



INFORME AGROPECUARIO

v. 32 - n. 262 - maio/jun. 2011 ISSN 0100-3364

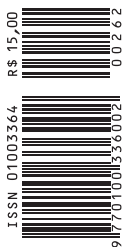
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Leite e derivados: tecnologias, padrões de identidade e qualidade

Apoio

FAPEMIG

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais



PROTEGEMOS O ALIMENTO BEM ANTES DE ELE ENTRAR NA EMBALAGEM.

Há mais de 50 anos, projetamos embalagens para manter o alimento protegido. Mas, de que serviria isso, se esses alimentos não fossem bem processados? É aí que entra o Tetra Therm® Aseptic VTIS, um equipamento da Tetra Pak com tecnologia de ponta, que elimina todas as bactérias nocivas. Proteger os alimentos: ninguém faz isso melhor do que nós. **Esse é o nosso trabalho. Esse é o Círculo da Proteção.**



Informe Agropecuário

Uma publicação da EPAMIG

v.32 n.262 maio/jun. 2011

Belo Horizonte-MG



Apresentação

A produção de leite e derivados tem papel relevante no suprimento das necessidades nutricionais do homem em qualquer fase da sua vida. Portanto, atenção especial deve ser dada às condições de produção, industrialização e comercialização para se obterem matéria-prima e produtos lácteos de alto padrão de qualidade, considerando também as questões ambientais e de autossustentabilidade.

Assim, todos os atores da cadeia produtiva do leite têm a responsabilidade de disponibilizar ao mercado consumidor, cada vez mais exigente, produtos de alto valor agregado, de acordo com os padrões de identidade e qualidade. Para isso, nos últimos anos, houve um grande avanço na legislação com a elaboração de normas e padrões, por órgãos normalizadores e fiscalizadores, o que permitiu a geração de impactos positivos para os mercados interno e externo de lácteos e para a economia do País.

Esta edição do Informe Agropecuário apresenta em seu conteúdo temas relevantes redigidos por pesquisadores, professores e técnicos experientes da área sobre aspectos associados à produção e à qualidade do leite, tecnologias para a fabricação de produtos lácteos, padrões de identidade e qualidade e aproveitamento do soro de leite, assunto hoje de extrema importância nutricional, econômica e ambiental para o setor.

*Renata Golin Bueno Costa
Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto
Luiza Carvalhaes de Albuquerque*

Sumário

Editorial	3
Entrevista	4
Considerações técnicas e socioeconômicas sobre produção e qualidade de leite <i>Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto, Maria Regina de Miranda Souza, Caroline Franco de Souza, Amanda Pereira Lemos, Raíssa Saporetti Moreira e Janaína Aparecida Soares Valente</i>	7
Padrões de identidade e qualidade para leites fluidos tipos A, B e leite pasteurizado <i>Carlos Henrique Fonseca</i>	14
Tecnologias para fabricação de doce de leite, leite condensado e soro em pó <i>Ítalo Tuler Perrone</i>	24
Tecnologia de fabricação de requeijão e queijos processados ou fundidos <i>Denise Sobral, Renata Golin Bueno Costa, Junio César Jacinto de Paula, Vanessa Aglaê Martins Teodoro, Gisela de Magalhães Machado e Elisângela Michele Miguel</i>	37
Queijos Minas Frescal e Minas Padrão: características e tecnologia <i>Junio César Jacinto de Paula, Antônio Fernandes de Carvalho, Felipe Alves de Almeida, Renata Golin Bueno Costa, Denise Sobral e Gisela de Magalhães Machado</i>	45
Leite fermentado probiótico: aspectos tecnológicos, benefícios para a saúde humana e suas perspectivas <i>Sislene de Matos Reis, Danielle Soares Malveira, Isabela Rocha Menezes, Larissa Oliveira e Maximiliano Soares Pinto</i>	52
Tecnologias para fabricação de queijos de massa filada: Provolone e Mussarela <i>Renata Golin Bueno Costa, Denise Sobral, Junio César Jacinto de Paula, Gisela de Magalhães Machado, Vanessa Aglaê Martins Teodoro e Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior</i>	58
Soro de leite: aspectos tecnológicos, econômicos e ambientais <i>Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto, Caroline Franco de Souza, Luiz Paulo de Lima, Ian Ibsen da Silveira Rabelo e Sérgio Casadini Vilela</i>	69
Ferramentas de qualidade: aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na indústria de laticínios <i>Vanessa Aglaê Martins Teodoro, Denise Sobral, Gisela de Magalhães Machado, Renata Golin Bueno Costa, Junio César Jacinto de Paula e Elisângela Michele Miguel</i>	76

ISSN 0100-3364

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v.32	n.262	p. 1-84	maio/jun.	2011
----------------------	----------------	------	-------	---------	-----------	------

© 1977 EPAMIG

ISSN 0100-3364

INPI: 006505007

CONSELHO DE PUBLICAÇÕES

Antônio Lima Bandeira

Plínio César Soares

Maria Lélia Rodriguez Simão

Juliana Carvalho Simões

Mairon Martins Mesquita

Vânia Lacerda

COMISSÃO EDITORIAL DA REVISTA INFORME AGROPECUÁRIO

Plínio César Soares

Diretoria de Operações Técnicas

Maria Lélia Rodriguez Simão

Departamento de Pesquisa

Cristiane Viana Guimarães Ladeira

Divisão de Produção Animal

Marcelo Lanza

Divisão de Produção Vegetal

Trazilbo José de Paula Júnior

Chefia de Centro de Pesquisa

Vânia Lacerda

Departamento de Publicações

EDITORES TÉCNICOS

Renata Golín Bueno Costa, Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto e

Luiza Carvalhães de Albuquerque

CONSULTOR TÉCNICO-CIENTÍFICO

Sérgio Maurício Lopes Donzeles (EPAMIG)

PRODUÇÃO

DEPARTAMENTO DE PUBLICAÇÕES

EDITORA-CHEFE

Vânia Lacerda

REVISÃO LINGUÍSTICA E GRÁFICA

Marlene A. Ribeiro Gomide e Rosely A. R. Battista Pereira

NORMALIZAÇÃO

Fátima Rocha Gomes e Maria Lúcia de Melo Silveira

PRODUÇÃO E ARTE

Diagramação/formatação: *Maria Alice Vieira, Ângela Batista P. Carvalho, Fabriciano Chaves Amaral, Débora Nigri (estagiária) e Taiana Amorim (estagiária)*

Coordenação de Produção Gráfica

Fabriciano Chaves Amaral

Capa: *Fabriciano Chaves Amaral*

Foto da capa: *Vânia Lacerda*

Impressão:



IMPRENSA OFICIAL
Governo do Estado de Minas Gerais

Informe Agropecuário é uma publicação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais EPAMIG

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios, sem autorização escrita do editor. Todos os direitos são reservados à EPAMIG.

Os artigos assinados por pesquisadores não pertencentes ao quadro da EPAMIG são de inteira responsabilidade de seus autores.

Os nomes comerciais apresentados nesta revista são citados apenas para conveniência do leitor, não havendo preferências, por parte da EPAMIG, por este ou aquele produto comercial. A citação de termos técnicos seguiu a nomenclatura proposta pelos autores de cada artigo.

O prazo para divulgação de errata expira seis meses após a data de publicação da edição.

Esta edição do Informe Agropecuário tem o apoio da FAPEMIG, por meio do projeto CAG 3737-10 - Revitalização da estrutura de produção editorial da revista Informe Agropecuário.

Assinatura anual: 6 exemplares

Aquisição de exemplares

Divisão de Gestão e Comercialização

Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - União

CEP 31170-495 Belo Horizonte - MG

Telefax: (31) 3489-5002

www.informeagropecuario.com.br; www.epamig.br

E-mail: publicacao@epamig.br

CNPJ (MF) 17.138.140/0001-23 - Insc. Est.: 062.150146.0047

Executivo de Negócios - DPET

Décio Corrêa

Telefone: (31) 3489-5088 - deciocorrea@epamig.br

Informe Agropecuário. - v.3, n.25 - (jan. 1977) - . - Belo Horizonte: EPAMIG, 1977 - .
v.: il.

Cont. de Informe Agropecuário: conjuntura e estatística. - v.1, n.1 - (abr.1975).

ISSN 0100-3364

1. Agropecuária - Periódico. 2. Agropecuária - Aspecto Econômico. I. EPAMIG.

CDD 630.5

O Informe Agropecuário é indexado na
AGROBASE, CAB INTERNATIONAL e AGRIS

Governo do Estado de Minas Gerais
Secretaria de Estado de Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Conselho de Administração

Elmiro Alves do Nascimento
Antônio Lima Bandeira
Pedro Antônio Arraes Pereira
Adauro Ferreira Barcelos
Osmar Aleixo Rodrigues Filho
Décio Bruxel

Sandra Gesteira Coelho
Eliás Nunes de Alcântara
Vicente José Gamarano
João Campos Júnior
Helton Mattana Saturnino

