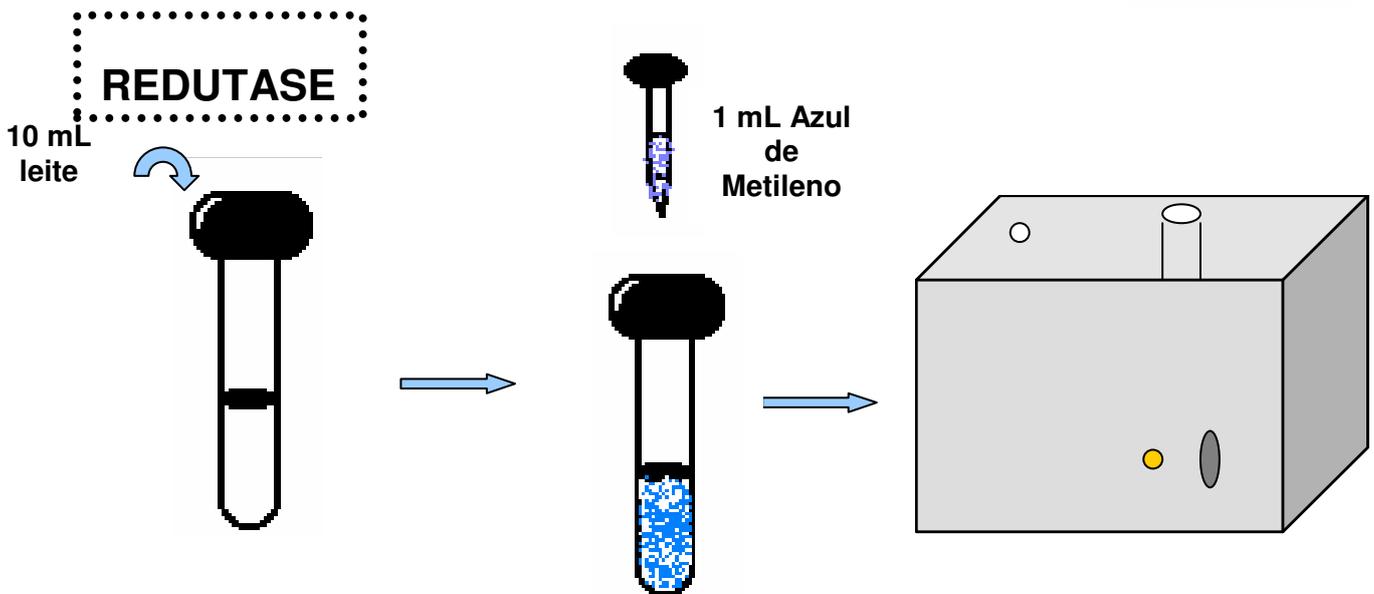
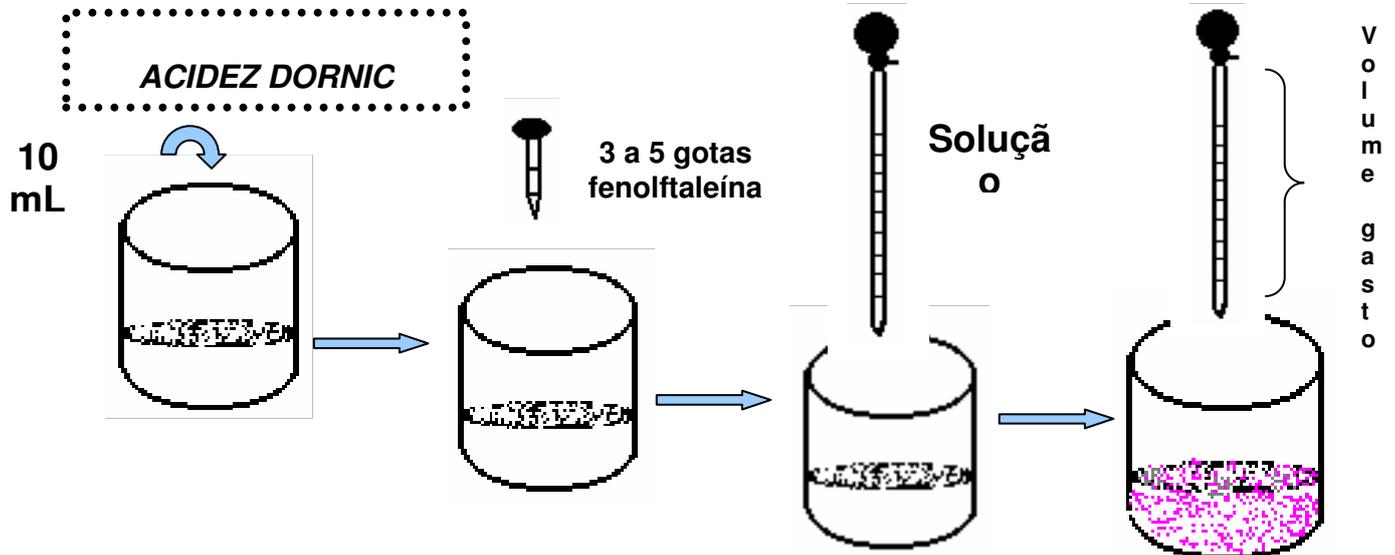
O teste de acidez Dornic, redutase e pH podem ser feitos com outros tipos de leite, verificando também a presença de antibióticos ou inibidores como formol, água oxigenada ou cloro. Quando o leite analisado contém algum inibidor, o desenvolvimento dos microrganismos é diminuído ou inibido, portanto a liberação de enzimas é menor e como conseqüência o resultado não indicará a realidade, havendo um "melhoramento" apenas aparente da qualidade bacteriológica do leite.

## Informação Adicional

Qualidade em Dia.  
Hexis Científica n.º  
19 out./nov./dez.  
2001;

ABREU, Luiz  
Ronaldo de.  
**Tecnologia de Leite  
e derivados.** Lavras:  
UFLA/FAEPE/DCA:  
Imprensa  
Universitária UFLA,  
2000. 205p.

# OBTENÇÃO DO LEITE: Acidificação do leite devido ao tempo de transporte



 **OBS:**  
Realizar os mesmos testes: 3, 4, 5 e 6 horas após a ordenha. Anotar os resultados obtidos!

# OBTENÇÃO DO LEITE: Teste de inibidores no leite

Resíduos de antibióticos no leite são decorrentes do tratamento de vacas em lactação por problemas de mastites, metrite ou outra doença infecciosa. Seja qual for a via de administração da droga (intramamária, intramuscular, intrauterina, subcutânea ou oral), os resíduos de antibióticos chegam até o leite em virtude de serem absorvidos pela corrente sanguínea. O leite de animais tratados deve ser integralmente descartado durante o período de carência do medicamento empregado. A presença de resíduos de antibióticos no leite e sua importância para a saúde pode ser considerada sobre três aspectos: toxicológico, desenvolvimento de reações de hipersensibilidade e microbiológico. Os aspectos toxicológicos estão relacionados às ações carcinogênicas ou mutagênicas, que causam dano irreversível ao DNA celular. As reações de hipersensibilidade podem ser tardias ou imediatas, geralmente se manifestando como reação de pele (urticárias e dermatites) e/ou sintomas envolvendo o sistema respiratório (rinite e asma brônquica). Os aspectos microbiológicos referem-se à ação dos resíduos de antibióticos sobre os microrganismos do leite e da flora intestinal. Do ponto de vista tecnológico, resíduos de antibióticos no leite podem causar prejuízos consideráveis para a indústria laticinista, podendo inibir culturas lácticas, utilizadas na fabricação de queijos e iogurtes, problemas na acidificação e na textura dos queijos, problemas de acidificação e formação de odores desfavoráveis na manteiga e no creme, interferência em análises laboratoriais.

## Materiais

- Caldo nutritivo BHI;
- Tubos de ensaio esterilizados;
- Alça de níquel-cromo;
- Cultura liofilizada para iogurte;
- Estufa;
- Agar PCA;
- Pipeta estéril;
- Placas de Petri;
- Confetinhos de filtro de papel esterilizados;
- Gotas de antibiótico estreptomicina.

## Procedimentos

### ATIVACÃO DA CULTURA LÁTICA

- 1- Preparar o caldo nutritivo BHI;
- 2- Colocar 10 mL do caldo nutritivo em um tubo de ensaio;
- 3- Pegar uma alçada da cultura liofilizada para iogurte e colocar no caldo;
- 4- Incubar por 24 horas a 37°C;
- 5- Transferir nova alçada para novo caldo por mais duas vezes e incubar novamente;
- 6- O caldo ficará bem turvo.

## Procedimentos

- 1- Adicionar 2 mL do caldo já bem turvo em 200 ml de agar liquefeito a 45°C;
- 2- Com pipeta estéril, verter 20 ml do agar em placas de Petri;
- 3- Deixar solidificar;
- 4- Colocar três confetinhos em cima das placas com agar;

- 5- Fazer duas diluições do antibiótico;
- 6- Pingar uma gotinha de cada diluição em dois dos confetinhos em cima do agar;
- 7- Pingar leite puro, sem resíduos de antibiótico;
- 8- Colocar em estufa por 24 horas a 35°C;
- 9- Verificar a formação de halos ao redor dos confetinhos, com as diferentes diluições do antibiótico;
- 10- Anotar os resultados obtidos.

## Antibióticos no leite: Problemas e Conseqüências:

A mastite é uma infecção do úbere e afeta 40-50% do rebanho leiteiro brasileiro. Os animais portadores de Mastite subclínica são mais eficazmente controlados (seja preventiva ou corretiva) pela utilização de antibióticos. Calcula-se que entre 30 e 80% do antibiótico aplicado na glândula mamária passa da corrente sanguínea para o leite. Quando se aborda a presença de resíduos de antibióticos em alimentos, em especial no leite, os principais aspectos que devem ser considerados são:

### • SAÚDE PÚBLICA:

os possíveis efeitos sobre o consumidor, com suas conseqüências toxicológicas (reações de hipersensibilidade, ações carcinogênicas) ou microbiológicas (indução à resistência bacteriana) deve-se ressaltar que, devido à elevada estabilidade térmica da maioria dos antibióticos, as temperaturas normais de pasteurização/esterilização UHT do leite apresentam pequena ou mesmo nenhuma influência sobre a atividade dos resíduos de antibióticos nele contidos, como mostra a tabela abaixo.

### • IMPLICAÇÕES TECNOLÓGICAS:

na fabricação de produtos fermentados (iogurtes, queijos, bebida láctea, mussarela, etc) é indispensável um bom desenvolvimento da flora bacteriana desejável. Quando isto não ocorre, as conseqüências podem variar de queda da qualidade (alterações de sabor, aroma, estrutura) até perdas econômicas acentuadas, devido ao decréscimo do valor comercial do produto ou necessidade de descartá-lo.

Tipo de antibiótico	% de inativação		
	72°C/15"	90°C/30'	100°C/30'
Penicilina	8%	20%	50%
Estreptomicina	-	-	66%
Tetraciclina	-	-	90%
Cloranfenicol	-	-	-

## Segurança

É importante que todo material esteja perfeitamente limpo antes e após o uso.

## Outras atividades

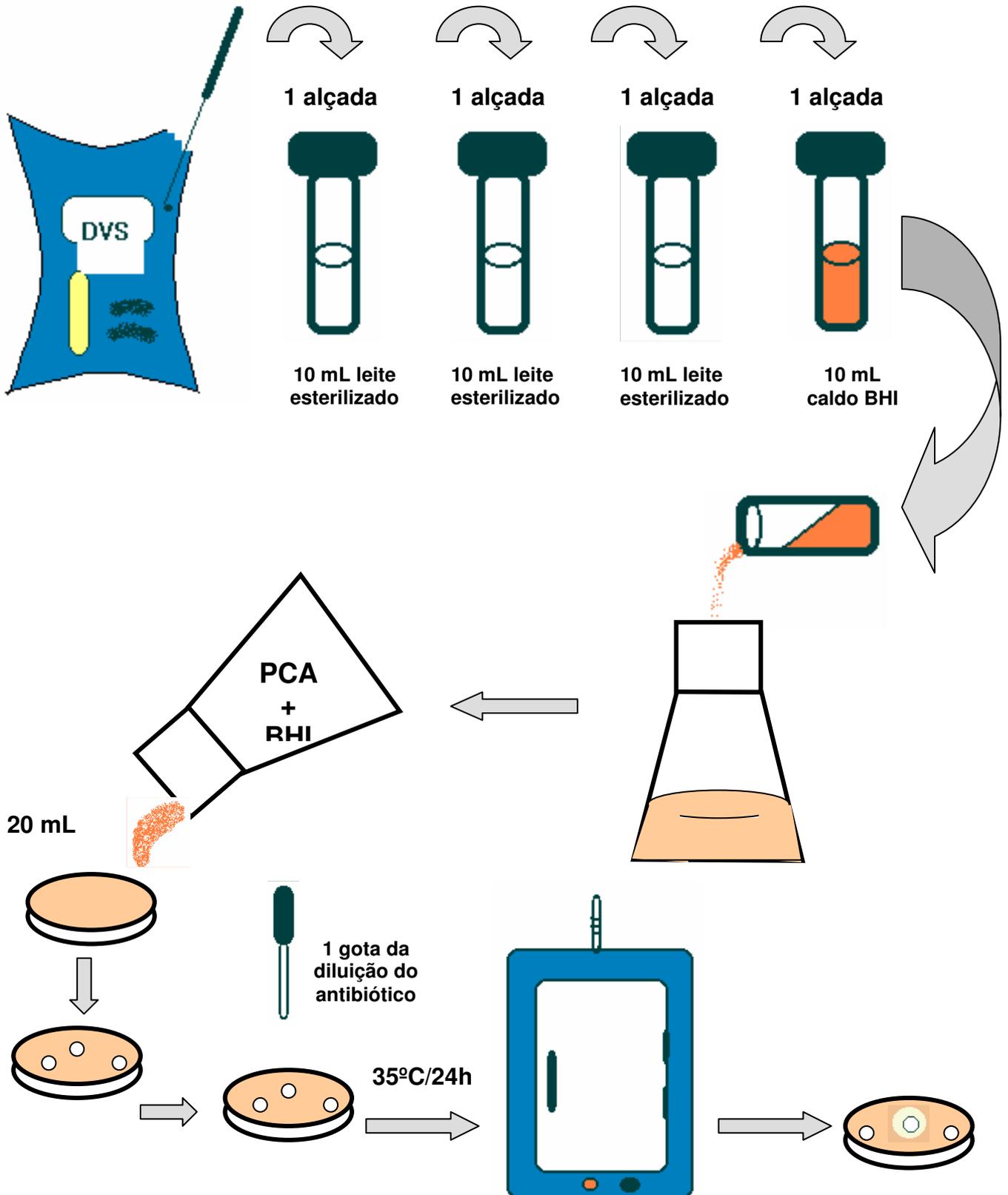
Pode-se realizar o teste de lactofermentação, verificando também a presença de antibióticos ou inibidores como formol, água oxigenada ou cloro. Quando o leite analisado contém algum inibidor, o desenvolvimento dos microrganismos é diminuído ou inibido o que é de fácil determinação na lactofermentação pois depois de 24 horas de incubação do leite à temperatura de 37°C, o leite não irá coagular, com isso suspeita-se da presença de inibidores.

## Informação Adicional

Qualidade em Dia.  
Hexis Científica nº 16  
jan./fev. 2001;

FURTADO, Múcio M.  
**Principais Problemas dos Queijos: Causas e Prevenção.** Fonte Comunicação e Editora. SP, 1999. 176p.

# OBTENÇÃO DO LEITE: Teste de inibidores no leite



# OBTENÇÃO DO LEITE: Tratamento térmico

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (R.I.I.S.P.O.A.) "Entende-se por pasteurização o emprego conveniente do calor, com o fim de destruir totalmente a flora microbiana patogênica sem alteração sensível da constituição física e do equilíbrio do leite, sem prejuízo dos seus elementos bioquímicos assim como de suas propriedades organolépticas normais". Assim, o principal objetivo da pasteurização é a total destruição dos microrganismos patogênicos e da maioria dos fermentativos. Embora os microrganismos patogênicos sejam na sua maioria mesófilos, existem aqueles que resistem mais a temperaturas mais elevadas que outros, conseqüentemente o processo de pasteurização visa eliminar aquele mais resistente. Os métodos de pasteurização que permitem a eliminação desses microrganismos são: Pasteurização Lenta, que consiste no aquecimento do leite a 62-65 °C por 30 minutos; Pasteurização Rápida, por placas a 72-75 °C por 15 a 20 segundos, em aparelhagem própria. O termo pasteurização homenageia LOUIS PASTEUR (1822-95), pesquisador que, entre tantas outras contribuições, definiu os princípios desse processo.

## Materiais

- 500 mL de leite cru;
- 500 mL de leite pasteurizado;
- 1 vasilhame de alumínio de 1 litro;
- Colher de pau;
- Fogão;
- Banho maria;
- Tubos de ensaio com tampas;
- Suporte para tubos de ensaio;
- 2 ml de Azul de Metileno;
- 2 pipetas de 10 mL;
- 2 pipetas de 1 mL;
- Pêra;
- Termômetro;
- Relógio.

## Informação Adicional

Qualidade em Dia.  
Hexis Científica n.º  
16 jan./fev. 2001;

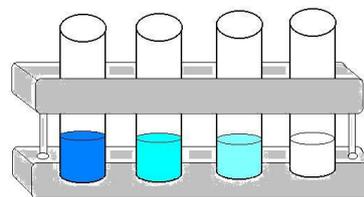
PRATA, Luiz  
Francisco.  
**Fundamentos de  
Ciência do Leite.**  
Jaboticabal: FUNEP-  
UNESP, 2001. 287p.

ABREU, Luiz  
Ronaldo de.  
**Tecnologia de Leite  
e derivados.** Lavras:  
UFLA/FAEPE/DCA:  
Imprensa  
Universitária UFLA,  
200. 205p.

## Procedimentos

- 1- Fazer a pasteurização lenta do leite, à temperatura de 65 °C/30 minutos;
- 2- Resfriar o leite à temperatura ambiente;
- 3- Colocar 10 mL das duas amostras de leite (cru e pasteurizado) em 2 tubos de ensaio;
- 4- Adicionar 1 mL de Azul de Metileno em cada tubo;
- 5- Incubar em estufa ou em banho maria a 37 °C;
- 6- Cronometrar o início da incubação;
- 7- Verificar a cada 30 minutos se houve descoloração do leite, invertendo os tubos para homogeneizar o conteúdo;
- 8- Observar e anotar os tubos em que haja descoloramento do Azul de Metileno;
- 9- Classificar o leite de acordo com o tempo de descoloramento, segundo a tabela a seguir:

Tipo de leite	Tempo de redução
<b>Excelente</b>	Não reduz em 8 horas
<b>Bom</b>	Reduz entre 5 ½ e 8 horas
<b>Regular</b>	Reduz entre 3 ½ e 5 horas
<b>Ruim</b>	Reduz entre 1 e 3 horas
<b>Péssimo</b>	Reduz em menos de uma hora



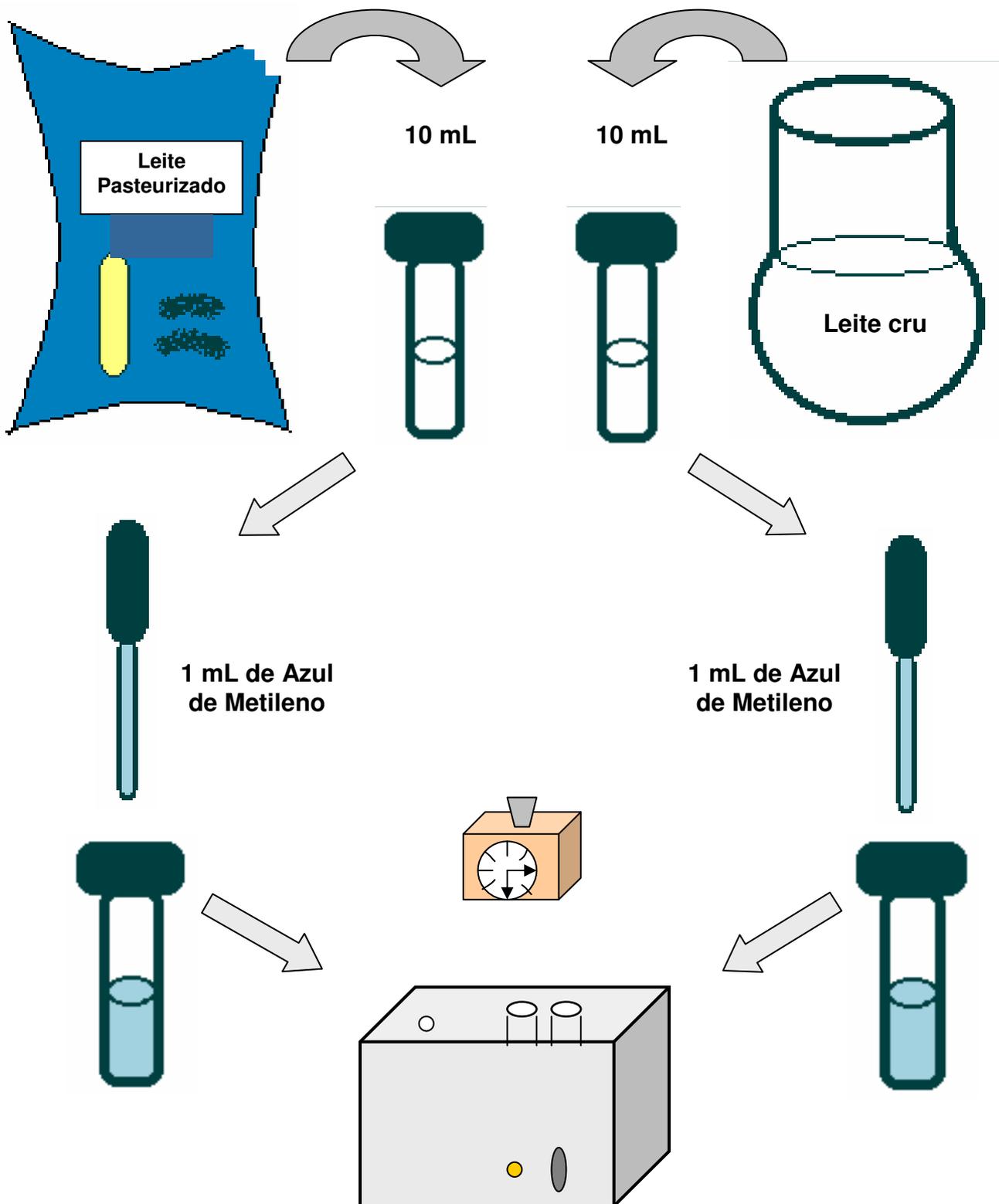
## Segurança

O trabalho em laboratório deve ser sempre de maneira ordenada, tranqüila, constante e metódica, evitando movimentos desnecessários, bem como corrente de ar dentro do laboratório. Deve-se identificar as amostras, bem como o material a ser utilizado, antes de iniciar a análise. As amostras em geral não devem ser descartadas até obterem-se os resultados.

## Outras atividades

O teste de reductase tem o objetivo de controlar a qualidade higiênica do leite a ser consumido. O teste de redução do Azul de Metileno foi inicialmente introduzido na Suíça e Dinamarca em 1912 e, a partir daí, ganhou popularidade mundial, sendo um dos testes mais extensivamente usados em todo o mundo. Suas maiores vantagens são: a simplicidade, a economia, a reprodutibilidade e a rápida detecção de leites de qualidade ruim. Além de não necessitar de pessoal especializado para sua realização, muitas amostras podem ser analisadas ao mesmo tempo. Alguns fatores têm contribuído para divergências entre o tempo de redução e a quantidade de microrganismos presentes na amostra como a presença de resíduos de inibidores no leite, promovendo uma queda no poder de redução. Pode-se confirmar essa afirmação, realizando o teste com alguma amostra de leite onde os animais estão sob tratamento de mastite.

## OBTENÇÃO DO LEITE: Tratamento térmico



# OBTENÇÃO DO LEITE: Microfiltração

A dimensão da membrana do poro do microfiltro é de mais ou menos 1,4  $\mu$ m. A microfiltração pode reduzir a presença de bactérias e esporos no leite em até 99,5 – 99,99%. No mundo, existem disponíveis muitos sistemas de microfiltração e, embora os princípios de separação das bactérias serem similares, o processamento do leite difere de um equipamento para outro. Esse processo tem levado à extensão da vida de prateleira dos produtos. O conceito de microfiltração é baseada na balanceada pressão efetuada na membrana de uma bomba centrífuga para a circulação e retenção e outra para circulação do permeado. Esse processo de microfiltração do leite tem as seguintes vantagens: (a) longa vida de prateleira; (b) aumento da duração do sabor fresco; (c) leite de qualidade uniforme; (d) produto saudável e (e) um produto que tem um especial nicho no mercado.

Tipo de leite	Tempo de redução
<b>Excelente</b>	Não reduz em 8 horas
<b>Bom</b>	Reduz entre 5 ½ e 8 horas
<b>Regular</b>	Reduz entre 3 ½ e 5 horas
<b>Ruim</b>	Reduz entre 1 e 3 horas
<b>Péssimo</b>	Reduz em menos de uma hora

## Materiais

- 500 mL de leite cru;
- 500 mL de leite cru desnatado;
- Desnatadeira;
- Conjunto de microfiltração;
- Microfiltros;
- Banho maria;
- Tubos de ensaio com tampas;
- Suporte para tubos de ensaio;
- 2 ml de Azul de Metileno;
- 2 pipetas de 10 mL;
- 2 pipetas de 1 mL;
- Pêra;
- Termômetro;
- Relógio.



## Segurança

Deve-se trabalhar apenas com instrumentos e equipamentos adequados. Tomar cuidado especial com os vidros, que não devem conter pontas ou arestas cortantes.

Não permitir a entrada de pessoas estranhas no laboratório.