Conselho Fiscal

Carmo Robilota Zeitone
Heli de Oliveira Penido
José Clementino Santos

Evandro de Oliveira Neiva
Márcia Dias da Cruz
Celso Costa Moreira

Presidência

Antônio Lima Bandeira

Vice-Presidência

Mendherson de Souza Lima

Diretoria de Operações Técnicas

Plínio César Soares

Diretoria de Administração e Finanças

Aline Silva Barbosa de Castro

Gabinete da Presidência

Thaissa Goulart Bhering Viana

Assessoria de Comunicação

Roseney Maria de Oliveira

Assessoria de Desenvolvimento Organizacional

Felipe Bruschi Giorgi

Assessoria de Informática

Silmar Vasconcelos

Assessoria Jurídica

Nuno Miguel Branco de Sá Viana Rebelo

Assessoria de Negócios Tecnológicos

Sebastião Alves do Nascimento Neto

Assessoria de Planejamento e Coordenação

Renato Damasceno Netto

Assessoria de Relações Institucionais

Luiz Carlos Gomes Guerra

Assessoria de Unidades do Interior

Júlia Salles Tavares Mendes

Auditoria Interna

Márcio Luiz Mattos dos Santos

Departamento de Compras e Almoxarifado

Sebastião Alves do Nascimento Neto

Departamento de Contabilidade e Finanças

Warley Wanderson do Couto

Departamento de Engenharia

Luiz Fernando Drummond Alves

Departamento de Transferência Tecnológica

Juliana Carvalho Simões

Departamento de Patrimônio e Serviços Gerais

Mary Aparecida Dias

Departamento de Pesquisa

Maria Lélia Rodriguez Simão

Departamento de Publicações

Vânia Lúcia Alves Lacerda

Departamento de Recursos Humanos

Flávio Luiz Magela Peixoto

Departamento de Eventos Tecnológicos

Mairon Martins Mesquita

Departamento de Transportes

José Antônio de Oliveira

Instituto de Laticínios Cândido Tostes

Luiz Carlos G. C. Júnior, Gérson Occhi e Nelson Luiz T. de Macedo

Instituto Técnico de Agropecuária e Cooperativismo

Luci Maria Lopes Lobato e Francisco Olavo Coutinho da Costa

EPAMIG Sul de Minas

Rogério Antônio Silva e Ana Paula de M. Rios Resende

EPAMIG Norte de Minas

Polyanna Mara de Oliveira e Josimar dos Santos Araújo

EPAMIG Zona da Mata

Trazilbo José de Paula Júnior e Giovani Martins Gouveia

EPAMIG Centro-Oeste

Édio Luiz da Costa e Waldênia Almeida Lapa Diniz

EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba

José Mauro Valente Paes e Marina Lombardi Saraiva

Padrões de identidade e qualidade são diferencial para leite e derivados

A produção de leite no Brasil é uma das principais atividades agropecuárias, por seu valor nutricional e sua importância socioeconômica, com destaque para a geração de renda e arrecadação tributária. O Brasil figura entre os maiores produtores mundiais de leite, com, aproximadamente, 29.500 milhões de litros por ano.

Minas Gerais, por sua tradição, clima e topografia, é o maior Estado produtor de leite e queijos do País e responsável por mais da metade da produção nacional. A fabricação de queijos no Brasil é o principal destino do leite aqui produzido, sendo cerca de 33% do seu volume captado, sob inspeção federal, direcionado a esta finalidade.

O leite, por ser um alimento de alto valor nutricional, rico em proteínas, gordura, carboidratos, sais minerais e vitaminas, constitui um meio excelente para a multiplicação de microrganismos deteriorantes e patogênicos, originados de contaminações pós-ordenha e/ou de infecções do próprio animal, em especial a mastite. Assim, para obtenção de leite e de produtos lácteos de acordo com os padrões de qualidade, é necessário considerar os diversos fatores que podem influenciar na sua qualidade, como manejo, alimentação, potencial genético dos rebanhos, condições de obtenção, doenças, armazenamento, transporte, processamento, comercialização e consumo.

A exigência do mercado consumidor e o crescimento da competitividade do mercado nacional, aliados ao interesse do Brasil de inserção no mercado internacional de lácteos, têm estimulado produtores e indústrias a buscarem novas tecnologias para melhorar a qualidade de seus produtos, com redução dos custos e maior rendimento industrial, o que implica na obtenção e no uso de matéria-prima de alto padrão de qualidade.

Esta edição do Informe Agropecuário tem como objetivo levar a toda a cadeia produtiva do leite informações relevantes sobre padrões de identidade e de qualidade, amparadas na legislação vigente, e tecnologias para produção de leite e derivados, bem como a importância do aproveitamento do soro de leite, com vistas ao aprimoramento e à excelência da atividade.

Antônio Lima Bandeira
Presidente da EPAMIG

Remuneração pela qualidade

O médico-veterinário Clério Alves da Silva é formado pela UFMG. Possui diversos cursos na área de Inspeção de Alimentos, com ênfase em Laticínios, nos quais incluem tecnologia de fabricação, Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) aplicadas a indústrias do mercado nacional, americano e europeu e em ferramentas de autocontrole em indústria de alimentos.

Foi inspetor de produtos de origem animal, no Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA). Exerceu o cargo de oficial veterinário do Exército Brasileiro atuando, dentre outras áreas, na elaboração de trabalhos técnicos e científicos direcionados à avaliação das condições higiênico-sanitárias das cozinhas do Exército.

Clério Silva é fiscal federal agropecuário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), onde também atuou como responsável técnico do setor de leite no Estado. Atualmente, é chefe do Serviço de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Sipoa), de Minas Gerais.



IA - Qual a situação atual da produção e da qualidade de leite e derivados no Brasil?

Clério Silva - O Brasil tem aumentado gradativamente sua produção leiteira, porém, no ano de 2010, houve queda do preço do leite pago ao produtor na entressafra, afetando de maneira significativa o setor, com uma recuperação apenas no final daquele ano. Portanto, as expectativas para a produção de 2011 estão sendo vistas com reserva. Já a qualidade do leite vem obtendo avanços desde a implementação da Instrução Normativa nº 51, com uma grande quantidade de amostras sendo analisadas junto à Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL). Isto fornece, hoje, um ótimo embasamento para o pagamento do leite por qualidade, porém ainda existe um bom caminho a ser trilhado, pois não são todas as empresas que remuneram pela qualidade da matéria-prima. Os produtos, por sua vez, têm sido continuamente aprimorados nestes últimos anos, tendo

em vista o contínuo desenvolvimento e a ampliação de várias unidades industriais pelo País, estimulados pelo potencial a ser explorado no mercado interno, pelo crescente interesse pelas exportações e pela exigência cada vez maior de consumidores por produtos de qualidade.

IA - Quais são os principais entraves no setor de leite e derivados para o incremento dos comércios interno e externo desses produtos e para a sustentabilidade do setor, e quais as estratégias para vencê-los?

Clério Silva - Entre os entraves no setor de leite e derivados destaco a necessidade de melhoria da educação continuada nas propriedades rurais, o aumento da oferta de linhas de crédito em larga escala e a ampliação da infraestrutura viária e de energia. Acredito que a principal estratégia seja o pagamento do leite por qualidade, pois promoverá um maior engajamento dos produtores na adoção de técnicas de produção mais desenvolvidas, refletindo em menores

perdas, melhor qualidade, ampliação do mercado nacional e inclusão do Brasil no grupo de países com potencial para atuar significativamente no fornecimento de lácteos para o mercado internacional. É necessária a criação de uma metodologia na qual se consiga remunerar os produtores rurais em função da qualidade. Dessa forma, os recursos circulariam mais dentro da cadeia produtiva do leite.

IA - O que são Padrões de Identidade e de Qualidade e qual a sua importância para o setor de laticínios?

Clério Silva - São normas onde constam as características mínimas de qualidade, que podem ser avaliadas pelas análises e pelo cumprimento de especificações técnicas, com a finalidade de disciplinar a produção de lácteos no País, normalmente divulgadas por Portarias. São de grande importância para a promoção da saúde pública, bem como para a descrição das características próprias que cada produto deve ter, obedecendo inclusive acordos internacionais como os do Mercosul.

IA - Qual a situação atual do Brasil em relação à padronização dos produtos lácteos e seus processos pela indústria de laticínios?

Clério Silva - No Brasil, a padronização dos produtos segue os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade, regulamentos estes discutidos e elaborados pelos técnicos do MAPA em conjunto com setores de ensino e pesquisa e por meio de solicitações das entidades representativas do setor lácteo. A elaboração desses regulamentos tem possibilitado avanço na padronização dos produtos e o estabelecimento de parâmetros mínimos de qualidade, isto dentro de um contexto maior que abrange as relações internacionais e o Codex Alimentarius.

IA - Quais os principais avanços na legislação brasileira no setor de lácteos e os seus impactos na cadeia do leite?

Clério Silva - Na minha opinião, os avanços ocorreram com a implementação das ferramentas de autocontrole, por meio da publicação em sequência da Portaria nº 368, de 4 de setembro de 1997, que estabeleceu o Regulamento Técnico Sobre as Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação (BPF), da Portaria nº 46, de 10 de fevereiro de 1998, que instituiu o sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e da Resolução Dipoa nº 10, de 22 de maio de 2003, que instituiu a implantação dos Programas de Procedimento-Padrão de Higiene Operacional (PPHO), todos consolidados pelo Ofício Circular nº 7 Dilei/CGI/Dipoa, de 11 de setembro de 2009, que estabelece procedimentos de verificação dos Programas de Autocontrole. Todas essas normas orientam as indústrias como proceder na implementação de seus Planos de Autocontrole, que são planos escritos sobre o monitoramento por parte da empresa de todas as suas atividades. Tais planos são complementados por registros auditáveis que servem para a detecção de problemas em sua fase inicial, permitindo a adoção

de medidas corretivas antes do comprometimento dos alimentos e que também comprovem que os produtos estão sendo fabricados dentro dos parâmetros legais vigentes.

IA - Qual a importância da implantação dos Programas de Qualidade na cadeia produtiva do leite e as legislações relacionadas?

Clério Silva - Sem dúvida, a principal importância desses Programas é a garantia da qualidade e da inocuidade dos produtos oferecidos aos consumidores, o que também promove a diminuição de perdas durante a produção, originadas principalmente por matérias-primas de baixa qualidade e pela falta de padronização dos produtos.

Esses Programas de Qualidade garantem o consumo de produtos realmente saudáveis, com bom valor nutricional e seguros. Vivemos um momento em que é crescente a preocupação da população com o que se consome, com a segurança alimentar e também com a tendência dos alimentos funcionais. A busca da qualidade é a resposta a toda esta expectativa dos consumidores. Outra vertente na implantação desses Programas diz respeito às informações dispostas nas embalagens sobre teor/nível de carboidratos, proteínas e gorduras presentes naquele alimento. Para um portador de doença metabólica, a exemplo da diabetes ou da doença celíaca, a segurança dessas informações é importantíssima. Também para crianças, idosos e convalescentes, é fundamental a qualidade no aspecto microbiológico do produto. Uma contaminação pode causar, nesta parcela da população, infecções graves e até levar a óbito.

IA - Quais são as perspectivas para a cadeia de lácteos com as mudanças de padrões previstas na Instrução Normativa nº 51, a partir de julho de 2011?

Clério Silva - Foi uma questão que gerou muita discussão no setor, principalmente com relação aos parâmetros de

Contagem de Células Somáticas (CCS) e Contagem Bacteriana Total (CBT). Mas independente das divergências ocorridas, o que parece ser consenso é que devemos alavancar, de forma urgente, medidas para melhorar a qualidade do leite, por meio de ações integradas e devidamente coordenadas entre todos os participantes da cadeia produtiva, pois a falta de integração será prejudicial a todos, seja para os consumidores, os produtores, os industriais e todos que direta ou indiretamente participem desta cadeia. Acredito que, a partir deste ano, serão sentidas as mudanças provocadas pela Instrução Normativa nº 51, o que desencadeará um maior empenho de todos os segmentos em busca desta melhoria.

IA - Qual a sua avaliação sobre a criação e a implementação do Programa Nacional de Fomento às Boas Práticas Agropecuárias (PRO-BPA) e sua importância para o setor?

Clério Silva - O PRO-BPA é de importância capital para o setor, pois está diretamente relacionado com a qualidade da matéria-prima a ser utilizada pelas empresas. A matéria-prima só pode ter a sua qualidade mantida, não sendo possível melhorá-la ao longo do processo. As BPA é que poderão conduzir, de forma mais segura, as atividades que terão impacto direto sobre o leite na sua origem, dentre elas o uso racional de produtos e medicamentos, o armazenamento adequado do leite, a sanidade do rebanho, dentre outras. São ferramentas de qualidade que visam integrar definitivamente a propriedade rural a todo o restante do sistema de produção, todos corresponsáveis pelo produto final. É importante lembrar, ainda, que no início dos trabalhos da Instrução Normativa nº 51, muitos acreditavam ser impossíveis o resfriamento do leite em tanques de expansão nas propriedades rurais e o transporte granelizado do leite. Hoje, isso já é uma realidade, o que não deixa dúvidas de que ainda alcançaremos muito mais na melhoria da qualidade do leite brasileiro.

■ Por Vânia Lacerda

BONS NEGÓCIOS ESPERAM VOCÊ!

EPAMIG/DPET 05/2011



28ª Congresso Nacional de Laticínios
38º Concurso Nacional de Produtos Lácteos
39ª Expomaq **38ª Expolac**

Exposição de Máquinas, Equipamentos, Embalagens
e Insumos para a Indústria Laticinista

Exposição de Produtos Lácteos

11 a 14 de Julho de 2011 - Juiz de Fora - MG

Garanta a presença da sua empresa na edição 2012,
visite o estande da EPAMIG no evento e confira.
Mais informações: (31) 3489-5078 ou www.cnlepamig.com.br



Instituto de Laticínios Cândido Tostes



Considerações técnicas e socioeconômicas sobre produção e qualidade de leite

Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto¹
Maria Regina de Miranda Souza²
Caroline Franco de Souza³
Amanda Pereira Lemos⁴
Raíssa Saporetti Moreira⁵
Janaína Aparecida Soares Valente⁶

Resumo - A produção de leite e derivados ocupa um lugar de destaque no cenário agropecuário brasileiro e representa uma das principais atividades econômicas, com geração de emprego e de renda. Os mercados interno e externo de leite e derivados têm-se tornado cada dia mais exigentes quanto à aquisição de produtos de alta qualidade, para a conquista de novos mercados e aumento de competitividade. Uma das preocupações do setor leiteiro nacional é a manutenção dos produtores de leite na atividade. Para isso, são necessários esforços de todos os atores que compõem a cadeia do leite. A boa qualidade do leite cru é fator imprescindível para a obtenção de produtos lácteos de alto padrão de qualidade. O leite é considerado um alimento nobre por sua rica composição nutricional. Suas características físicas, químicas e biológicas podem ser facilmente alteradas por atividade metabólica de microrganismos contaminantes, o que ocasiona grandes prejuízos econômicos ao setor. A implementação das Boas Práticas Agropecuárias e Boas Práticas de Fabricação (BPF) é uma exigência do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e permite atender aos regulamentos técnicos para produção, identidade e qualidade dos diferentes tipos de leite.

Palavras-chave: Laticínios. Mercado. Programas. Boas práticas. Leite cru. Granelização.

INTRODUÇÃO

A produção de leite no Brasil é considerada uma das principais atividades agropecuárias, que fornece alimento à população. Sua importância socioeconômica pode ser constatada pela posição que ocupa no agronegócio brasileiro, ou seja, é um dos principais setores de geração de renda nacional e arrecadação tributária.

A exigência do aumento do padrão de qualidade na obtenção do leite e derivados foi crescente no Brasil, a partir dos anos 90, com o objetivo de ser nivelado aos padrões do Mercosul e à indústria de laticíneos, além de atender à demanda crescente dos consumidores por produtos de qualidade a custos compatíveis. O Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do

Leite (PNMQL), regulamentado em 2002, representou para o setor lácteo um grande avanço com destaque para a modernização da legislação nacional. A mudança de maior impacto foi refrigeração do leite na fonte de produção e o seu transporte a granel regulamentado pela Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002 (BRASIL, 2002), que permitiu a redução

¹Farmacêutica-bioquímica, D.Sc., Pesq. EPAMIG Zona da Mata/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: claudia.epamig@gmail.com

²Eng^a Agr^a, Doutoranda Fitotecnia, Pesq. EPAMIG Zona da Mata, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: mrmirandasouza@epamig.br

³Graduanda Engenharia de Alimentos, Bolsista FAPEMIG/EPAMIG Zona da Mata, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: carolfranco10@yahoo.com.br

⁴Graduanda Tecnologia de Laticínios, Estagiária EPAMIG Zona da Mata, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG.

⁵Graduanda Tecnologia de Laticínios, Estagiária EPAMIG Zona da Mata, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG.

⁶Graduanda Ciência e Tecnologia de Alimentos, Estagiária EPAMIG Zona da Mata, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG.

dos custos operacionais de produção e perdas por qualidade.

De acordo com dados da Embrapa (apud RONDÔNIA, 2010), 21.900 milhões de vacas foram ordenhadas em 2009, ação que resultou numa produtividade na ordem de 1.307 litros por animal neste período. O crescimento da competitividade do mercado nacional, aliado ao interesse de o Brasil se inserir no mercado internacional de lácteos, tem estimulado produtores e indústrias a buscarem novas tecnologias para melhorar a qualidade de seus produtos, com redução dos custos e maior rendimento industrial, o que implica na obtenção e no uso de matéria-prima de alto padrão de qualidade. Para isso, é necessário considerar aspectos tecnológicos, de legislação, de organização, de capacitação e de políticas.

As transformações na cadeia produtiva do leite são marcadas pela heterogeneidade de sistemas de produção, potencial de produção, abertura dos mercados externos, ampliação do consumo interno e instabilidade na dinâmica da cadeia. Essas transformações têm contribuído para o aumento da pressão para a especialização dos produtores de leite, o que coloca em risco a continuidade de muitos deles na atividade. A demanda por produtos de qualidade reflete na intensificação dos sistemas de produção e na necessidade de especialização, condição fundamental para aumento da competitividade (SOUZA, 2007).

A especialização é decorrente da estrutura de preços elaborada pela indústria, o que se refere, essencialmente, à existência de instrumentos de incentivo e controle do volume individual, qualidade e regularidade de oferta durante o ano. A especialização crescente da atividade leiteira tem promovido a expansão do rebanho e aumento de sua produtividade com consequente crescimento da produção de leite e derivados. Este fato está vinculado ao fenômeno *Technological Treadmill*, caracterizado pela adoção de novas tecnologias por produtores inovadores, as quais estão associadas aos custos de produção, como

melhoramento genético dos rebanhos, investimentos tecnológicos de coleta do leite e resfriamento. Produtores resistentes à adoção de novas tecnologias apresentam maior dificuldade de acompanhar esse processo e, portanto, de sobreviverem na atividade (PONCHIO; ALMEIDA; GIMENES, 2004).

Apesar de a especialização na atividade contribuir para o aumento da produtividade, deve-se considerar a tendência de abandono da atividade por parcela considerável de produtores não especializados. Souza (2007) demonstrou a possibilidade de os agricultores familiares e suas organizações manterem-se na atividade, com a produção de leite de boa qualidade e de baixo custo, seja na atuação em nichos de mercado, seja na produção em commodities, mesmo em cadeias onde o acirramento do mercado tem aumentado. Para isso, são necessários investimentos e adequação dos produtores, em especial aqueles menos capitalizados ou com áreas menos extensas.

Assim, a especialização da cadeia apresenta desafios e possibilidades para os agricultores que não apresentam condições de adotar novas tecnologias. Se por um lado incentivos e controle estimulam o aperfeiçoamento da cadeia do leite, por outro, ameaçam a permanência de produtores familiares no mercado, pela sua baixa profissionalização na atividade, e, conseqüentemente, baixa eficiência de competitividade na cadeia (FAVA NETO et al., 2005).

Embora a heterogeneidade da cadeia e a instabilidade da produção no conjunto da produção nacional do leite sejam fatores considerados negativos, deve-se destacar a significativa participação da produção familiar na cadeia e que sua permanência depende do estímulo e da forma de reação dos agricultores familiares às transformações ao longo dos anos. Para se manter no mercado, o produtor tem dois desafios: busca pela qualidade e produção em escala (SOUZA, 2007).

Diversas organizações têm trabalhado com seus associados na questão da

qualidade e da escala de produção e têm alcançado resultados satisfatórios por meio de atividades de formação dos produtores para produção com qualidade, sem a necessidade, no entanto, de investimentos altos. Isso se torna possível, principalmente quando os produtores se unem em cooperativas e associações. As vantagens competitivas para a categoria de agricultores familiares e suas organizações, como a diversificação e complementaridade de atividades, a menor dependência relativa de insumos externos à propriedade, o que traz o baixo investimento tecnológico, as vantagens do cooperativismo, a autogestão da mão de obra familiar e a possibilidade de atuar em segmentos de alto valor agregado, podem ser potencializadas ou reduzidas pelo setor privado ou pelas políticas públicas (MARTINS, 2002; SOUZA, 2007).