## Procedimentos

- 1- Desnatar uma das amostras de leite cru ;
- 2- Passar o leite desnatado, através do conjunto de microfiltração;
- 3- Colocar 10 mL das duas amostras de leite (cru e desnatado/microfiltrado) em 2 tubos de ensaio;
- 4- Adicionar 1 mL de Azul de Metileno em cada tubo;
- 5- Incubar em estufa ou em banho maria a 37°C;
- 6- Cronometrar o início da incubação;
- 7- Verificar se houve descoloração do leite a cada 30 minutos, invertendo os tubos para misturar as bactérias e a gordura que depositam na superfície do leite;
- 8- Observar e anotar os tubos em que haja descoramento do Azul de Metileno correspondente a 80%;
- 9- Classificar o leite de acordo com o tempo de descoramento, segundo a tabela a seguir:

## Outras atividades

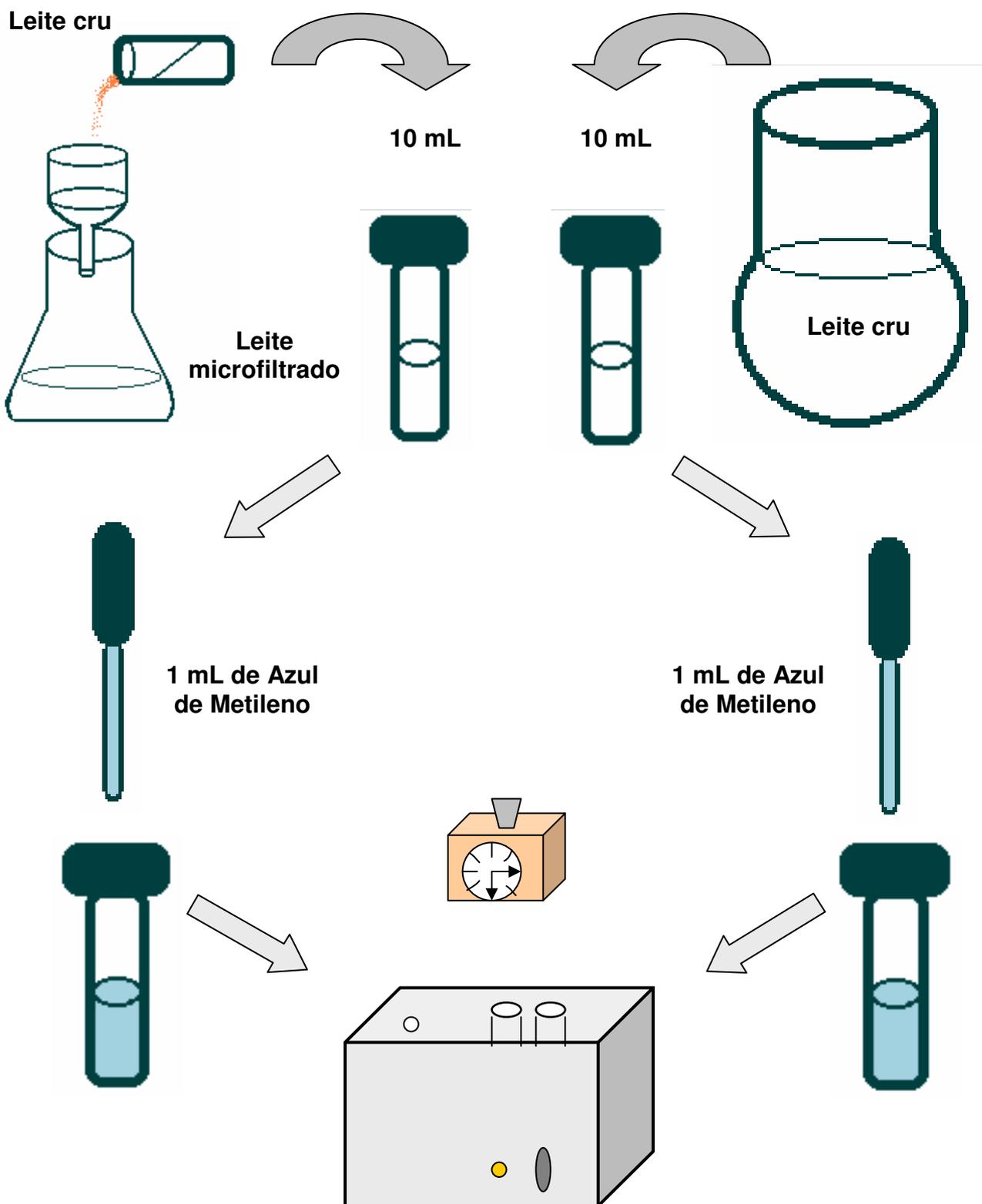
O teste de redutase tem o objetivo de controlar a qualidade higiênica do leite a ser consumido. O teste de redução do Azul de Metileno foi inicialmente introduzido na Suíça e Dinamarca em 1912 e, a partir daí, ganhou popularidade mundial, sendo um dos testes mais extensivamente usados em todo o mundo. Suas maiores vantagens são: a simplicidade, a economia, a reprodutibilidade e a rápida detecção de leites de qualidade ruim. Além de não necessitar de pessoal especializado para sua realização, muitas amostras podem ser analisadas ao mesmo tempo. Alguns fatores tem contribuído para divergências entre o tempo de redução e a quantidade de microrganismos presentes na amostra como a presença de resíduos de inibidores no leite, promovendo uma queda no poder de redução. Pode-se confirmar essa afirmação, realizando o teste com alguma amostra de leite onde os animais estão sob tratamento de mastite.

## Informação Adicional

TAMINE, Adnan Y. & LAW, Barry A. **Mechanisation and Automation in Dairy Technology.** Sheffield Academic Press. 2001. p. 336

PRATA, Luiz Francisco. **Fundamentos de Ciência do Leite.** Funep – Unesp. Jabcabal. 2001. 287p.

# OBTENÇÃO DO LEITE: Microfiltração



# COAGULAÇÃO DO LEITE: Impacto do tratamento térmico do leite em base caseína

- A caseína representa 80% do nitrogênio total do leite, e consiste de quatro frações principais:  $\alpha_{s1}$ -caseína,  $\alpha_{s2}$ -caseína,  $\beta$ -caseína e  $\kappa$ -caseína (numa relação aprox. de 40:10:35:12), e várias proteínas menores resultantes da hidrólise da caseína pela plasmina (proteínase alcalina encontrada no leite cru).
- Nestas frações menores está a  $\gamma$ -caseína, que é derivada da hidrólise da  $\beta$ -caseína.
- As proteínas  $\alpha_{s1}$ -caseína,  $\alpha_{s2}$ -caseína,  $\beta$ -caseína e  $\gamma$ -caseína contém fósforo (P) e, conseqüentemente, formam ligações com  $\text{Ca}^{2+}$ , precipitando. Este mecanismo é importante na formação do gel e na sua contração (sinérese) com a conseqüente expulsão de soro.
- A  $\kappa$ -caseína contém pouco P sendo, assim, solúvel na presença de  $\text{Ca}^{2+}$ .

## Materiais

- 500 mL de leite cru;
- 500 mL de leite pasteurizado;
- 500 mL de leite Longa Vida;
- Termômetro;
- Relógio;
- 3 vasilhames de alumínio de 1 litro;
- fogão;
- coalho.

## Procedimentos

- 1- Aquecer as três amostras de leite a 35°C;
- 2- Adicionar o coalho na proporção indicada pelo fabricante;
- 3- Verificar a coagulação das amostras com 30, 40 e 50 minutos após a adição do coalho;
- 4- Anotar os resultados obtidos.

## Alterações Decorrentes do Processamento Térmico do Leite:

O tratamento térmico do leite em temperaturas acima de 65°C afeta negativamente sua coagulação pelo coalho. Se o aquecimento for em temperaturas muito altas (p. ex. acima de 90°/10min), a ação do coalho não levará à formação do gel (coalhada). Isto resulta de mudanças no equilíbrio iônico do leite e, principalmente, da formação de ligações entre caseína, lactoglobulina e lactoalbumina. Esta ação de inibição da formação da coalhada (gel) se verifica tanto na fase primária da coagulação (que é a desestabilização da micela de caseína) como na secundária (formação do gel). A acidificação, antes ou após o aquecimento, e adição de  $\text{CaCl}_2$  podem auxiliar na minimização destes efeitos.

TRATAMENTO	PROTEÍNAS DO SORO % DE DESNATURAÇÃO
Pasteurização	10 a 20%
UHT- direto	40 a 60%
UHT- indireto	70 a 80%
Esterilização	100%

A  $\kappa$ -caseína é responsável pela estabilização da micela de caseína. Na fase primária da ação do coalho, esta proteína é hidrolisada, sendo a ligação fenilalanina-metionina ( $\text{Phe}_{105}\text{-Met}_{106}$ ) a mais suscetível ao rompimento pela ação do coalho.

## Segurança

É necessário, em toda manipulação de alimentos, estar



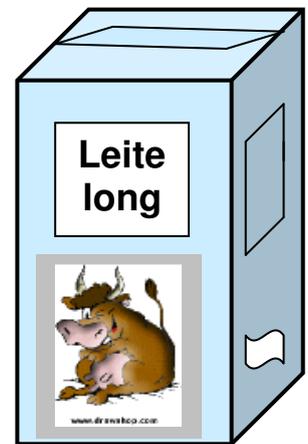
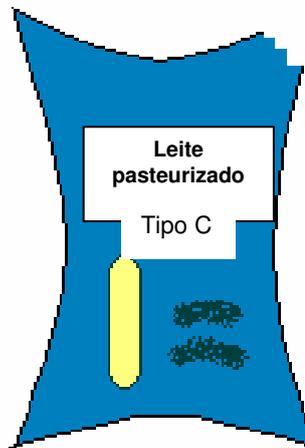
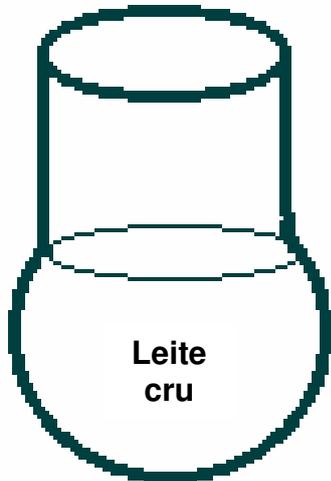
## Outras atividades

Pode-se realizar outros experimentos, superaquecendo ou fervendo o leite, resfriando-o a 35°C e adicionando o coalho na proporção indicada pelo fabricante. Observar se ocorre a coagulação do leite.

## Informação Adicional

PRATA, Luiz francisco.  
**Fundamentos de  
Ciência do Leite.**  
Jaboticabal: FUNEP-UNESP, 2001. 287p.

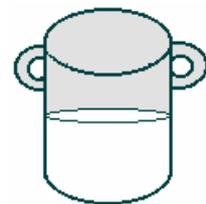
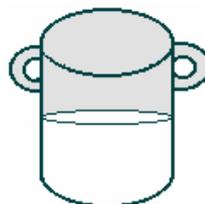
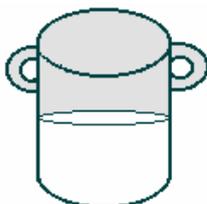
# PROCESSAMENTO DO LEITE: Impacto do tratamento térmico do leite em base caseína



500 mL

500 mL

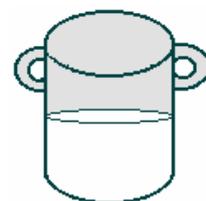
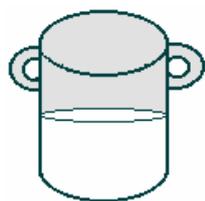
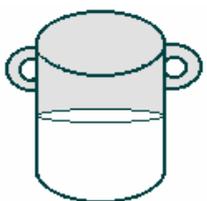
500 mL



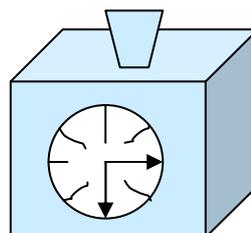
Adição de  
coalho

Adição de  
coalho

Adição de  
coalho



**Anotar os  
resultados obtidos!**



# COAGULAÇÃO DO LEITE: Verificação do poder de coagulação de diferentes tipos de coalhos

O coalho é o principal elemento da coagulação do leite, constituído por um complexo de enzimas com predominância da renina (75%) e pepsina (25%). A renina tem um poder coagulante de 1:5.000.000, é destruída pelo clorofórmio, calor, formol e agentes oxidantes. A sua característica mais importante é não ser destruída pelos halogênios (cloro, flúor e iodo) e pela água oxigenada. A faixa de pH de atuação da renina é de 2 a 5,3, sendo que o ótimo é pH 3,8. Os fatores que controlam a coagulação pela renina são: pH, presença de sais solúveis de cálcio, temperatura e quantidade de enzima. A coagulação do leite se processa devido a atuação proteolítica da renina, resultando na hidrólise dos laços necessários para manter a estrutura inicial da molécula de caseína. Após a hidrólise esta estrutura torna-se frágil, sendo facilmente alterada pelo calor, formando os chamados polipeptídeos. Os polipeptídeos formados reagem-se principalmente com os sais de cálcio solúveis e entre si, tornando estas partículas independentes em um entrelaçado que é denominado coalhada. O coalho é encontrado no comércio sob três tipos: líquido e em pó obtidos de estômago de bezerras muito jovens.

## Materiais

- 1 litro de leite cru;
- Suspensão coagulante líquida (coalho);
- Coagulante em pó (coalho);
- fogão;
- Termômetro;
- Relógio;
- 2 vasilhames de alumínio de 1 litro;
- béquero de 100 mL;
- pipetas de 10 mL;
- balança de precisão;
- Colheres de pau.

## Procedimentos

### Coalho Líquido:

- 1- Tomar 10 mL do coalho líquido, colocar em um béquer;
- 2- Adicionar 100 mL de água destilada;
- 3- Tomar 10 mL da solução preparada;
- 4- Adicionar em 500 mL de leite à temperatura de 35°C, misturando bem;
- 5- Verificar o tempo gasto para o início da floculação;
- 6- Anotar o tempo gasto para cada tipo de coalho;
- 7- Fazer os cálculos da força de

### Coalho pó:

- 1- Preparar uma solução com 1 grama de coalho e 100 mL de água destilada;
- 2- Tomar 10 mL desta solução (que contém 0,1 g de coalho);
- 3- Adicionar em 500 mL de leite à temperatura de 35°C, misturando bem;
- 4- Verificar o tempo gasto para se processar a coagulação dos primeiros flocos;
- 5- Anotar o tempo gasto.

A força do coalho pode ser calculada usando-se a seguinte fórmula:

$$F = \frac{L \times 2400}{C \times T}$$

Onde: F = força do coalho  
L = quantidade de leite  
C = quantidade de coalho  
T = tempo de coagulação em segundos

### Exemplo:

Se o tempo gasto no teste de força do coalho em pó foi de 5 minutos:

$$T = 5 \times 60 = 300 \text{ segundos}$$

$$L = 500 \text{ mL}$$

$$C = 0,1 \text{ g de coalho em pó}$$

Assim a força do coalho em pó será:

$$F = \frac{500 \times 2400}{0,1 \times 300} = 40.000$$

F = 1:40.000, significa que uma parte do coalho coagula 40.000 partes de leite.