QUALIDADE DO LEITE E SUA IMPORTÂNCIA

O leite é o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas (BRASIL, 1980). Por ser um alimento de alto valor nutricional, rico em proteínas, gordura, carboidratos, sais minerais e vitaminas, constitui um meio excelente para a multiplicação de microrganismos deteriorantes e patogênicos originados de contaminações pós-ordenha e/ou de infecções do próprio animal, em especial a mastite. Assim, para a obtenção de leite e produtos lácteos de acordo com os padrões de qualidade, é necessário considerar os diversos fatores que podem influenciar na sua qualidade, como zootécnicos associados ao manejo, alimentação, potencial genético dos rebanhos, condições de obtenção, mastite, armazenamento, transporte, processamento, comercialização e consumo.

Os cuidados higiênico-sanitários são indispensáveis para obtenção de produtos lácteos seguros, de acordo com os padrões exigidos por órgãos fiscalizadores. Para isso, é indispensável a implementação de

programas de qualidade na cadeia produtiva, como Boas Práticas Agrícolas (BPA), Boas Práticas Agropecuárias e Boas Práticas de Fabricação (BPF), pré-requisitos para a implementação de sistemas de garantia de qualidade como a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) (BRASIL, 1998).

A elaboração de legislações e de normas nacionais e internacionais, fundamentadas em procedimentos que permitem a garantia de qualidade dos produtos, foi de fundamental importância para o setor alimentício nos últimos anos. Dentre essas legislações e normas estão incluídas as BPA, Boas Práticas Agropecuárias e BPF (BRASIL, 1997ab), padrões sanitários de alimentos (ANVISA, 2001), procedimentos operacionais padronizados (ANVISA, 2002; BRASIL, 2003), APPCC (BRASIL, 1998). A Norma ISO 22000, publicada pela International Organization for Standardization (ISO), em 2005, trata da certificação do sistema de gestão da segurança na produção de alimentos e representa uma oportunidade para atingir a harmonização internacional dos padrões de segurança alimentar (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006).

BOAS PRÁTICAS AGROPECUÁRIAS

A produção de leite praticada mundialmente deve ser capaz de combinar a rentabilidade com a responsabilidade de proteção da saúde humana e animal, do bem-estar animal e do ambiente (Fig. 1). Os produtores de leite são os principais responsáveis pelo valor dado à sua matéria-prima por meio da adoção de procedimentos de produção que satisfaçam as necessidades da indústria e dos consumidores. As boas práticas de produção de leite, aplicáveis nas áreas de saúde animal, higiene na ordenha, alimentação, bem-estar animal e ambiente, foram elaboradas com o objetivo de auxiliar a melhoria da atividade leiteira, a fim de garantir que a matéria-prima seja proveniente de animais saudáveis e mantidos sob condições aceitáveis.

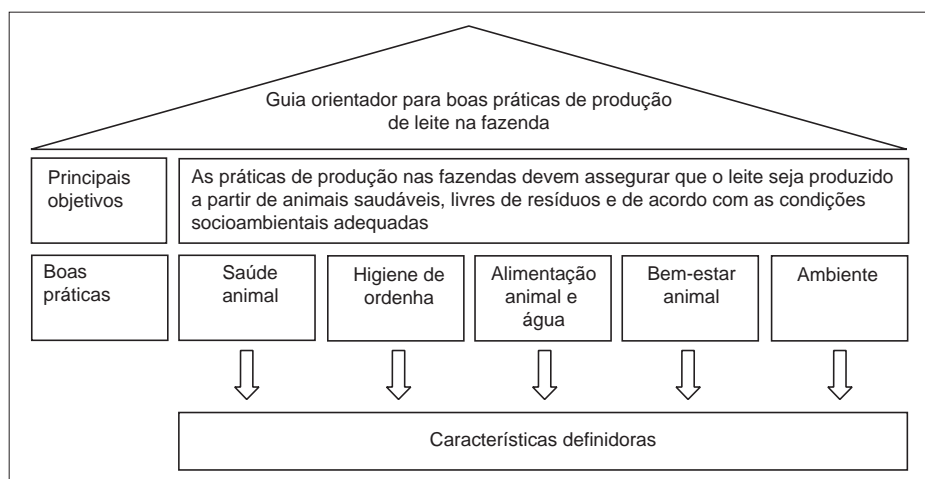


Figura 1 - Principais componentes e objetivos das boas práticas de produção de leite
 FONTE: FAO (2004).

Essas práticas incluem a implementação de um programa sanitário com medidas de prevenção de doenças, produtos químicos e medicamentos veterinários de acordo com a prescrição e a qualificação apropriada dos recursos humanos.

A ordenha é uma das operações mais importantes na exploração leiteira. Portanto, todos os cuidados devem ser tomados nesta etapa, para minimizar a ocorrência de contaminações de natureza microbiana, química e física. A monitorização da ordenha abrange todas as operações da coleta do leite, as quais deverão preservar a saúde dos animais e a qualidade do leite. É importante garantir que as rotinas da ordenha não provoquem lesões nos animais, que sejam respeitadas as normas de higiene e manuseio que são fatores associados à ocorrência de contaminações.

A higiene do local de ordenha pode ser realizada pelo uso separado ou combinado de métodos físicos como calor, esfregação, fluxo turbulento, limpeza a vácuo ou outros métodos a seco e métodos químicos, com o uso de detergentes alcalinos e/ou ácidos e sanitizantes.

O bem-estar animal resulta da aplicação de práticas éticas de produção animal o que pode ser considerado como um dos indicadores de segurança alimentar. As exigências, quanto ao bem-estar animal, têm sido incorporadas na maioria dos

sistemas de garantia da qualidade e segurança alimentar. São considerados fatores como hidratação do animal, alimentação e nutrição, conforto, ausência de dor, tranquilidade do ambiente de produção, tratamento adequado de ferimentos e doenças, respeito à expressão dos padrões normais de comportamento do animal.

A atividade deve ser exercida pelos produtores de leite para minimizar riscos de contaminações ambientais, entre estas os efluentes pecuários e as escorrências de silagens. As boas práticas ambientais contemplam um sistema de gestão de efluentes, práticas gerais de manejo que não impliquem em impactos adversos ao ambiente.

Programa Nacional de Fomento às Boas Práticas Agropecuárias

Um importante e recente avanço na legislação relacionada com o incentivo à melhoria da qualidade do leite foi a criação do Programa Nacional de Fomento às Boas Práticas Agropecuárias (PRÓ-BPA), pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio da Portaria Interministerial nº 36, de 25 de Janeiro de 2011 (BRASIL, 2011). O objetivo é desenvolver e promover a inclusão das Boas Práticas Agropecuárias nas propriedades rurais das diversas cadeias pecuárias do País. Para isso, são previstas ações como:

- a) desenvolver políticas públicas de apoio à adoção e à implementação das Boas Práticas Agropecuárias pelo produtor rural;
- b) promover eventos de difusão e divulgação do programa, como palestras, seminários, workshops, entre outros;
- c) capacitar técnicos, produtores, funcionários e demais envolvidos em Boas Práticas Agropecuárias, articulação com órgãos de extensão rural para ampliar a difusão de tecnologia do PRÓ-BPA destinada aos diversos produtores rurais;
- d) publicar cartilhas orientativas PRÓ-BPA e das legislações vigentes, com interface no programa, e sua aplicabilidade na produção pecuária;
- e) incentivar a celebração de acordos e convênios com entidades públicas e privadas, para fomento de ações ligadas ao PRÓ-BPA;
- f) articular com os órgãos ambientais, trabalhistas e da agricultura nos âmbitos federal, estadual e municipal, a fim de cooperar na difusão e implementação do PRÓ-BPA, nas propriedades rurais e em suas áreas de atuação.

SANIDADE DO REBANHO: PREVENÇÃO E CONTROLE

Um dos fatores considerados nas boas práticas de produção de leite é a garantia da sanidade do rebanho com a implementação de um programa de saúde animal. Na maioria dos países, alguns programas são oficiais e têm a gestão governamental, a exemplo da campanha de vacinação contra a febre aftosa no Brasil. Os procedimentos de Boas Práticas Agropecuárias relacionadas com a saúde do rebanho leiteiro abrangem a introdução de medidas preventivas de doenças; implantação de um programa de saúde do rebanho e controle de pragas; uso de medicamentos veterinários com prescrição e capacitação continuada de manipuladores.

A mastite bovina é causa de consideráveis prejuízos econômicos e sanitários

ao setor lácteo, sendo um fator limitante para a obtenção de leite e produtos lácteos com qualidade satisfatória. Compromete a qualidade do leite e seus derivados e coloca em risco a saúde pública ao considerar que o leite proveniente de animais portadores da doença apresenta alto grau de contaminação, podendo conter enterotoxinas e, principalmente, resíduos de antibióticos.

A manutenção dos registros como contagem de células somáticas (CCS), teste da caneca, California Mastitis Test (CMT), índices de mastite clínica e subclínica, perfil microbiológico e de resistência a antimicrobianos, número de lactações, fase da lactação e produção são importantes para análise do rebanho. Assim, será possível estabelecer as prioridades para o controle da mastite contagiosa ou ambiental.

Os programas de prevenção e controle da mastite bovina são essenciais para limitar a prevalência dessa doença e a redução dos impactos econômicos na atividade leiteira. As principais metas de um programa de prevenção e de controle incluem a erradicação dos casos de mastites contagiosas por *Streptococcus agalactiae*, o controle de mastites causadas por *Staphylococcus aureus*, mantendo baixos os casos de mastite ambiental e as contagens de células somáticas inferiores a 200 mil/mL, menos de 2% de episódios clínicos ao mês e 85% das vacas livres de mastite subclínica (SOUZA et al., 2007). As principais medidas para alcançar estas metas incluem o monitoramento dos índices de mastite, o manejo adequado do rebanho, a fim de evitar que os animais permaneçam em pastos sujos, o que pode causar lesões aos tetos, conforto ambiental, tratamento de todas as vacas no período seco, tratamento dos casos clínicos e um bom funcionamento do sistema de ordenha. As instalações devem possuir controle higiênico-sanitário criterioso. Para a produção de leite dentro dos padrões de qualidade e em quantidade, a boa saúde do úbere deve ser considerada e, para isso, a realização do pré-dipping e do pós-dipping é indispensável, considerando que esta prática reduz os casos de mastite

subclínica de 85% a 90% (PEDRINI; MARGATHO, 2003).

O ordenhador deve gozar de boa saúde, trabalhar com mãos e roupas limpas, usar boné e bota e manter unhas aparadas. Além de limitar-se somente à ordenha, deve ser capacitado a realizar testes mais simples como o da caneca telada e do fundo preto e, assim, será capaz de identificar e descartar o leite mastítico ou o animal infectado.

Os animais infectados ou suspeitos devem ser ordenhados em último lugar e, se necessário, deve ser realizado o descarte dos reincidentes para evitar a perda de todo o leite. Após a ordenha, os animais devem ser mantidos por certo período em pé, para evitar a entrada de microrganismos pelo esfíncter ainda aberto. Uma das formas é fornecer alimentação logo após a ordenha. Nas propriedades em que ordenha é mecânica, as teteiras devem ser higienizadas antes e após a ordenha. A troca da solução desinfetante deve ser realizada com frequência e a imersão das teteiras nesta solução deve ser feita por tempo adequado. Além disso, deve ser feita a regulagem da pressão de sucção das teteiras para evitar a ocorrência de microtraumas nos tetos.

A realização periódica de análises microbiológicas do leite tem como objetivo auxiliar no diagnóstico de infecções não detectadas por meio dos testes de campo. Uma medida complementar no controle da mastite é a prática da vacinação.

O leite mastítico apresenta alterações em suas características físicas, químicas e microbiológicas. As principais modificações na composição química incluem o aumento do porcentual de água, cloretos e pH e uma redução nos teores de lactose, cinzas, sólidos totais não gordurosos, gordura e caseína. Alterações físicas dos glóbulos favorecem a atividade das enzimas lipolíticas. Pode ocorrer alteração da coloração de acordo com o tipo de bactéria causadora da doença. O aumento das células somáticas no leite mastítico promove aumento da atividade de enzimas proteolíticas e lipolíticas e dano às membranas dos

glóbulos de gordura, o que favorece a ação de lipases. O aumento da proteólise pode ser atribuído também ao aumento da concentração de plasmina. Assim, a caseína, por estar em maior concentração no leite, constitui o principal substrato e apresenta maior suscetibilidade à proteólise.

O uso indiscriminado dos antibióticos no tratamento da doença ocasiona resíduos no leite e seus derivados, o que representa um risco à saúde pública e implicações tecnológicas para a indústria de laticínios.

Os principais problemas tecnológicos observados na indústria de laticínios, associados ao uso de leite mastítico, incluem a redução da qualidade e do rendimento na fabricação de queijos, aumento do tempo de coagulação, a redução da consistência do coágulo, defeitos de textura e alterações sensoriais (SANTOS, 2007).

GRANELIZAÇÃO DO LEITE CRU

A implementação da Instrução Normativa nº 51, de 18/9/2002 (BRASIL, 2002), constituída pelos regulamentos técnicos sobre produção, identidade e qualidade dos diversos tipos de leite no País, bem como a coleta e o transporte a granel do leite cru refrigerado, tem contribuído para o alcance de novos mercados para o leite brasileiro e sustentabilidade da produção. Entretanto, alguns pontos devem ser considerados para prevenir o comprometimento da qualidade do leite cru e, em consequência, dos seus derivados.

As temperaturas de refrigeração recomendadas para o armazenamento do leite na fonte de produção, apesar de inibirem o crescimento de bactérias mesófilas acidificantes, permitem o crescimento de bactérias psicrotróficas além da produção e atividade de suas enzimas (PINTO, 2004). Assim, alguns aspectos são considerados críticos no processo de granelização como utilização de tanques de refrigeração coletivos, tempo de refrigeração, higienização dos equipamentos e utensílios e temperatura máxima do leite na propriedade rural.

Controle de bactérias psicrotróficas na granelização

O leite, ao ser sintetizado e secretado para o lúmen alveolar, encontra-se livre de microrganismos, porém podem ocorrer contaminações de diversas naturezas, se não forem seguidas as boas práticas de produção, processamento, comercialização e consumo. A condição sanitária do rebanho leiteiro, as boas práticas de higiene durante a ordenha e a conservação do leite a 4 °C ou abaixo desta temperatura até o momento do processamento são fatores importantes para prevenir o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes do leite e derivados e consequentes perdas de qualidade e econômicas (PINTO, 2004).

O controle de microrganismos psicrotróficos é uma condição crítica para a obtenção de matéria-prima e derivados de alta qualidade. Esses microrganismos são capazes de multiplicar a 7 °C ou menos, independentemente de sua temperatura ótima de crescimento por possuírem mecanismos específicos de adaptação ao frio (PINTO; MARTINS; VANETTI, 2007). Muitas espécies desse grupo sintetizam enzimas deteriorantes proteolíticas e lipolíticas termorresistentes, as quais ocasionam a redução da qualidade e a vida de prateleira do leite termicamente tratado e de produtos lácteos fabricados com leite contaminado (PINTO, 2004). Essa microbiota inclui espécies de bactérias Gram-negativas dos gêneros *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Serratia*, *Alcaligenes*, *Burkholderia*, *Chromobacterium* e *Flavobacterium* e bactérias Gram-positivas dos gêneros *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus* e *Microbacterium* spp. Dentre os microrganismos que sobrevivem à pasteurização, espécies do gênero *Bacillus* são predominantes, especialmente *Bacillus licheniformis* e *Bacillus cereus*. Espécies do gênero *Bacillus* são associadas à ocorrência de defeitos sensoriais em leite UHT durante a vida útil por secretarem proteases, lipases e fosfolipases extracelulares de

termorresistência comparável à resistência térmica das enzimas produzidas por espécies do gênero *Pseudomonas* (SØRHAUG; STEPANIAK, 1997; PINTO, 2004).

Dentre as bactérias psicrotróficas isoladas de leite e derivados, *Pseudomonas* é isolada com maior frequência (PINTO, 2004), embora não representem mais do que 10% da microbiota do leite recém-ordenhado. Espécies desse gênero apresentam um curto tempo de geração, entre 0 °C e 7 °C, e uma temperatura mínima de crescimento de até -10 °C, além de secretarem proteases extracelulares resistentes aos tratamentos de pasteurização e UHT (SØRHAUG; STEPANIAK, 1997; PINTO, 2004). Além disso, espécies do gênero *Pseudomonas* spp. produzem com alta frequência protease, lipase e lecitinase (WIEDMANN et al., 2000). Assim, constituem organismos representantes da microbiota deterioradora, de particular preocupação para a indústria de laticínios e de alimentos, especialmente *P. fluorescens*.

Não existe no Brasil, ainda, uma regulamentação específica sobre a qualidade microbiológica da matéria-prima destinada à fabricação de produtos lácteos específicos. Entretanto, o conhecimento da qualidade microbiológica do leite cru permite prever a qualidade de produtos lácteos subsequentemente manufaturados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de leite é considerada uma atividade relevante para os diversos elos de sua cadeia, ou seja, produtores, transportadores, industriais, comerciantes e consumidores. Ao considerar as diferentes categorias de produtores, são necessárias a elaboração e a atualização constantes de políticas coerentes, que permitam sua adequação às condições de produção, para a melhoria da qualidade e sustentabilidade da cadeia produtiva do leite no País.

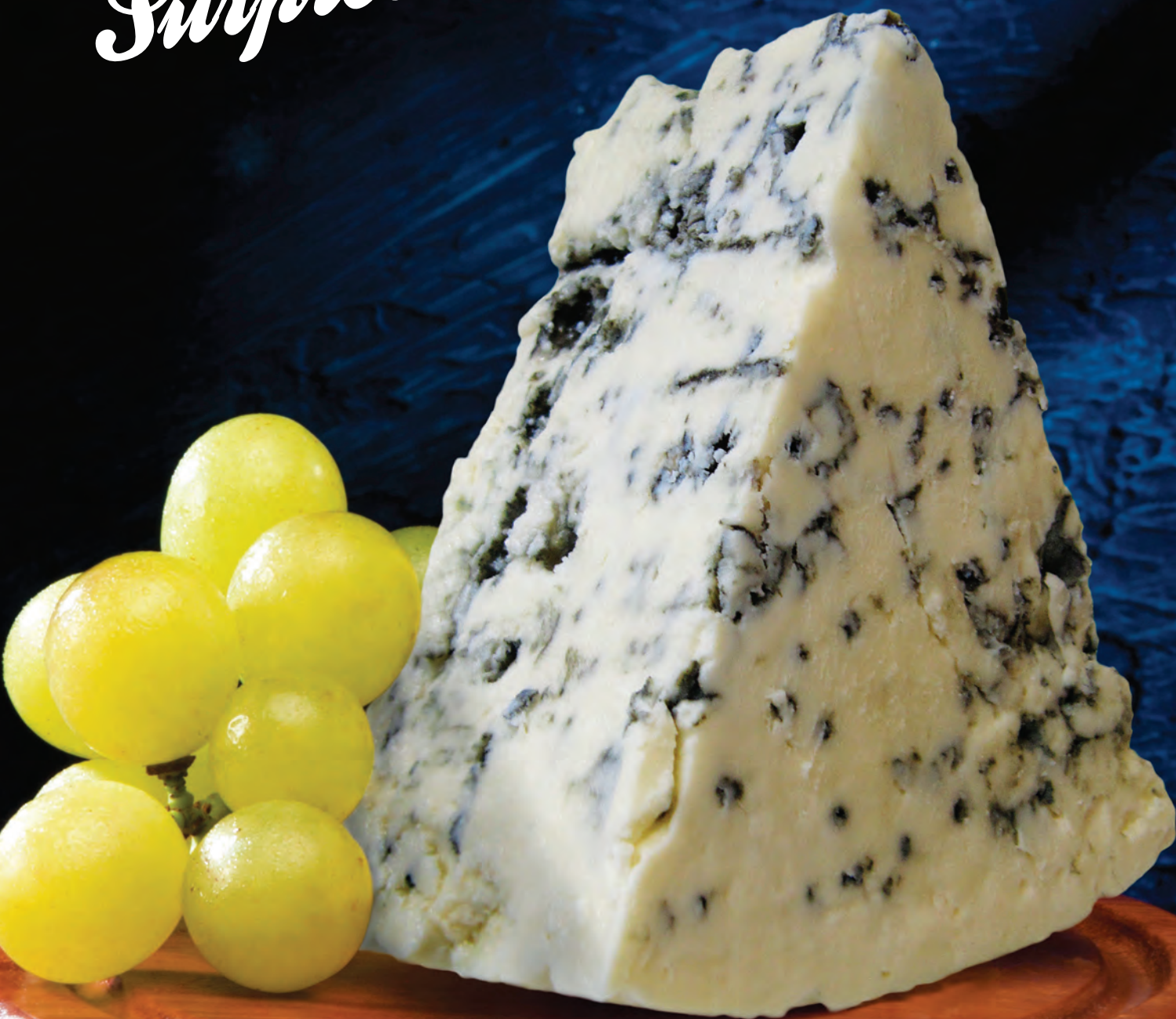
AGRADECIMENTO

Ao colega Prof. Adbeel de Lima Santos (in memoriam).