Se o tempo gasto foi de 2 minutos no teste de força do coalho líquido;

$$T = 2 \times 60 = 120 \text{ segundos}$$

$$L = 500 \text{ mL}$$

$$C = 1 \text{ ml de coalho líquido}$$

$$F = \frac{500 \times 2400}{1 \times 120} = 10.000$$

F = 1:10.000, significa que uma parte do coalho coagula 10.000 partes de leite.

## Segurança

É necessário, em toda manipulação de alimentos, estar sempre com as mãos limpas e unhas cortadas.

## Outras atividades

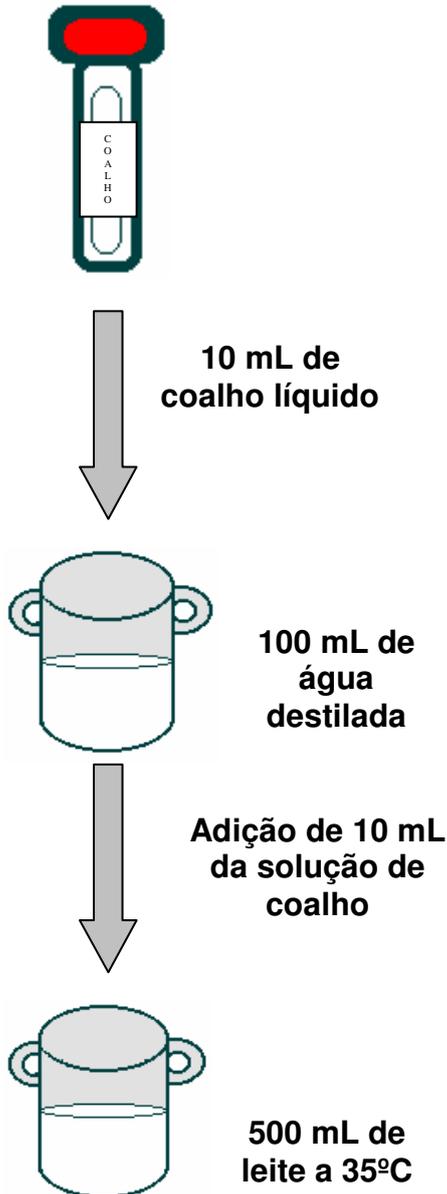
Pode-se realizar outros experimentos, aquecendo o leite com diferentes temperaturas (ex. 32, 34, 36 e 40°C, adicionando o coalho na proporção indicada pelo fabricante. Observar os resultados obtidos com as diferentes temperaturas adotadas.

## Informação Adicional

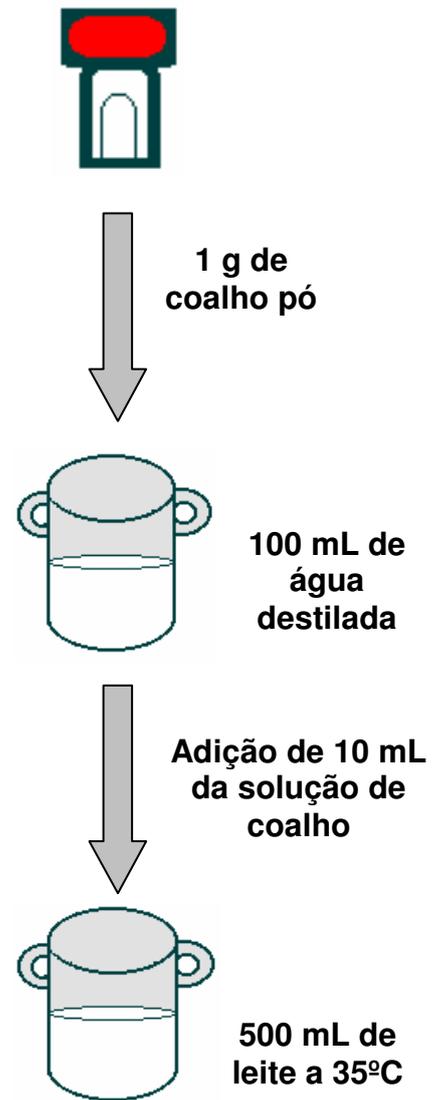
ABREU, Luiz  
Ronaldo de.  
**Tecnologia de Leite e Derivados.** Lavras: UFLA/FAEP/DCA: Imprensa Universitária UFLA, 2000. 205p.

# PROCESSAMENTO DO LEITE: Verificação do poder de coagulação de diferentes tipos de coalhos

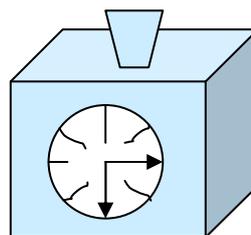
Suspensão coagulante líquida



Coagulante pó



**Anotar os  
resultados obtidos  
e calcular!**



# COAGULAÇÃO DO LEITE: Verificação do tempo de agitação dos coágulos quanto ao rendimento do queijo Minas Meia Cura

O Queijo Minas Meia Cura, também denominado Minas Padrão é um queijo consumido por todas as camadas da população durante todo o ano, em lanches, café da manhã e como sobremesa. O rendimento do Queijo Minas meia Cura é em torno de 10 litros de leite por quilo de queijo. É um queijo feito com leite pasteurizado, é prensado e maturado por no mínimo 20 dias.

Os fatores que afetam o rendimento da fabricação de queijos são divididos em:

- 1- fatores diretos: Composição do leite, composição do queijo e perdas no corte;
- 2- fatores indiretos: estocagem do leite a frio, contagem de psicotróficos, contagem de células somáticas (CCS), tipo de coalho usado, pasteurização do leite e uso de cloreto de cálcio na fabricação dos queijos.

O aquecimento da massa tem como finalidade intensificar a dessoragem, pois facilita o aumento da acidez, determinando contração dos grânulos, resultando massa enxuta. Aquecimento violento, causa formação de uma película impermeável na parte externa do grão, retendo soro no seu interior, tornando os queijos com excesso de soro, e manchados.

- 7- Em um dos vasilhames, agitar por 10 minutos com aquecimento até a temperatura de 37°C, no outro vasilhame, agitar por 20 minutos sem aquecimento;
- 8- Deixar em repouso alguns minutos;
- 9- Enformar os queijos;
- 10- Fazer a viragem dos queijos após 20 minutos;
- 11- Armazenar em geladeira até o dia seguinte;
- 12- Desenformar os queijos;
- 13- Fazer a pesagem dos mesmos;
- 14- Anotar os resultados obtidos.



## Materiais

- 20 litros de leite pasteurizado;
- Termômetro;
- Relógio;
- 2 vasilhames de alumínio para 10 litros de leite cada;
- Fermento láctico;
- Coalho;
- Cloreto de Cálcio;
- Sal;
- Fogão;
- Colher para mexedura da massa;
- Formas para Queijo Minas Meia Cural;
- Prensa;
- Balança.

## Procedimentos

- 1- Aquecer o leite pasteurizado a 35°C, colocando 6 litros em cada vasilhame;
- 2- Adicionar o fermento láctico;
- 3- Adicionar 4 mL de cloreto de Cálcio em cada vasilhame;
- 4- Adicionar o coalho na proporção indicada pelo fabricante;
- 5- Verificar o ponto de corte da massa;
- 6- Cortar a massa, esperando 5 minutos para a agitação;

## Segurança

As formas dos queijos devem ser colocadas em solução sanitizante por 20 minutos. A solução pode ser preparada da seguinte forma:

- ✓ 10 litros de água;
- ✓ 100 mL de água sanitária.

Essa solução não deve ser reaproveitada. Deve ser feita a cada processamento.

## Outras atividades

Pode-se realizar outros experimentos, realizando mexeduras mais rápidas e mais lentas, quebrando mais e menos os coágulos da massa. Observar o que ocorre com o rendimento dos queijos.

## Informação Adicional

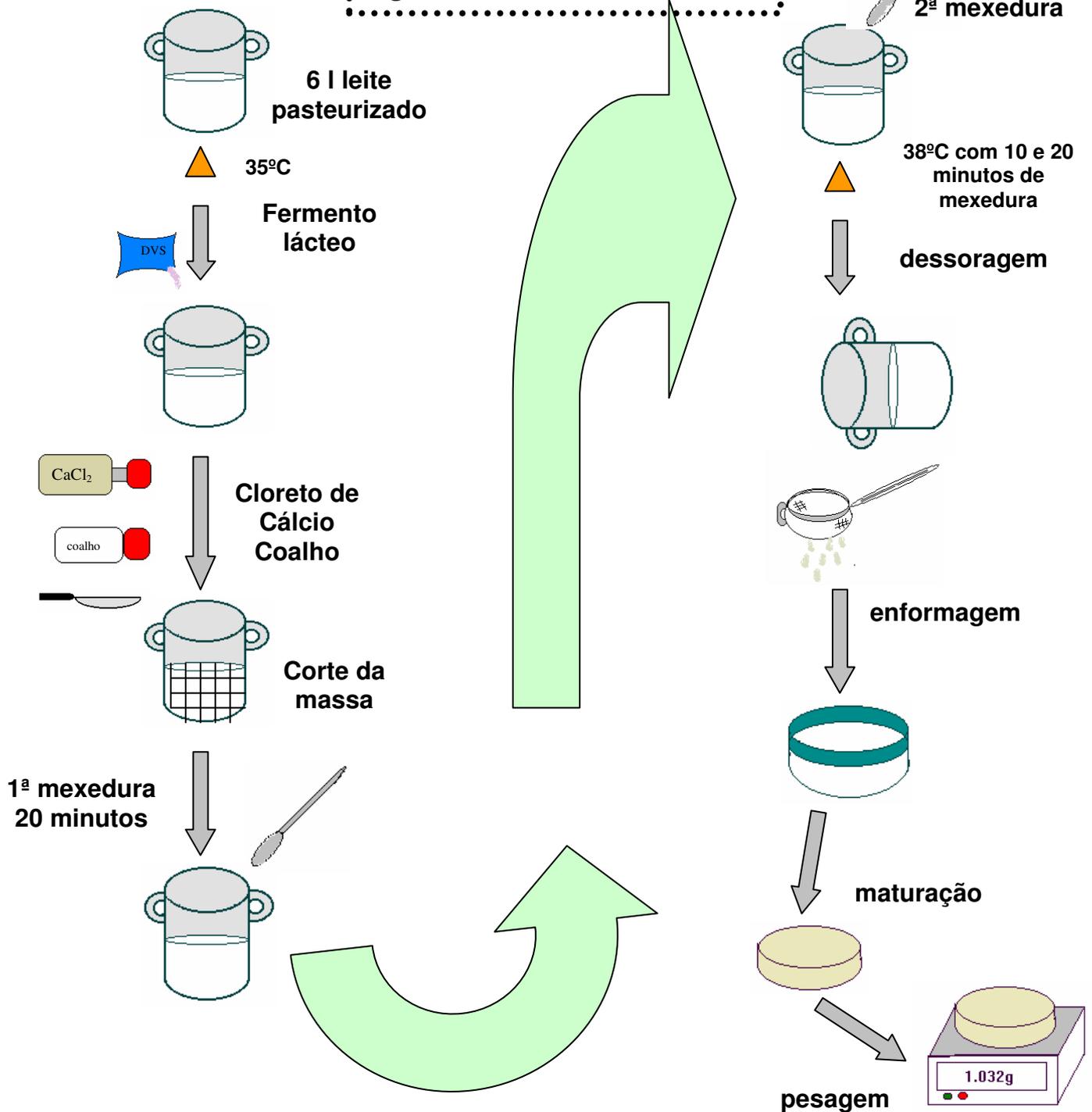
ABREU, Luiz  
Ronaldo de.  
**Tecnologia de Leite  
e Derivados.** Lavras:  
UFLA/FAEPE/DCA:  
Imprensa  
Universitária UFLA,  
2000. 205p.

MÚCIO, M. Furtado.  
**Principais  
Problemas dos  
Queijos: Causas e  
Prevenção.** Fonte  
Comunicações e  
Editora. 1999. 176 p.

# PROCESSAMENTO DO LEITE:

Verificação do efeito do tempo de agitação dos coágulos quanto ao rendimento do Queijo Minas Meia Cura

Queijo Minas Meia Cura com agitação de 10 e 20 minutos



# PROCESSAMENTO DO LEITE

## Verificação do efeito da lavagem da massa do Queijo Prato em comparação com o Queijo Minas Meia Cura

O Queijo Prato é um dos queijos mais populares do Brasil, sendo originado dos queijos Dambo dinamarquês e o Gouda holandês. No Brasil, sua tecnologia foi adaptada às condições locais, o que explica as diferenças de sabor e textura do Prato em relação aos queijos que lhe deram origem. Observa-se uma tendência cada vez maior para seu consumo indireto, sobretudo em sanduíches. Apresenta formato de paralelepípedo, crosta lisa, fina, textura fechada e cor amarelo-palha. Trata-se de queijo de massa semicozida e lavada, o que explica sua consistência macia e sabor suave. A fatiabilidade é uma de suas características principais. Para o Queijo Minas Meia Cura usa-se o mesmo processo do Queijo Prato, com a diferença de não se fazer a lavagem da massa na sua fabricação o que no final da maturação dos queijos deixa um gosto e odor mais acentuado, diferenciando muito esses dois tipos de queijo quanto ao uso.