REFERÊNCIAS

- ANVISA. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos de alimentos, em anexo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 17 mar. 2011.
- _____. Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 6 nov. 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 22000**: sistemas de gestão da segurança de alimentos: requisitos para qualquer organização da cadeia produtiva de alimentos. Rio de Janeiro, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 368, de 4 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico sobre as Condições Higiênic-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 8 set. 1997a. Seção 1, p. 19697.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 46, de 10 de fevereiro de 1998. Institui o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC a ser implantado, gradativamente, nas indústrias de produtos de origem animal sob o regime do Serviço de Inspeção Federal - SIF, de acordo com o manual genérico de procedimentos, anexo à presente Portaria. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 mar. 1998. Seção 1, p. 24.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria Interministerial nº 36, de 25 de janeiro de 2011. Institui o Programa Nacional de Fomento às Boas Práticas Agropecuárias – PRÓ-BPA. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 26 jan. 2011. Seção 1, p. 1.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA**. Brasília, 1980. 116 p.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Aprova os Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel, em conformidade com os anexos e esta Instrução Normativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 set. 2002. Seção 1, p. 8-13.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Resolução nº 10, de 22 de maio de 2003. Institui o Programa Genérico de Procedimentos - Padrão de Higiene Operacional-PPHO, a ser utilizado nos Estabelecimentos, de Leite e Derivados, que funcionam sob o regime de Inspeção Federal, como etapa preliminar e essencial dos Programas de Segurança Alimentar do tipo APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 28 maio 2003. Seção 1, p. 4.
- _____. Ministério da Saúde. Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Condições Higiênic-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimento Produtores/Industrializadores de Alimentos, conforme Anexo I. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 1 ago. 1997b. Seção 1.
- FAO. **Guide to good dairy farming practice, 2004**. Rome, 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/006/Y5224E/y5224e00.htm>>. Acesso em: 21 mar. 2011.
- FAVA NETO, M. et al. Agenda para o aumento da competitividade. **Agroanalysis**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 33-37, fev. 2005.
- MARTINS, P.C. **Políticas públicas e mercados reduzem o resultado do sistema agroindustrial do leite**. 2002. 178p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- PEDRINI, S.C.B.; MARGATHO, L.F.F. Sensibilidade de microrganismos patogênicos isolados de casos de mastite clínica em bovinos frente a diferentes tipos de desinfetantes. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.70, n.4, p.391-395, out./dez. 2003.
- PINTO, C.L. de O. **Bactérias psicotróficas proteolíticas do leite cru resfriado granelizado usado para produção de leite UHT**. 2004. 111f. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.
- _____; MARTINS, M.L.; VANETTI, M.C.D. Bactérias psicotróficas e importância de seu controle na cadeia produtiva do leite. **Informe Agropecuário**. Agroindústria: leite e derivados, Belo Horizonte, v.28, n.238, p.29-37, maio/jun.2007.
- PONCHIO, L. A.; ALMEIDA, A. N. de; GIMENES, R. M. **Fatores sócio-econômicos que interferem na produção de leite nos cinco maiores estados produtores do Brasil**. Piracicaba: USP-ESALQ-CEPEA, 2004. 15p. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/artigo_leite_07.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2011.
- RONDÔNIA lidera produtividade de leite no país. Sinop, MT: AgroNotícias, 2010. Disponível em: <<http://www.sonoticias.com.br/agronoticias/mostra.php?id=32440>>. Acesso em: 21 mar. 2011.
- SANTOS, M. V. Boas práticas de produção associada à higiene de ordenha e qualidade do leite. In: _____. **O Brasil e a nova era do mercado do leite**: compreender para competir. Piracicaba: Agripoint, 2007. v.1, p. 135-154.
- SØRHAUG, T.; STEPANIÁK, L. Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: quality aspects. **Trends in Food Science and Technology**, v.8, n.2, p.35-41, Feb. 1997.
- SOUZA, H. M. de et al. Mastite bovina e seus reflexos na cadeia do leite. **Informe Agropecuário**. Agroindústria: leite e derivados, Belo Horizonte, v.28, n.238, p.44-50, maio/jun.2007.
- SOUZA, R. P. de. **As transformações na cadeia produtiva do leite e a viabilidade da agricultura familiar**: o caso do sistema COORLAC (RS). 2007. 136f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=000619271&loc=2008&l=f4286477252110a5>>. Acesso em: 21 mar. 2011.
- WIEDMANN, M. et al. Molecular and phenotypic characterization of *Pseudomonas* spp. isolated from milk. **Applied and Environmental Microbiology**, v.66, n.5, p.2085-2095, May 2000.

Surpreenda-se!



Volume 4

A Tirolez preparou para você o melhor sabor do queijo gorgonzola!

É gostoso. É saudável. É Tirolez.



Padrões de identidade e qualidade para leites fluidos tipos A, B e leite pasteurizado

Carlos Henrique Fonseca¹

Resumo - Torna-se necessária a percepção da qualidade do processo produtivo do leite nos elos de produção primária e da indústria, a partir do marco regulatório dos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ), para leites fluidos in natura refrigerados e leite pasteurizado. A composição do leite é determinante para o estabelecimento de sua qualidade nutricional e aptidão para processamento e consumo humano. O leite in natura resfriado agrega mais valor econômico, comparado ao leite cru não resfriado, com aproveitamento maximizado na indústria em termos de maquinabilidade de processos e com um custo menor. No processo produtivo do leite fluido, os principais avanços técnicos, até o momento, decorrentes da Instrução Normativa nº 51, foram: a) estabelecimento dos parâmetros para o resfriamento de leite recém-ordenhado; b) transporte frigorificado do leite cru a granel; c) contagem de células somáticas (ccs); d) novos limites da contagem bacteriana; e) obrigatoriedade do programa de educação continuada; f) avaliação da qualidade intrínseca do leite na Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do leite; g) sanidade do rebanho leiteiro e da propriedade; h) implantação das boas práticas agropecuárias. Um processo produtivo que prima pela qualidade tem que monitorar as múltiplas dimensões da qualidade do leite in natura.

Palavras-chave: Leite. Qualidade do leite cru. Padronização. Legislação.

INTRODUÇÃO

Obter alimentos nutritivos, saudáveis e inócuos, produzidos de forma sustentável e competitiva, é uma demanda crescente da sociedade. Não basta que os alimentos, como o leite fluido, estejam disponíveis para consumo em quantidade. Como alimento de alto consumo per capita e de elevado valor nutricional, é necessário que o leite e seus derivados apresentem qualidade nos aspectos microbiológicos, reológicos e sensoriais. Para isso, os animais devem estar livres de enfermidades, ser criados em ambiente limpo e capaz de atender suas necessidades nutricionais e de conforto, para a produção de um leite de alta qualidade nutritiva e seguro de impurezas (ESTRELA, 2001).

O objetivo deste trabalho foi revisar a percepção da qualidade do processo produ-

tivo do leite nos elos de produção primária e da indústria, a partir do marco regulatório do Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) estabelecido para leites fluidos in natura refrigerados e leite pasteurizado.

A composição do leite é determinante para o estabelecimento da sua qualidade nutricional e aptidão para processamento e consumo humano. O leite, biossintetizado na glândula mamária sob controle hormonal, é composto por uma mistura complexa e heterogênea de substâncias na água, o seu maior componente centesimal (Fig. 1). A proteína caseína combina quimicamente diversos aminoácidos que contêm carbono (C), hidrogênio (H), nitrogênio (N), oxigênio (O), enxofre (S) e fósforo (P). Ligada ao cálcio (Ca²⁺) e ao P, a caseína forma pequenas micelas em suspensão coloidal com os glóbulos de gordura e vitaminas lipossolúveis.

No úbere são sintetizadas a caseína e as proteínas do soro lácteo – alfa-lactoalbumina e beta-lactoglobulina –, as quais provêm de aminoácidos essenciais e não essenciais do sangue e representam cerca de 90% da proteína total do leite; os outros 10% são formados por albumina e globulinas séricas.

De conteúdo diretamente ligado ao volume do leite produzido, a lactose, um dissacarídeo formado por glicose e galactose, corresponde a 52% do extrato seco desengordurado (ESD) e é o componente mais estável do leite. A lactose, as proteínas solúveis em água, os sais minerais e as vitaminas hidrossolúveis formam uma solução. O leite também é rico em minerais, porém, é um alimento pobre em ferro (Fe). O conjunto desses e de muitos outros constituintes – em torno de 100 mil

¹Eng^o Alimentos, D.Sc., Pesq./Prof. Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora, BR 040, km 796, Salvaterra, CEP 36045-410 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: bromatologiasuprema@gmail.com



Figura 1 - Leite fluido

FONTE: Stock.xchng (2009?).

componentes distintos, cuja grande maioria ainda não foi identificada, forma a emulsão denominada leite (SCHALM; CARROL; JAIN; 1971; SILVA, 2008; SANTOS; FONSECA, 200-).