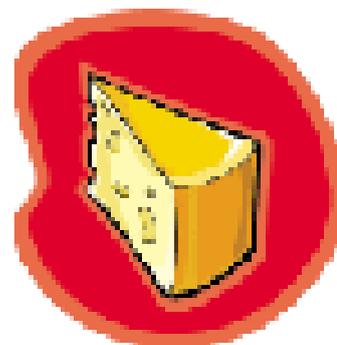
### Materiais

- 20 litros de leite pasteurizado;
- Termômetro;
- Relógio;
- 2 vasilhames de alumínio para 10 litros de leite cada;
- Fermento láctico;
- Coalho;
- Cloreto de Cálcio;
- Corante de Urucum;
- Sal;
- Colher para mexedura da massa;
- Fogão;
- Formas com dessorador, para Queijo Minas Meia Cura;
- Formas com dessorador, para Queijo Prato;
- Prensa.

### Procedimentos

- 1- Aquecer o leite pasteurizado a 35°C, colocando 10 litros em cada vasilhame;
- 2- Adicionar o fermento láctico e mexer;
- 3- Adicionar 4 mL de cloreto de Cálcio em cada vasilhame;
- 4- Adicionar o corante de Urucum somente no queijo Prato;
- 5- Adicionar o coalho na proporção indicada pelo fabricante;
- 6- Verificar o ponto de corte da massa;
- 7- Cortar a massa, esperando 5 minutos para a agitação;
- 8- Agitar lentamente a massa por 10 minutos;
- 9- Em um dos vasilhames, agitar por 20 minutos com aquecimento direto, até a temperatura de 38°C;

- 10- No outro vasilhame, deixar em repouso alguns minutos, retirar 30% de soro e fazer o aquecimento adicionando-se água à temperatura de 75 a 80°C até a temperatura da massa atingir 38°C e mexer por 20 minutos;
- 11- Deixar em repouso alguns minutos;
- 12- Retirar o soro;
- 13- Enformar os queijos;
- 14- Prensar os queijos;
- 15- Fazer a viragem dos mesmos após 20 minutos;
- 16- Colocar os queijos na salmoura;
- 17- Deixar maturar em câmara fria por 20 dias;
- 18- Fazer a análise sensorial dos dois tipos de queijos;
- 19- Anotar os resultados obtidos.



### Segurança

A produção higiênica de queijos assegura a qualidade microbiológica do produto. Deve-se vigiar a saúde do rebanho e do pessoal encarregado da ordenha e manipulação do leite, afastando os portadores de doenças até ficarem satisfatoriamente curados; manter os locais de ordenha e produção limpos e higienizados; manter os utensílios empregados na ordenha e beneficiamento devidamente desinfetados; cuidar para que os encarregados da ordenha e produção adotem normas de higiene criteriosas. Com estas práticas simples se evitará a contaminação do leite ou do produto que se está elaborando.

### Outras atividades

Pode-se comparar o Queijo Prato com o Queijo Tipo Gouda, verificando-se que pequenas mudanças na fabricação dos mesmos interferem muito no sabor final dos produtos.

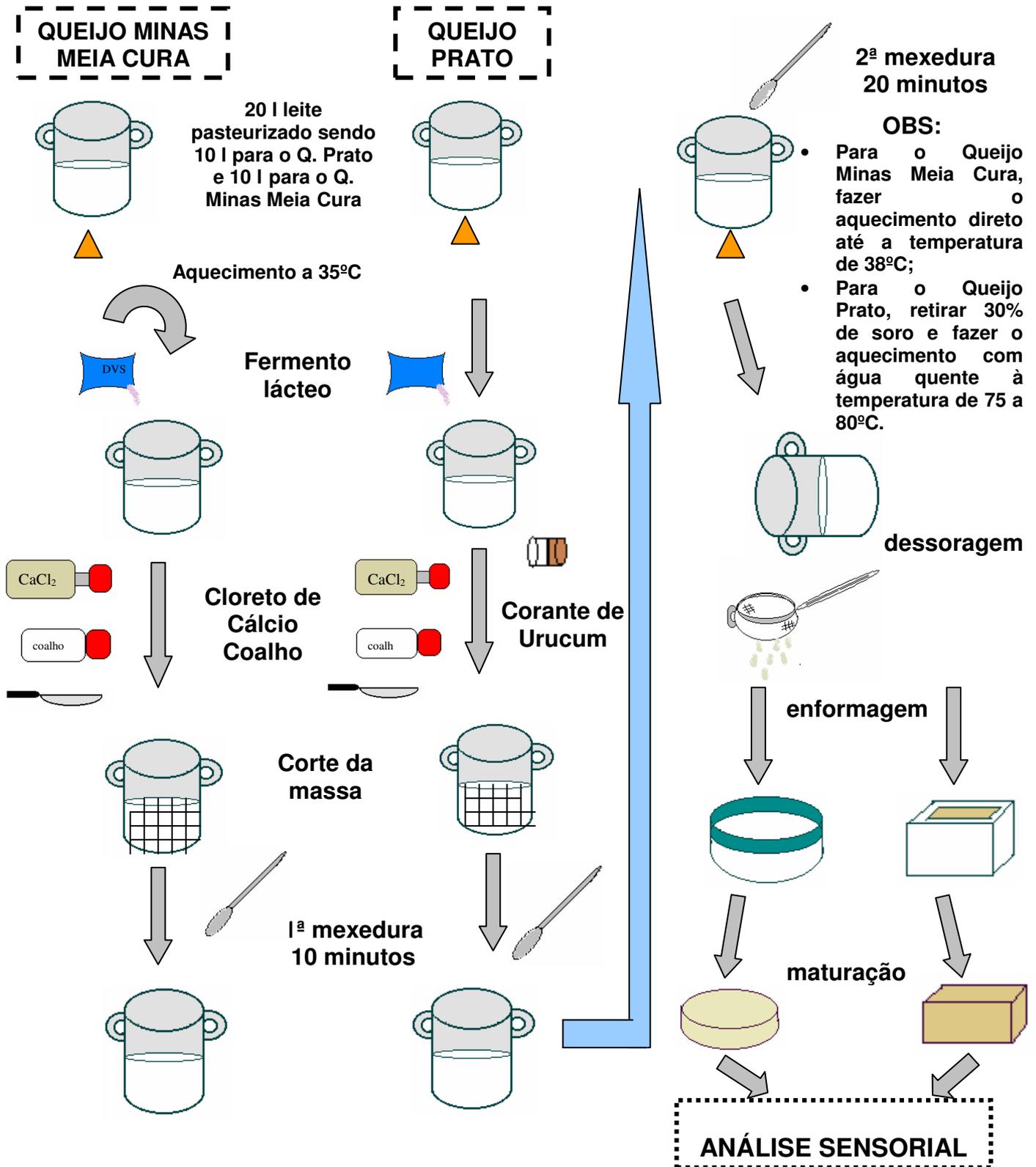
### Informação Adicional

Produção de Queijos.  
Centro de  
Produções Técnicas  
– CPT.

LONDOÑO, M. M. D.;  
ABREU, L. R.  
Fabricação do  
Queijo Prato.  
Lavras.

# PROCESSAMENTO DO LEITE:

Verificação do efeito da lavagem da massa do Queijo Prato em comparação com o Queijo Minas Meia Cura



# Simulação de Filagem

## Polimerização da proteína: verificação de tempo e temperatura

A massa de mussarela, recém obtida, após o ponto, encontra-se sob a forma de paracaseinato bicálcico, não fila e normalmente o pH é alto demais. O ácido produzido pelas bactérias do fermento se dissocia e reage com o paracaseinato bicálcico formando lactato de cálcio (solúvel) e paracaseinato monocálcico, que fila. À partir deste ponto, a continuidade do processo de fermentação dá origem à formação de paracaseína, que não fila e via de regra é acompanhada por um pH baixo demais. De um modo geral, a filagem ocorre na faixa de pH entre 5,1 e 5,5. É bom lembrar ainda que o fato de se controlar o pH não dispensa a realização de um teste prévio de uma pequena porção da massa a ser filada. A massa terá atingido o ponto ideal de filagem quando uma amostra de 10 g da massa, aquecida a 80°C, forma um filamento superior a 1 m de comprimento. A temperatura da água de filagem depende da consistência e do grau de fermentação da massa. De um modo geral, quanto mais elevada a temperatura da água, mais mole será a massa obtida e vice-versa. Para se obter uma mesma consistência no produto final, partindo-se de massa mais mole e mais ácida, deve-se usar temperaturas de filagem mais baixas. Ao contrário, a temperatura deve ser mais elevada. Quando se deseja produzir queijos maiores, deve-se procurar usar temperaturas mais baixas para evitar o amolecimento da massa. Estas variações de temperatura vão de 60 a 80°C. Uma filagem muito rápida da massa com uma água com temperatura baixa pode levar a uma má filagem da massa, podendo apresentar marmorização mais tarde e haverá uma queda no rendimento do processo devido à perda excessiva de cordura e proteínas na água de filagem.

### Materiais

- 2 kg de massa de mussarela preparada como de costume;
- Termômetro;
- Água quente;
- Bacias plásticas;
- Fogão;
- Tábua de PVC;
- Salmoura a 20%;
- Colher para filagem da massa;
- Vasilhame grande, de alumínio para água quente;
- Vasilhame de alumínio ou plástico, de 2 litros para retirada de água quente do vasilhame grande;
- Formas para mussarela;
- Água gelada:

### Procedimentos

- 1- Preparar uma massa de mussarela como de costume;
- 2- Deixar a massa fermentando de um dia para outro;
- 3- Verificar o pH da massa;
- 4- Fazer a filagem da mesma quando o pH estiver entre 4,8 a 5,5;
- 5- Fatiar a massa em fatias finas;
- 6- Adicionar água à temperatura de 70°C e observar o resultado;

- 7- Filar parte da massa à temperatura de 85°C;
- 8- Observar o resultado;
- 9- Enformar os queijos;
- 10- Fazer a viragem dos queijos após 10 minutos;
- 11- Resfriar as peças de mussarela em água gelada;
- 12- Desenformar os queijos;
- 13- Colocá-los na salmoura a 20% de sal;
- 14- Observar as peças depois de salgadas.



### Segurança

As formas dos queijos devem ser colocadas em solução sanitizante por 20 minutos. A solução pode ser preparada da seguinte forma:

- ✓ 10 litros de água;
- ✓ 100 mL de água sanitária.

Essa solução não deve ser reaproveitada. Deve ser feita a cada processamento.

### Outras atividades

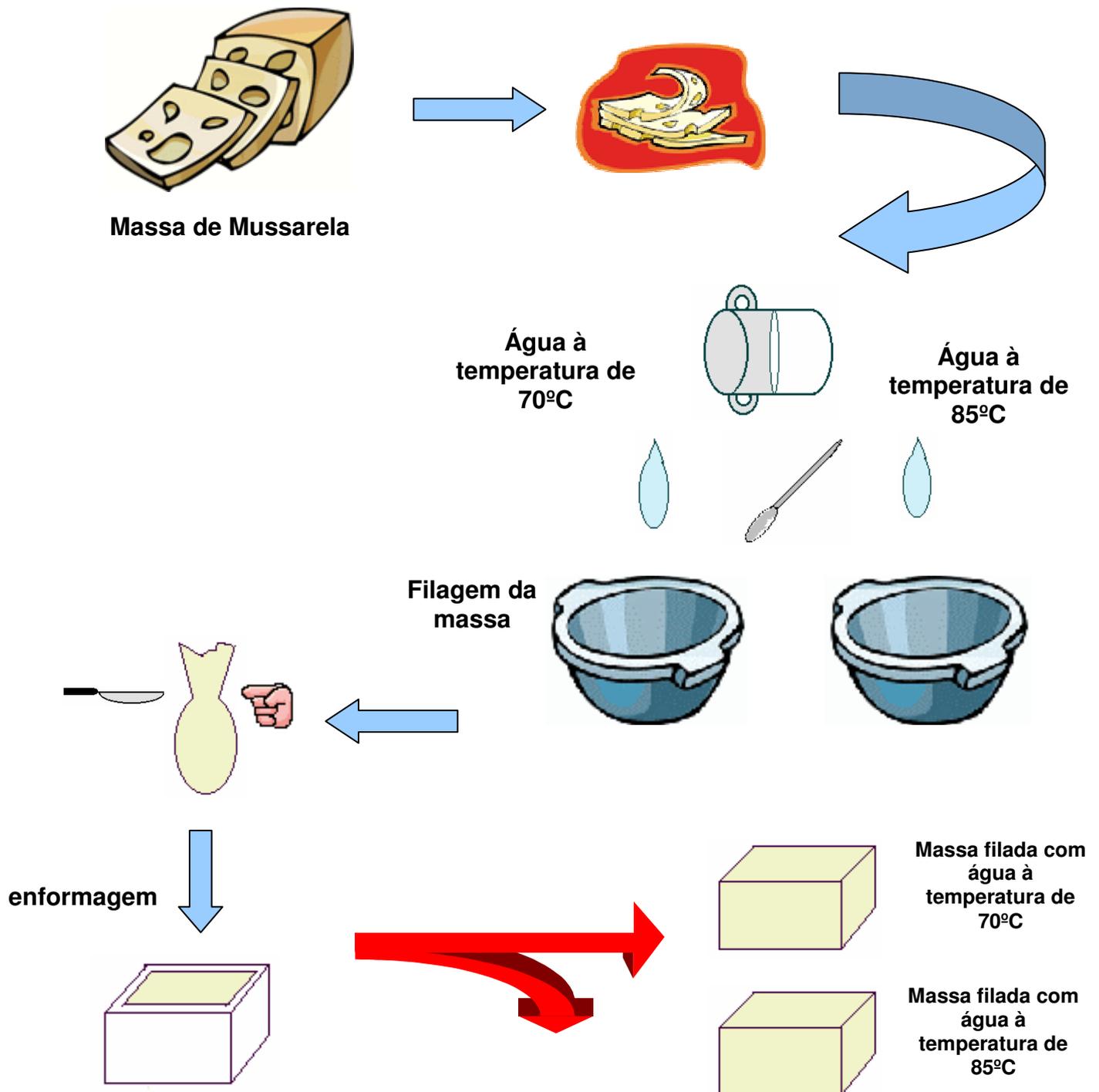
Pode-se realizar outros experimentos, filando massas com diferentes pH com água mais quente e mais fria. O uso de leite cru ácido na fabricação de mussarela também pode ser testado, verificando-se o tempo que leva para dar ponto de filagem, o sabor, textura e rendimento da massa.