Por ser um dos alimentos mais completos em termos nutricionais e fundamentais para dieta humana, a discussão sobre qualidade e identidade do leite é um tema sempre atual, que envolve autoridades sanitárias da área de saúde e técnicos. Pela sua composição, o leite constitui um excelente substrato para o desenvolvimento de uma grande diversidade de microrganismos, inclusive os patogênicos relacionados com surtos de doenças de origem alimentar, o que implica em rigoroso controle dos parâmetros de qualidade intrínseca.

A refrigeração do leite cru na fonte de produção beneficia os produtores, por reduzir perdas por acidificação e o risco de doenças, preservando a higidez do leite. O leite in natura resfriado agrega mais valor econômico, comparado ao leite cru não resfriado, tendo aproveitamento maximizado na indústria em termos de maquinabilidade de processos e com um custo menor.

No segmento de produção primária, é necessário aumentar a eficiência, a eficácia e a profissionalização para melhorar a qualidade do leite cru que chega até a

indústria. Produtores que se diferenciaram pela qualidade na obtenção higiênica do leite adotam as boas práticas agropecuárias na propriedade rural e realizam o transporte criterioso do leite até o beneficiamento.

A indústria paga o leite por qualidade, a partir de indicadores como, contagem total de bactérias, contagem de células somáticas (CCS) e teor de proteínas e gordura. Tal comportamento do mercado vem incentivando e contribuindo para a construção de um diferencial em prol da melhor qualidade do leite cru. Ou seja, ganha o produtor, ganha o laticínio e, certamente, ganha o consumidor, com produtos de alta qualidade, rastreados, inócuos e seguros.

A granelização do leite estabelecida pela Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002 (BRASIL, 2002) fez surgir a necessidade de os laticínios manterem sistemas de avaliação da conformidade por atributos de qualidade preestabelecidos, em função do valor que agregam na fabricação do mix de derivados lácteos. A indústria remunera o produtor pela qualidade microbiológica do leite e também pelos diferenciais na sua composição de nutrientes.

A estabilidade do leite ao processamento e o seu teor de nutrientes como gordura, proteínas e lactose o direcionam na indústria, permitindo o cálculo das cifras de rendimento dos produtos (kg de leite/kg de produto), que serão fabricados no laticínio. A compatibilidade das características de qualidade intrínseca do leite fluido remunerará melhor o produtor e promove melhoria contínua de qualidade e produtividade na indústria e entre seus parceiros comerciais (BRASIL, 2002; MAFUD et al., 2007; INMETRO, 2004).

BUSCA PELA QUALIDADE DO LEITE: DO CAMPO ATÉ A INDÚSTRIA

A qualidade é essencialmente o atendimento a requerimentos, tanto de serviços como de produtos, influenciando na aceitabilidade pelo consumidor. Brandão (2006) enfatiza que:

[...] qualidade é o fator de decisão básico mais importante para a garantia consistente da confiança dos clientes nos produtos da marca.

Assim, para atender à demanda por lácteos seguros e nutritivos, produzidos de modo sustentável e mantendo-se a competitividade da indústria torna-se necessário avaliar a conformidade do leite oferecido, assegurando o atendimento dos requisitos normativos preestabelecidos na década de 1950, posteriormente atualizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Ao avaliar compulsoriamente a conformidade do leite, a autoridade sanitária visa proteger e defender o consumidor dos agravos à saúde. Quando voluntária, a avaliação da qualidade torna-se uma ferramenta de desenvolvimento industrial, passando a ser um diferencial competitivo.

Para avaliação da conformidade na indústria, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) enfatiza a necessidade de obter domínio científico e tecnológico para reduzir as barreiras tarifárias, cedendo espaço às barreiras tecnológicas. A qualidade do leite que chega à indústria é determinada pela qualidade inicial do leite que sai da propriedade rural, refletindo o cuidado (e a falta deste) no manejo e na obtenção higiênica. O processamento assegura os atributos de qualidade intrínseca do leite original recebido na plataforma e não traz, *per si*, a possibilidade da melhoria dessa qualidade.

Azeredo (2000) analisou as regras reguladoras das relações de sistemas agroindustriais. Os diferentes arranjos institucionais pesquisados impactaram fortemente a eficiência de um determinado sistema por suas características intrínsecas aos produtos agrícolas e à relação entre os produtores e a agroindústria. Verificou que ao disciplinar o comportamento dos participantes de um sistema agroindustrial estabelecendo regras, coordena-se melhor as ações do que quando se utilizava o sistema de preços, gerando maior eficiência e competitividade do negócio.

A qualidade do leite cru é influenciada por fatores associados ao manejo, alimentação, obtenção e armazenagem do leite, além do potencial genético dos rebanhos (BRASIL, 1996).

Assim, o controle da qualidade do leite não pode estar restrito à prevenção de adulterações do produto in natura, com base na determinação da densidade,

acidez, porcentual de gordura, índice crioscópico e ESD. O leite de qualidade tem que apresentar características sensoriais, nutricionais, físico-químicas e microbiológicas estabelecidas no PIQ, tais como: sabor agradável, valor nutritivo elevado, ausência de patógenos e outros contaminantes, reduzida a CCS e baixa carga microbiana.

ASPECTOS TECNOLÓGICOS E PADRONIZAÇÃO: MARCO REGULATÓRIO

O marco legal que regulamenta a identidade para produtos da cadeia produtiva do leite fluido é apresentado no Quadro 1 (1950 a 1998) e no Quadro 2 (1999 a 2006). No final dos anos 90, foi criado o Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do

QUADRO 1 - Marco legal de identidade de produtos lácteos fluidos - 1950 a 1998

(continua)

Legislação	Dispositivo	Ações
⁽²⁾ Lei nº 1.283, de 18/12/1950	Inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal, entre estes, leite e seus derivados.	Fiscalização das usinas de beneficiamento, fábricas de laticínios, postos de recebimento, refrigeração e desnate do leite ou manipulação dos seus derivados e nos entrepostos. Proíbe duplicidade de fiscalização industrial e sanitária em qualquer estabelecimento industrial/entrepósito de produtos de origem animal.
⁽²⁾ Decreto nº 30.691, de 29/3/1952	Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal.	Fiscalização dos produtos de origem animal comercializados interestadual ou internacionalmente. Inspeção de propriedades rurais fornecedoras de matérias-primas, destinadas ao preparo de produtos de origem animal, e estabelecimentos que recebem o leite e seus derivados, para beneficiamento ou industrialização. Instalação da Inspeção Federal permanente nos estabelecimentos que recebem e beneficiam leite destinado ao consumo público. Define o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) do leite, funcionamento dos estabelecimentos, rotulagem e classificação do leite quanto à finalidade, à espécie produtora, ao teor de gordura e ao tratamento.
⁽²⁾ Decreto-Lei nº 923, de 10/10/1969	Dispõe sobre comercialização do leite.	Proíbe a venda de leite cru para consumo direto da população exceto em regiões não abastecidas permanentemente com leite beneficiado.
⁽²⁾ Decreto nº 66.183, de 5/2/1970	Regulamenta o Decreto-lei nº 923, de 10/10/1969.	Estabelece regras para comércio de leite cru em regiões não abastecidas com o leite beneficiado.
⁽¹⁾ Resolução nº 16, de 2/6/1978	Estabelece que o leite é produto perecível.	Considera como produtos perecíveis, produtos alimentícios, in natura, semipreparados ou preparados para o consumo que, por sua natureza ou composição, necessitam de condições especiais de temperatura para a sua conservação.
⁽²⁾ Portaria nº 5, de 7/3/1983	Aprova os Critérios de Inspeção do leite e produtos lácteos, em estabelecimentos de laticínios registrados no Serviço de Inspeção Federal/SIPA - MA.	Relaciona cada produto de laticínio com seus possíveis destinos, conforme as condições em que se encontram.
⁽²⁾ Portaria nº 124, de 23/9/1991	Aprova os Métodos Analíticos Qualitativo e Quantitativo de Detecção de Soro em Leite, o material e a interpretação dos resultados.	Determina o emprego em todas as atividades desenvolvidas pela rede oficial do sistema coordenado pela Divisão de Laboratório Animal (DLA), do Departamento Nacional de Defesa Animal (DNDA).
⁽²⁾ Portaria nº 101, de 11/8/1993	Aprova métodos analíticos para controle de produtos de origem animal e ingredientes.	Determina o emprego de métodos microbiológicos na rede oficial do sistema coordenado pela Coordenação Geral de Laboratório Animal (CGLA), do Departamento de Defesa Animal (DDA).
⁽²⁾ Decreto nº 1.812, de 8/2/1996	Altera o Decreto nº 30.691/52 que aprovou o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal.	Aprova métodos de processamento do leite e seus derivados, entre eles o soro de leite.

(conclusão)		
Legislação	Dispositivo	Ações
⁽²⁾ Portaria nº 146, de 7/3/1996	Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos, entre eles: (...) e leite fluido a granel de uso industrial e UAT.	Define leite UAT. Define leite fluido a granel de uso industrial.
⁽²⁾ Decreto nº 2.244, de 4/6/1997	Altera o Decreto nº 30.691/52 que aprovou o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal.	Nova definição de leite UAT.
⁽¹⁾ Portaria nº 370, de 4/9/1997	Aprova a inclusão do citrato de sódio no Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Leite UAT.	Estabelece a utilização de citrato de sódio em quantidade não superior a 0,1 g/100 mL.
⁽¹⁾ Portaria nº 451, de 19/9/1997	Aprova o Regulamento Técnico Princípios Gerais para o Estabelecimento de Critérios e Padrões Microbiológicos para Alimentos.	Determina que o leite e demais alimentos lácteos estejam, obrigatoriamente, sujeitos ao controle microbiológico. Estabelece limites e tolerância de microrganismos aos tipos de leite.
⁽²⁾ Portaria nº 46, de 10/2/1998	Institui o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle a ser implantado nas indústrias de produtos de origem animal sob o regime do Serviço de Inspeção Federal - SIF.	Aprova o Manual Genérico de Procedimentos. Define o APPCC Define os aspectos de garantia da qualidade e integridade econômica.
⁽²⁾ Ofício Circular nº 4, de 8/4/1998	Padroniza os Critérios Operacionais do Serviço de Inspeção Federal.	Define o número de visitas do fiscal em estabelecimentos de leite e derivados.
⁽¹⁾ Portaria nº 685, de 27/8/1998	Aprova o Regulamento Técnico que estabelece níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos, entre estes, o leite.	Aprova o Regulamento Técnico: "Princípios Gerais para o Estabelecimento de Níveis Máximos de Contaminantes Químicos em Alimentos". Aprova "Limites máximos tolerância para contaminantes inorgânicos".