### Informação Adicional

MÚCIO, M. Furtado.  
**Principais Problemas dos Queijos: Causas e Prevenção.** Fonte Comunicações e Editora. 1999. 176 p.

# Simulação de Filagem

## Polimerização da proteína: verificação de tempo e temperatura



# VERIFICAÇÃO DA CREMOSIDADE DO REQUEIJÃO CREMOSO: Produção de fio longo

Na década de 80, a produção de requeijão experimentou um crescimento sem precedentes. Durante estes anos o seu consumo não parou de crescer e hoje, o requeijão é o segundo produto lácteo mais consumido no país. O requeijão é um produto genuinamente brasileiro, sendo produzidos até a década de 90 três tipos principais: o Requeijão do Norte, o Requeijão em Barra e o Requeijão Cremoso. Nos últimos anos, além do consumo com pães, biscoitos e doces, o requeijão passou a ser usado em pizzas, pastéis, esfirras e massa em geral. Esse tipo de requeijão teria que ter características diferenciadas, devendo suportar as altas temperaturas dos fornos, sem escurecer e derreter excessivamente, sendo chamado de Requeijão Culinário. Os sais fundentes empregados na fabricação do requeijão cremoso e culinário devem ser de alto poder de cremificação, de baixa ou nula refundibilidade e de reações básicas, como por exemplo os polifosfatos, o difosfato tetrassódico e o pirofosfato tetrassódico – TSPP. O ajuste do pH é um fator que atua diretamente sobre a consistência e textura do produto final. Por este motivo, deve-se estabelecer um pH de 5,4 como limite mínimo, e pH 5,7 como máximo. Valores de pH abaixo de 5,4 tendem para a obtenção de um requeijão com textura arenosa e quebradiça, consistência muito firme, e sabor ácido pronunciado. Acima de pH 5,7, o produto apresentará uma consistência mais cremosa e fluida. O ajuste adequado do pH poderá ser obtido mediante cálculos e pelo emprego de sais corretivos.

## Materiais

- 400 g de massa para requeijão preparada como de costume;
- 320 gramas de creme retirado do desnate do leite para a fabricação do requeijão;
- 8 gramas de tetrapirofosfato (fosfato);
- 8 gramas de citrato de sódio;
- 2 panelas de alumínio;
- 2 colheres para mexedura da massa;
- 8 gramas de sal comum;
- Potenciômetro.

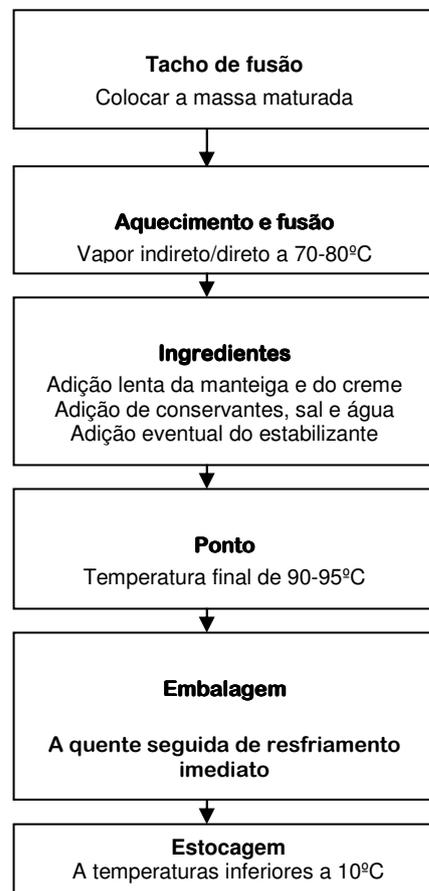
## Procedimentos

- 1- Preparar uma massa para requeijão como de costume;
- 2- Verificar o pH da massa depois de lavada;
- 3- Dividir os ingredientes para duas panelas separadas;
- 4- Adicionar tetrapirofosfato para a fusão da massa em uma das panelas e o citrato na outra;
- 5- Adicionar os demais ingredientes, colocando a metade em cada panela;
- 6- Fundir a massa;
- 7- Verificar a formação do fio longo e fio curto e a cremosidade do requeijão;
- 8- Verificar o pH da massa formada;
- 9- Anotar os resultados obtidos.

## Informação Adicional

Requeijão Culinário.  
Informativo Há-La  
Biotec. Crs Hansen.  
Ano Xii - nº 73.  
Janeiro/fevereiro  
2003.4 p.

## FLUXOGRAMA DE FABRICAÇÃO DE REQUEIJÃO CREMOSO



## Segurança

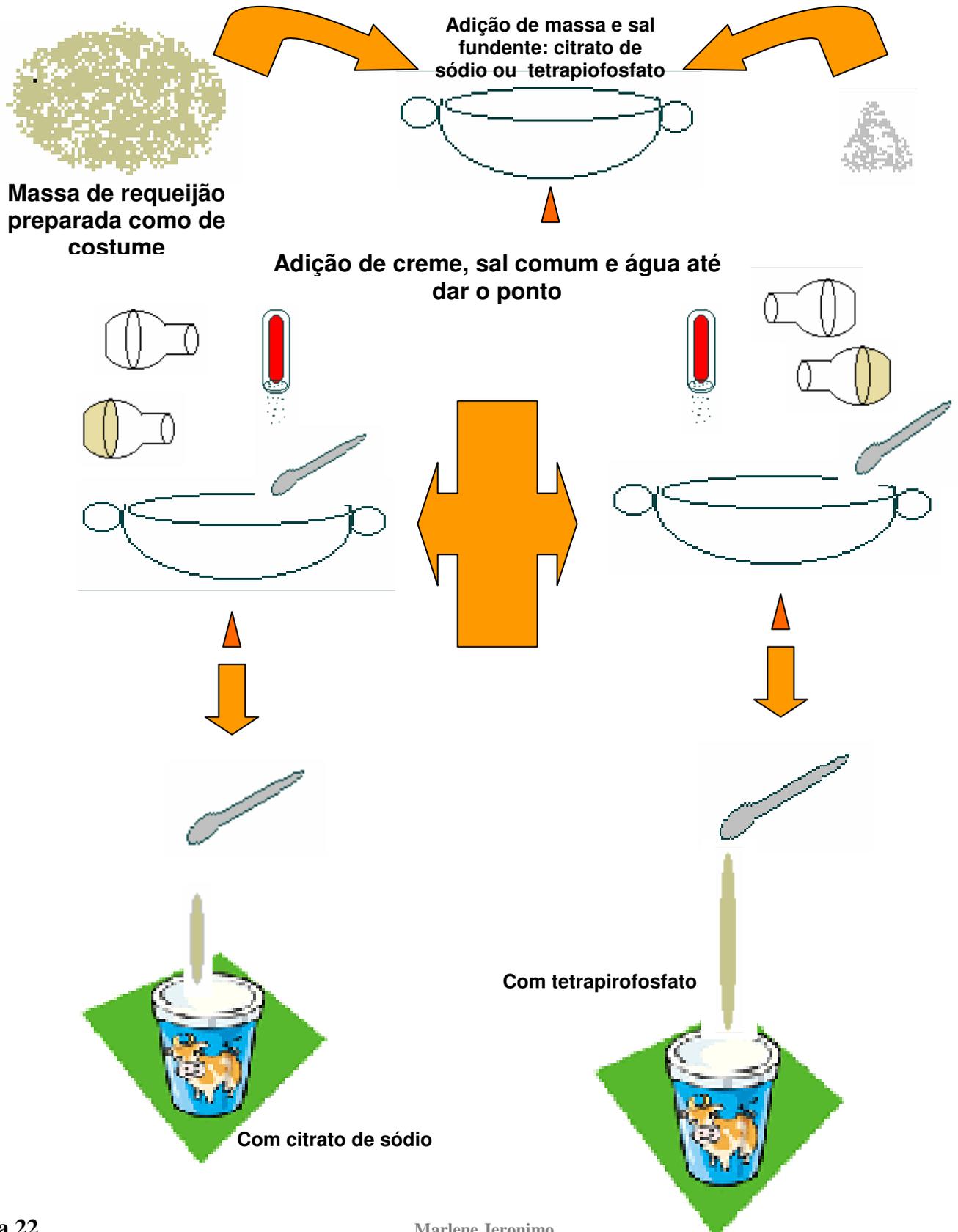
Deve-se aferir o potenciômetro todos os dias para um melhor resultado. Todos os utensílios devem ser lavados e desinfetados, evitando assim, contaminações do produto acabado.

## Outras atividades

Pode-se realizar o mesmo experimento usando-se como sal fundente o citrato de sódio e verificar a formação do fio (fio curto) no requeijão cremoso. Verificar também o pH da massa e pH ao final da fabricação do mesmo.

# PROCESSAMENTO DO LEITE

## Verificação da Cremosidade do Requeijão Cremoso: Produção de fio longo



# PRODUÇÃO DE GASES POR BACTÉRIAS PROPIÔNICAS

As bactérias propiônicas são bastonetes curtos, gram-positivos, que crescem melhor em condições anaeróbicas ou de baixa tensão de oxigênio. Ocorrem naturalmente no rúmen e no intestino de ruminantes e, por isso, estão presentes no esterco e nas pastagens. Podem assim contaminar o leite na fonte de produção, sendo que algumas cepas conseguem sobreviver à pasteurização e se manifestar em queijos de maturação média e longa, especialmente naqueles maturados por algum período em temperaturas razoavelmente elevadas. A microbiota propiônica se manifesta melhor em alguns queijos duros devido a fatores como: (a) muitos destes queijos têm pH ligeiramente mais alto (geralmente por volta de 5,3); (b) são queijos com baixo potencial de redox; (c) em geral, são queijos grandes, nos quais a difusão do sal é mais lenta, facilitando a fermentação propiônica na região central do queijo; (d) freqüentemente, são curados em temperaturas mais brandas (acima dos 14°C). Queijos com grandes olhaduras sempre exerceram uma atração especial no consumidor. Desta categoria de queijos os mais renomados são os da linha conhecida por "Suíços", uma denominação que se refere quase ao Emmental (ou Emmenthäler), queijo firme, fabricado em seu país de origem como de massa dura e cozida (umidade cerca de 38%). Na América Latina, esse tipo de queijo é, geralmente, um pouco mais macio, com características próximas aos queijos semiduros (umidade cerca de 41%), sendo feitos com uso de culturas propiônicas. As bactérias propiônicas, fermentadoras de lactato, conferem ao queijo aroma mais suave e um sabor ligeiramente adocicado resultante do conseqüente acúmulo de ácido propiônico. Além de alterar a textura do queijo, o crescimento das bactérias propiônicas altera o sabor. Podem acumular, rapidamente, quantidades consideráveis de ácido propiônico e ácido acético, que modificam o sabor com tendência ao ligeiramente adocicado.

## Materiais

- 100 g de massa fresca de queijo preparada como de costume;
- Tubos de ensaio com rosca;
- Selo de parafina (50%) e cera de abelha (50%);
- Água peptonada;
- Agar PCA;
- Caldo nutritivo BHI;
- Óleo mineral;
- Lactato;
- Cultura liofilizada de bactérias propiônicas;
- Alça de cromo-níquel;
- Termômetro;
- Estufa;
- Relógio.

## Procedimentos

### PREPARO DA CULTURA DE MANUTENÇÃO:

- 1- Abrir o envelope da cultura liofilizada com uma tesoura esterilizada;
- 2- Transferir uma alçada da cultura para um tubo de ensaio contendo água peptonada;
- 3- Deixar em repouso por 30 minutos;
- 4- Inocular, em profundidade (utilizando agulha de inoculação) Agar PCA semi-sólido enriquecido com 1,7% de lactato contido em um tubo de ensaio;

- 5- Incubar por 96 horas a 30°C;
- 6- Pode-se guardar em geladeira por até 6 meses para uso posterior.

### PREPARO DA CULTURA DE TRABALHO

- 1- Preparar o caldo nutritivo BHI;
- 2- Transferir uma alçada da cultura para caldo nutriente;
- 3- Selar com óleo mineral a superfície superior do caldo nutriente. Incubar por 48 horas a 30°C;
- 4- Transferir de 0,5 a 1 ml do caldo para um tubo de ensaio;
- 5- Cobrir com massa fresca de queijo;
- 6- Vedar a superfície superior deste material com um selo de parafina. Incubar por 96 horas a 30°C;
- 7- Anotar os resultados obtidos.
- 8- Anotar os resultados obtidos.

## FATORES QUE INFLUENCIAM DIRETA OU INDIRETAMENTE O CRESCIMENTO DAS PROPIÔNICAS:

- ✓ Temperatura de maturação: tem forte influência e pode retardar consideravelmente a manifestação. Bactérias propiônicas podem se desenvolver em 2-3 dias a 30°C, exigindo, se a 15°C, algo como 10-14 dias para crescimento semelhante. Manter o queijo em temperaturas não superiores a 12°C auxilia a retardar o crescimento;
- ✓ pH do queijo: quanto mais baixo o pH do queijo, menor o crescimento de propiônicas;
- ✓ Para o controle, quando indesejáveis, tentar eliminar ao máximo a possibilidade de contaminação na fonte de produção, através de medidas higiênicas preventivas;
- ✓ Uso de nitrato de sódio (até 20 g/100 L de leite) reduz o crescimento da flora propiônica (não recomendado);
- ✓ O cloreto de sódio é inibidor, mas isoladamente não é suficiente (para inibição de algumas cepas exige mais de 3%) já que altas concentrações não são compatíveis com o processamento e características de muitos queijos;
- ✓ O processo de bacto-fugação (separação de microrganismos por centrifugação de alta velocidade) tem sido descrito como capaz de eliminar bactérias propiônicas naturalmente presentes no leite, mas devido ao custo do equipamento, pode não ser viável para fábricas de pequeno porte.

## Segurança

O manuseio de culturas, lâminas, tubos de ensaio e todo e qualquer material de laboratório deve ser feito com o maior cuidado. As principais vias de acesso de infecções no organismo são: por inalação, por ingestão, por cortes e arranhões, e por via ocular.

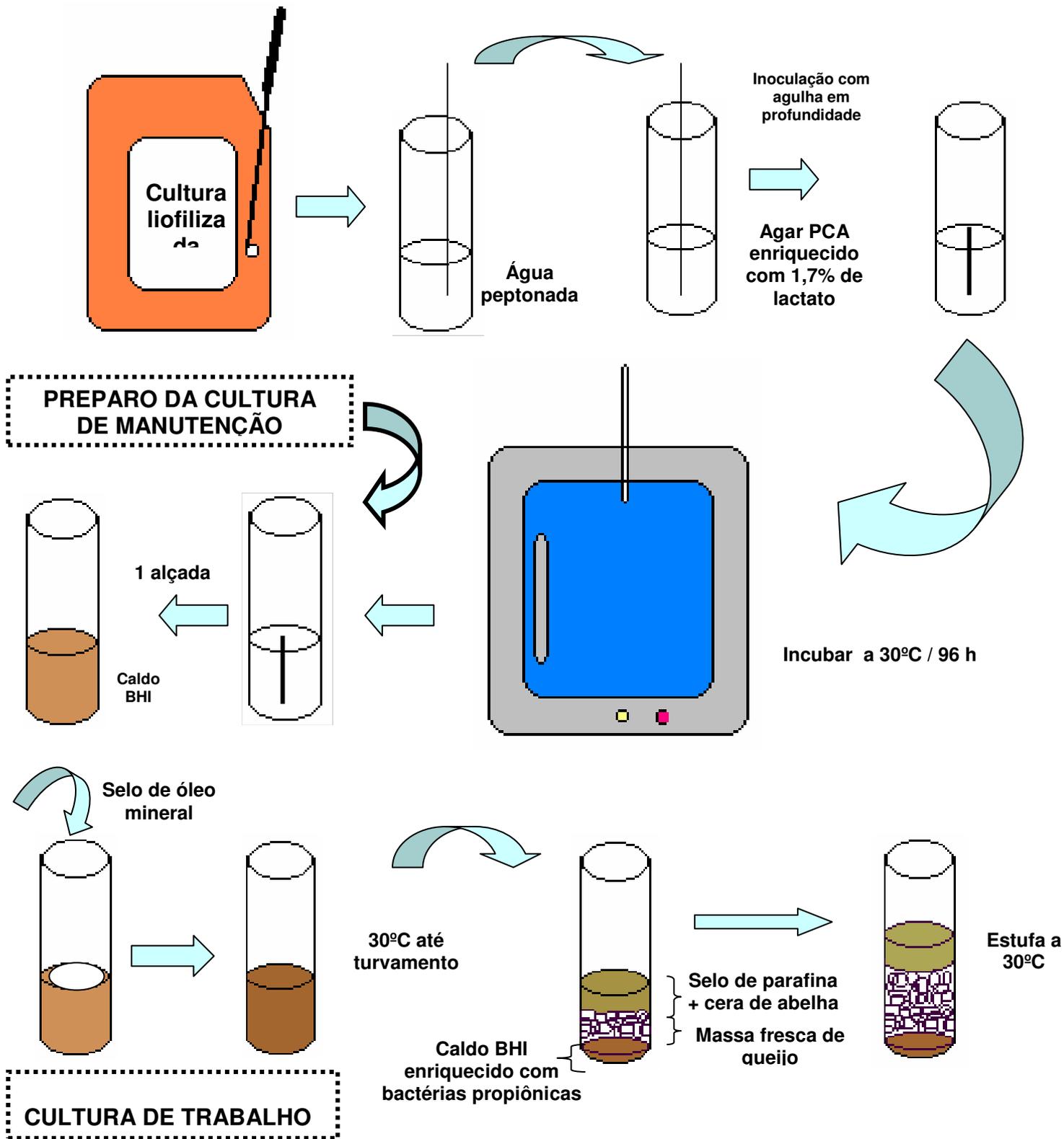
## Outras atividades

Pode-se colocar pedaços de massa para mussarela, inoculada com propiônicas, em sacos plásticos limpos e vedados. Com o crescimento das bactérias propiônicas, ocorrerá produção de gases, que pode ser verificado pelo estufamento dos sacos plásticos.

## Informação Adicional

MÚCIO, M. Furtado.  
**Principais  
Problemas dos  
Queijos: Causas e  
Prevenção.** Fonte  
Comunicações e  
Editora. 1999. 176 p.

# MATURAÇÃO: Produção de gases por bactérias propiónicas



# MATURAÇÃO: Simulação da atividade lipolítica em queijos

O queijo Gorgonzola é maturado por *Penicillium roqueforti*, que cresce internamente nas olhaduras mecânicas do queijo. Devido à forte ação proteolítica e lipolítica do mofo, o mesmo desenvolve um pronunciado sabor e aroma. Deve ser maturado por 60-120 dias, em câmaras especiais, com 90% de umidade e temperatura entre 5 e 7°C, e após 15 a 20 dias de fabricação os queijos são perfurados, para promover penetração de oxigênio no seu interior, o que constitui um dos fatores indispensáveis para o crescimento do *Penicillium*. Quando cortado, deve apresentar veias azul-esverdeadas bem distribuídas na massa, caracterizadas pelo abundante crescimento do mofo. A maturação do queijo é caracterizada por uma série de mudanças físicas, químicas e microbiológicas que afetam os principais componentes do queijo. As mudanças que envolvem lipídeos e proteínas são as características mais significativas. Durante a maturação dos queijos azuis, o mofo cresce e esporula, intensificando o fenômeno de lipólise, oxidação de ácidos graxos e proteólise, e acentua-se o desenvolvimento do *flavor*. O pH do queijo aumenta de 4,7 para 6,5 e ocorre metabolização de ácido láctico; o queijo desenvolve as manchas azul-esverdeadas que aparecem como veias. A hidrólise dos triglicerídeos, com liberação de ácidos graxos, é o resultado de uma ação enzimática, que pode aparecer em todos os produtos lácteos e é denominada lipólise.

## Materiais

- PCA Cloram;
- Liquidificador;
- Autoclave;
- Tributirina;
- Placas de Petri;
- Estufa;
- Termômetro;
- Mofos do queijo Gorgonzola;
- Agulha;
- Erlemmeyer;
- Bico de Bunsen.

## Informação Adicional

SBAMPATO, C.G.;  
ABREU, L.R.;  
FURTADO, M.M.  
**Queijo Gorgonzola  
fabricado com leite  
pasteurizado por  
ejetor de vapor e  
HTST: parâmetros  
físico-químicos e  
sensoriais.** Pesquisa  
agropec. bras.,  
Brasília, vol. 35, n.1,  
p.191-200, jan. 2000

## Procedimentos

- 1- Preparar o PCA Cloram;
- 2- Adicionar a tributirina;
- 3- Homogeneizar em liquidificador;
- 4- Colocar em vapor fluente por 30', por três dias seguidos;
- 5- Verter o Agar nas placas de Petri;
- 6- Deixar solidificar;
- 7- Inocular o mofo com uma agulha (spot-on-plate);
- 8- Incubar as placas invertidas por 5 dias à temperatura de 20 a 22°C;
- 9- Verificar a formação de halos ao redor dos mofos.

## QUEIJO GORGONZOLA

O queijo gorgonzola tem sua origem no Vale do Pó, na Itália. Seu consumo no Brasil tem aumentado a partir da década de 70, com o interesse por parte das indústrias laticinistas, na elaboração desse produto, como também de outros queijos mofados.

Esse queijo deve apresentar as seguintes características:

- Ser obtido de leite de vaca, pasteurizado;
- Massa macia, crua, gorda;
- Cor branca matizada pelo desenvolvimento do mofo;
- Apresentar 43 a 45% de umidade;
- 28 a 30% de gordura;
- 21% de proteína;
- pH de 5,7 a 5,9;
- teor de sal de 3,0 a 3,5%.

O queijo Gorgonzola é maturado por *Penicillium roqueforti*, que cresce internamente nas olhaduras mecânicas do queijo. Devido à forte ação proteolítica e lipolítica do mofo, o mesmo desenvolve um pronunciado sabor e aroma.

Para a obtenção de queijo tipo Gorgonzola com reconhecida qualidade, um fator de grande importância é a qualidade do leite usado em sua fabricação e pasteurização.



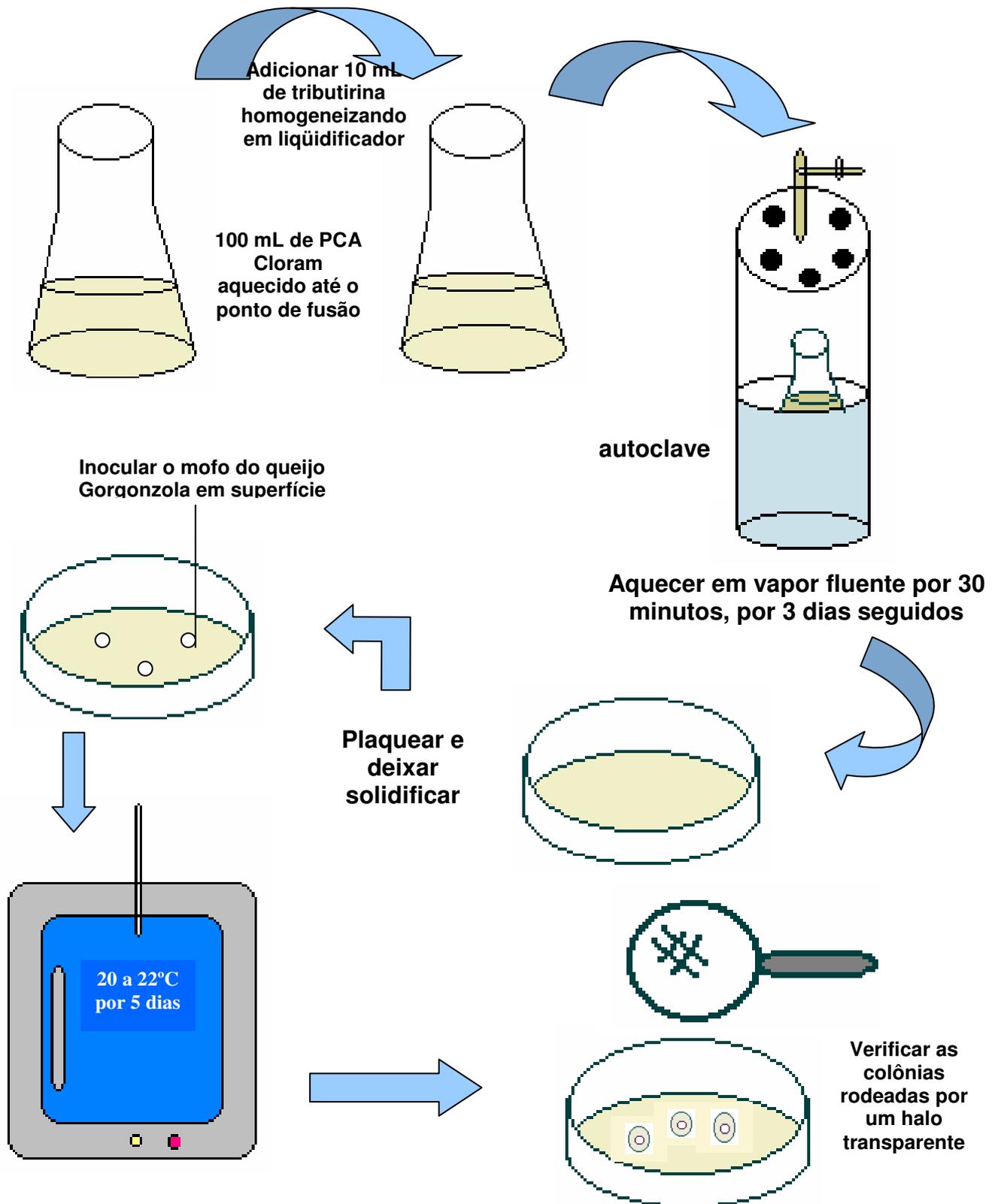
## Segurança

A pessoa que trabalha em laboratório está mais exposta a riscos potencialmente letais. O laboratório pode conter produtos químicos que são tóxicos, inflamáveis, corrosivos ou carcinogênicos. As principais vias de acesso de infecções no organismo são: por inalação, por ingestão, por cortes e arranhões e por via ocular, portanto, para o trabalho em laboratórios, deve-se usar avental, proteger cortes e arranhões, lavar as mãos antes de deixar o laboratório, não comer ou beber e falar o mínimo possível, não pipetar com boca e em caso de

## Outras atividades

Pode-se realizar o mesmo experimento usando-se outros tipos de queijos mofados e verificar a atividade lipolítica e proteolítica dos mesmos.

# MATURAÇÃO: Simulação da atividade lipolítica em queijos



# MATURAÇÃO

## Simulação da atividade proteolítica em queijos, por *Pseudomonas*

A ação do frio sobre as bactérias não causa sua destruição, apenas diminui sua velocidade de multiplicação. Esta velocidade estará relacionada com o tempo gasto para se resfriar o leite de 37°C, no momento da sua obtenção e seu resfriamento, sendo o ideal que ele seja resfriado a 4°C em menos de 3 horas. A qualidade do leite diminui quanto maior o tempo de resfriamento. Grande parte dos problemas de qualidade do leite estaria resolvido com o resfriamento correto se não existissem as bactérias psicotróficas que são microrganismos que embora tenham sua temperatura de crescimento na faixa dos mesófilos (de 20 a 35°C), também são capazes de se desenvolver em temperaturas de refrigeração (7°C ou menos). Este grupo engloba diversas espécies bacterianas, sendo que a principal é a *Pseudomonas fluorescens*. Contaminam o leite pela má higienização dos equipamentos (ordenhadeiras mecânicas, tubulações, tanques resfriadores, etc.). De maneira geral são facilmente destruídas pela pasteurização, mas elas produzem enzimas extracelulares – lipolíticas e proteolíticas, em condições de refrigeração. Estas enzimas são termoresistentes, não totalmente inativadas pelos processos de pasteurização ou mesmo de esterilização UHT. Quanto mais tempo o leite for mantido refrigerado, maior será a contagem de psicotróficos e se a contagem superar a 10 milhões/mL, a diminuição do rendimento da fabricação de queijos é sensível, podendo superar a 5%. No caso do leite “longa-vida” podem causar a geleificação do produto durante a armazenagem, ou a separação de fases (formação de soro).

### Materiais

- 5 gramas de peptona de carne;
- 3 gramas de extrato de levedura;
- 12 gramas de agar;
- 900 ml de água destilada;
- 100 mL de leite em pó desnatado reconstituído;
- Placas de Petri;
- Tubos de ensaio de 18 X 180 com 9 ml de diluente;
- Estante para tubos de ensaio;
- Pipetas de 1 ml e 10 ml estéreis;
- Estufa a 30° C;
- Termômetro;
- Cultura de *Pseudomonas* em várias diluições;
- Alça de níquel-cromo;
- Ácido clorídrico 1 N.

### Procedimentos

- 1- Suspender os componentes do meio de cultura em 900 ml de água destilada;
- 2- Ferver até dissolução completa e distribuir em frascos;
- 3- Autoclavar a 121°C/15 minutos;
- 4- No momento da colocação nas placas, adicionar 100 ml de leite desnatado reconstituído (10%) estéril;
- 5- Preparar a diluição da cultura de *Pseudomonas*, colocando-se em 9 mL de água peptonada estéril, uma alçada da cultura, 2 e 3 alçadas em outros tubos de ensaio;
- 6- Semear sobre a superfície do agar leite, 0,1 mL da diluição selecionada e com auxílio da alça de Drigalski, espalhar o inóculo cuidadosamente por toda superfície;
- 7- Incubar por 3-5 dias à temperatura de 21 a 22°C;

- 8- Após a incubação, cobrir o agar com solução de HCl a 1% ou ácido acético a 10% por 1 minuto;
- 9- Retirar o excesso de líquido;
- 10- Contar as colônias rodeadas por um halo transparente.

### EFEITOS DA PRESENÇA DE PSICOTRÓFICOS NO LEITE

Produto	Problemas ocasionados	Causas
Queijos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Perda de rendimento;</li> <li>✓ Alterações de sabor: sabor amargo e gosto de sabão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Atividade proteolítica sobre a caseína, aumentando sua perda no soro durante a fabricação;</li> <li>✓ Atividades proteolíticas e lipolíticas durante a maturação do queijo.</li> </ul>
Leite Longa Vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento da viscosidade, podendo levar à geleificação (coagulação doce);</li> <li>✓ Alteração de sabor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Atividade proteolítica durante o armazenamento, que se acentua quanto maior for o tempo;</li> <li>✓ Atividade lipolítica, liberando ácidos graxos de sabor/odor desagradáveis.</li> </ul>

### Segurança

O meio mais eficaz de se eliminarem as psicotróficas é prevenir sua contaminação no leite, adotando medidas de higiene adequadas na produção, armazenamento e transporte do leite. O leite ao chegar à fábrica, que for mantido por 1 a 2 dias refrigerado e cru, nos silos, é aconselhável submetê-lo a uma termização antes de estocá-lo, que consiste no aquecimento a 63°C por 10 segundos, o que é suficiente para eliminar as psicotróficas e assegurar assim a qualidade do leite durante a estocagem na



### Outras atividades

Pode-se verificar a atividade proteolítica das bactérias *Pseudomonas*, simulando a refrigeração do leite nos tanques de expansão, colocando-se uma amostra de leite na geladeira por vários dias e após fazer o teste de redutase para verificação da sua qualidade.

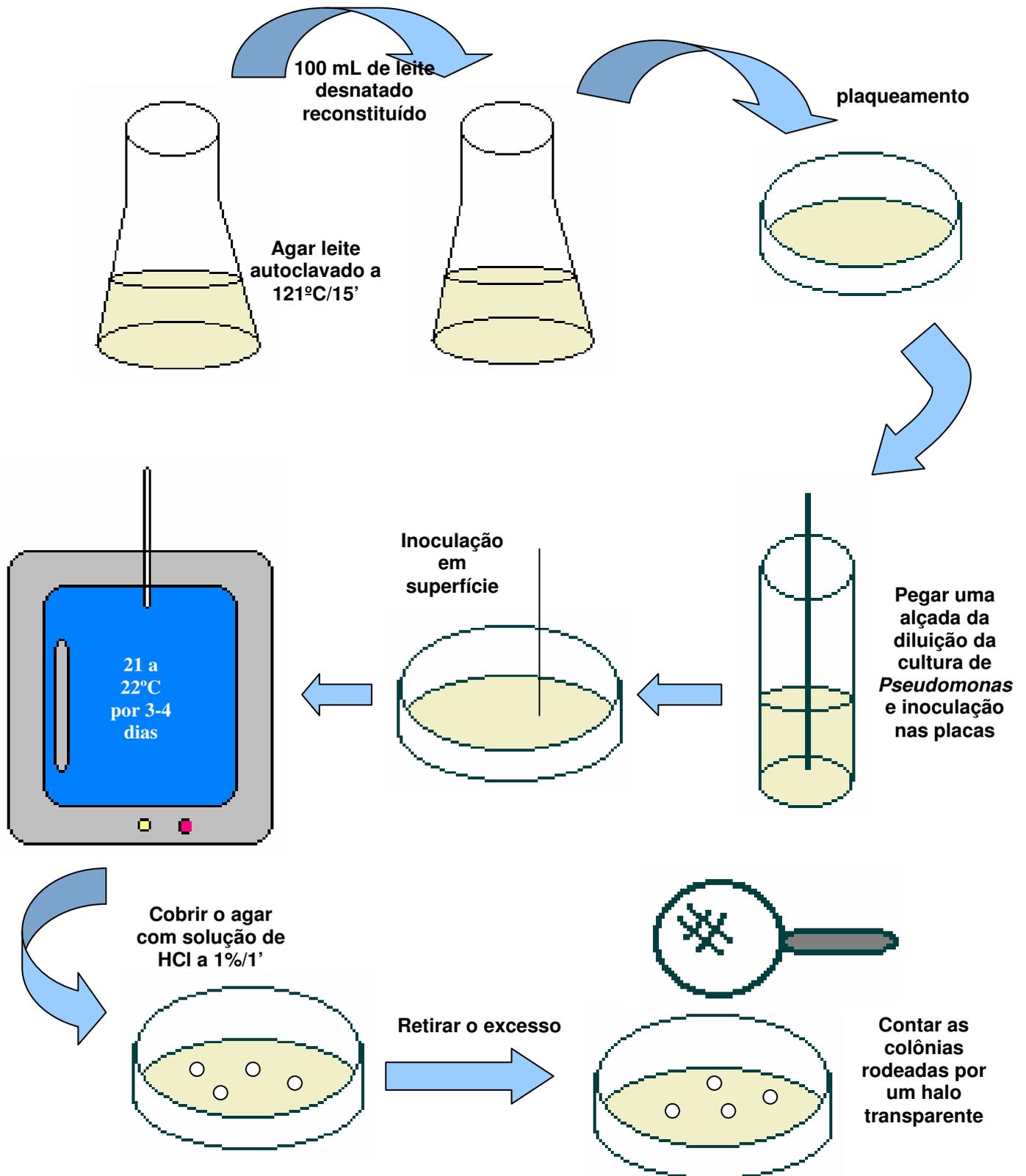
### Informação Adicional

FURTADO, Múcio M. **Principais Problemas dos Queijos: Causas e Prevenção.** Fonte Comunicações e Editora. São Paulo – Brasil. 1999. 176 p.

**Manual de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas do Leite.** CAP LAB. Distribuidor Merck.

**Qualidade em Dia.** Hexis Científica n.º 19 out./nov./dez. 2001.

# MATURAÇÃO: Simulação da atividade proteolítica em queijos, por *Pseudomonas*



# MUSSARELA:

## Verificação da espalhabilidade e liberação de gordura com diferentes dias de maturação

O queijo Mussarela é um dos mais fabricados no mundo e seu consumo nos últimos anos se deve à mudanças nos hábitos alimentares, pela evolução do mercado de pizzarias *fast food*, alimentos congelados como pizzas onde a Mussarela é o ingrediente principal. Devido ao uso de fornos de altas temperaturas nas pizzarias, entre 270 e 300°C, por cerca de 5 a 8 minutos, algumas características de comportamento da Mussarela tornaram-se fatores essenciais de avaliação da qualidade e aptidão deste queijo para seu uso adequado como: derretibilidade, elasticidade, separação de gordura e escurecimento. A derretibilidade refere-se à habilidade da massa em derreter-se com relativa facilidade sobre a pizza, de maneira homogênea e sem formação exagerada de bolhas. Elasticidade é a capacidade da massa, derretida sobre a pizza, de esticar-se, distanciando-se da pizza quando puxada com um garfo, sendo que nesta avaliação envolvem-se ainda fatores como a resistência, ausência de rompimento do fio e a aderência à própria pizza. A separação de gordura refere-se à característica da mussarela em liberar gordura em excesso durante o seu processo de derretimento na pizza.



### Materiais

- Mussarela com diferentes dias de estabilização: 5 dias, 10 dias, 15 dias, 20 dias e 25 dias;
- Disco de Whatmann nº 1;
- Amostrador de queijos;
- Cortador de ovos;
- Estufa;
- Paquímetro.

### Procedimentos

- 1- Amostrar os queijos com diferentes dias de estabilização, com o amostrador;
- 2- Cortar as amostras com um cortador de ovos, transformando-as em pequenas hóstias de mesmo tamanho e peso;
- 3- Colocar as hóstias dispostas regularmente em papel Whatmann nº 1;
- 4- Incubar em estufa a 110°C por 5 minutos;
- 5- Retirar as amostras da estufa e medir a derretibilidade, elasticidade e produção de gordura com um paquímetro;
- 6- Anotar os resultados.

### PRINCIPAIS PROBLEMAS RELACIONADOS ÀS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA MUSSARELA:

#### Endurecimento da Mussarela derretida sobre a pizza:

Quando a Mussarela é muito nova, se submetida ao derretimento tende a endurecer mais rapidamente, perdendo mais água e formando grânulos, apesar de apresentar menor separação de gordura. Na Mussarela jovem, a matriz protéica é mais rígida e tende a não se deformar com facilidade quando aquecida no forno. Estes problemas diminuem gradativamente com a estabilização (maturação) da Mussarela.

#### Problemas causados pela utilização de Mussarela sem estabilização:

A Mussarela comercializada muito nova, sem ter sofrido estabilização completa, não apresentará o comportamento ideal quando usada em pizzarias. Seu derretimento será bastante prejudicado, apresentará menor elasticidade e ao se resfriar sobre a pizza tenderá a se endurecer rapidamente.

#### Elasticidade:

O principal fator que afeta a elasticidade da massa é a proteólise. Com um alto teor de caseína intacta presente na Mussarela, a massa não apresenta condições ideais de elasticidade (muito firme ainda). Os principais fatores que podem afetar a elasticidade são: o teor de gordura do queijo (quanto mais alto é o teor de gordura do queijo, menor é a elasticidade da massa); o teor de sal (quanto mais alto for o teor de sal do queijo, menor será a proteólise e, portanto, maior será a elasticidade da massa); teor de umidade (quanto mais alto o teor de umidade, mais intenso será o fenômeno de hidrólise das proteínas, aumentando a degradação da caseína e diminuindo a elasticidade); período e temperatura de estabilização da Mussarela (quanto mais longo for o período e mais alta for a temperatura de estabilização da Mussarela, maior será a proteólise e menor a elasticidade); tipo de coalho (deve-se evitar o uso de coalhos muito proteolíticos como coagulantes fúngicos ou coalhos contendo pepsina suína); temperatura de filagem (quanto mais alta for a temperatura de filagem, menor será a proteólise posteriormente nos queijos, pois os cultivos sofrerão maior injúria celular; teor de cálcio (quanto mais alto o teor de cálcio, (menor será a elasticidade da massa).

#### Segurança

A Mussarela deve ser feita com leite pasteurizado, de boa qualidade, obtido e processado em condições de higiene adequadas.

#### Outras atividades

Pode-se realizar a análise sensorial com Mussarelas novas e com diversos dias de estabilização, para o uso na fabricação de pizzas.

### Informação Adicional

MÚCIO, M. Furtado.  
**Principais Problemas dos Queijos: Causas e Prevenção.** Fonte Comunicações e Editora. São Paulo. 1999. 176 p.

## MUSSARELA:

Verificação da espalhabilidade e liberação de gordura com diferentes dias de maturação