(1)Disponível em: <http://portal2.saude.gov.br/saudelegis/leg_norma_pesq_consulta.cfm>. Acesso em: 20 mar. 2011. (2)Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=abreLegislacaoFederal&chave=50674&tipoLegis=A>>. Acesso em: 20 mar. 2011.

Leite (PNMQL), uma política pública com base em padrões de qualidade e melhoria da fiscalização dos processos de industrialização de leite e derivados. O Programa buscou oferecer produtos com melhor nível sanitário para o mercado nacional e ampliou a participação brasileira no mercado internacional.

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa) estabelece que o leite não pode ser adicionado de substâncias não permitidas, o que caracteriza a sua adulteração intencional como fraude. Behmer (1999) ressalta que a composição do leite in natura depende de condições raciais, individuais, alimentares e climáticas, no momento da análise na indústria.

Posteriormente à aprovação do Riispoa, pelo Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952 (BRASIL, 1952), foi editada a Portaria nº 146, de 7/3/1996 (BRASIL, 1996), que aprovou 12 Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Dentre estes, no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Fluido a Granel, o leite foi definido, sem especificar a espécie animal, como sendo:

o produto obtido da ordenha completa e ininterrupta em condições de higiene, de vacas leiteiras sãs, bem alimentadas e em repouso.

O texto enfatiza ainda que “o leite de outros animais deve denominar-se segun-

do a espécie da qual proceda”. (BRASIL, 1952; BRASIL, 1996).

A Instrução Normativa nº 51, de 18/9/2002 (BRASIL, 2002) aprovou, dentre outros, os Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C e do Leite Cru Refrigerado, nos quais leite foi definido de forma similar à Portaria nº 146 de 7/3/1996 (BRASIL, 1996):

entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. O leite de outros animais deve denominar-se segundo a espécie de que proceda.

QUADRO 2 - Marco legal de identidade de produtos lácteos fluidos - 1999 a 2006.

Legislação	Dispositivo	Ações
(2)Instrução Normativa nº 3, de 22/1/1999	Aprova os programas de controle de resíduos biológicos em produtos de origem animal, entre eles o leite.	Aprova o Programa de Controle de Resíduos Biológicos em Produtos de Origem Animal. Determina os níveis de tolerância máximos para resíduos biológicos, classificando substâncias, estipulando métodos analíticos, entre outros.
(2)Instrução Normativa nº 42, de 20/12/1999	Altera a Instrução Normativa nº 3, de 22/1/1999.	Altera o Programa de Controle de Resíduos em Leite (PCRL).
(1)Resolução RDC nº 12, de 2/1/2001	Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.	Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Aprimora ações de controle sanitário em alimentos.
(2)Instrução Normativa nº 37, de 18/4/2002	Institui a Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite - RBQL	Define, como objetivo da RBQL, realizar análises laboratoriais para fiscalização de amostras de leite cru, recolhidas em propriedades rurais e em estabelecimentos de laticínios.
(2)Instrução Normativa nº 51, de 18/9/2002	Aprova os Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do leite.	Aprova os Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do leite tipo A, B, C, do leite pasteurizado e do leite cru. Aprova o regulamento técnico da coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel.
(2)Instrução Normativa nº 59, de 4/11/2002	Regulamenta a Instrução Normativa nº 37, de 18/4/2002, instituída por meio da Instrução Normativa nº 37/2002.	Aprova o Estatuto do Conselho Consultivo Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL). Aprova o Regimento da RBQL.
(2)Portaria nº 78, de 19/12/2002	Aprova os Programas para o Controle de Resíduos em carne, mel, leite e pescado para o exercício de 2003.	Estabelece os limites dos resíduos de certas drogas em carne, mel, leite e pescado para o exercício de 2003. Estabelece métodos analíticos para detecção dos resíduos.
(2)Instrução Normativa nº 22, de 14/4/2003	Aprova Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para controle de leite derivados.	Determina a utilização do Sistema de Laboratório Animal do Departamento de Defesa Animal para o controle de leite e derivados.
(2)Resolução nº 8, de 16/4/2003	Determina que a colheita e a remessa de amostras de produtos lácteos sejam executadas pelo Serviço de Inspeção de Leite e Derivados (Selei).	Estabelece que a coordenação das ações de colheita e remessa de amostras de produtos lácteos seja executada por servidor integrante da equipe técnica de auditores do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Dipoa).
(2)Resolução nº 10, de 22/5/2003	Institui o Programa Genérico de Procedimento-Padrão de Higiene Operacional (PPHO).	Determina que o PPHO seja utilizado nos estabelecimentos de leite e derivados sob o regime de Inspeção Federal, como etapa preliminar e essencial dos Programas de Segurança Alimentar do tipo APPCC.
(2)Instrução Normativa nº 62, de 26/8/2003	Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal, entre eles o leite e a água.	Determina os procedimentos para fazer diluições e soluções; preparo, pesagem e descarte de amostra; contagem de colônias; emissão do resultado obtido, entre outros de uso nas análises microbiológicas.
(2)Instrução Normativa nº 68, de 12/12/2006	Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para controle de leite e produtos lácteos.	Determina utilização dos Laboratórios Nacionais Agropecuários para controle de leite e produtos lácteos. Preparo de soluções, diluições, amostras, metodologias analíticas, interpretação de resultados e outras recomendações gerais.
(2)Instrução Normativa nº 69, de 13/12/2006	Institui critério de avaliação da qualidade do leite in natura com base no método analítico oficial físico-químico - "Índice CMP" (índice de caseinmacropeptídeos).	Determina o uso do método CMP para verificar se houve falsificação do leite por adição de soro. Estabelece o limite de até 30 mg/L para índice de CMP para destinação do leite para abastecimento direto.

(1)Disponível em: <http://portal2.saude.gov.br/saudelegis/leg_norma_pesq_consulta.cfm>. Acesso em: 20 mar. 2011. (2)Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=abreLegislacaoFederal&chave=50674&tipoLegis=A>>. Acesso em: 20 mar. 2011.

A substituição do termo “sãs” e da expressão “em repouso” presentes na Portaria nº 146 de 7/3/1996 (BRASIL, 1996) por “sadias” e “descansadas”, na Instrução Normativa nº 51 de 18/9/2002 (BRASIL, 2002), condiz com a Declaração Universal dos Direitos dos Animais (UNESCO, 1987) em seu Art. 3º: nenhum animal deverá ser submetido a maltrato e a atos cruéis e Art. 9º:

no caso do animal ser criado para servir de alimentação, deve ser nutrido, alojado, transportado e morto sem que para ele resulte ansiedade ou dor.

A Instrução Normativa nº 51 denota a preocupação do MAPA quanto à ambiência e bem-estar animal e reforça a posição do Brasil como signatário da Declaração Universal dos Direitos dos Animais, proclamada pela Unesco, em 1978 (UNESCO, 1978).

Ao se estabelecerem padrões mínimos de qualidade, a partir da padronização de produtos e serviços da indústria, dificulta-se a ação da concorrência que não está preocupada com a qualidade dos produtos e/ou com a saúde do consumidor. A avaliação da conformidade do leite pelo perfil de identidade e conforme limites preestabelecidos para a qualidade intrínseca permite que a indústria aumente a credibilidade da marca, ofertando leite e derivados mais seguros ao consumidor, o que direta ou indiretamente acaba por ampliar a sua participação no mercado.

Em maio de 1998, após algumas melhorias nos padrões de qualidade do leite cru foi oficializado o PNMQL, posteriormente regulamentado pelo MAPA na Instrução Normativa nº 51, de 18/9/2002 (BRASIL, 2002).

Milinsk e Ventura (2010) perceberam diferença de percepção na visão de funcionários oficiais do Serviço de Inspeção Municipal (SIM), Serviço de Inspeção de São Paulo (SISP) e Serviço de Inspeção Federal (SIF), com relação às mudanças ocorridas na fiscalização dos laticínios da região de Franca, SP, após a implantação do PNMQL. As diferenças principais estavam relacionadas com as competências de fiscalização da qualidade do leite industrializado. O PNMQL trouxe parâmetros

para orientar a busca pela qualidade do leite produzido na região de Franca e no Brasil. Foi identificada a comercialização clandestina de leite por produtores à margem das exigências do PNMQL, o que sinaliza a necessidade de investimentos e modificações administrativas nos serviços de inspeção, para atender níveis de qualidade desejada mais rigorosos e que seguem critérios preestabelecidos tanto pela autoridade sanitária como pela indústria (BRASIL, 2002).

Ao definir leite cru refrigerado e leite pasteurizado, a Instrução Normativa nº 51, de 18/9/2002 (BRASIL, 2002) fixou também os padrões sanitários para a produção, identidade, qualidade, coleta e transporte do leite pasteurizado tipos A, B e C e do leite cru refrigerado.

O leite tipo A é produzido em granja leiteira e pasteurizado no próprio local da ordenha, sob rígido controle de qualidade e higiene. O leite pasteurizado tipo A precisa ser distribuído para consumo em até 12 horas após a ordenha ou até 18 horas, se o produto for mantido à temperatura reduzida.

O leite tipo B in natura é produzido em estábulo ou instalação apropriada, podendo ser refrigerado no local da ordenha e, nesse, mantido por até 48 horas em temperatura igual ou inferior a 4 °C. Pode ser pasteurizado no local da ordenha, de forma lenta ou de curta duração, seguida de resfriamento imediato à temperatura igual ou inferior a 4 °C ou ser transportado para a usina de beneficiamento.

O leite tipo C é produzido em fazendas leiteiras, cujos rebanhos são inspecionados periodicamente, e é beneficiado na usina em até 12 horas após a ordenha ou, se estiver resfriado, poderá ser beneficiado em um prazo maior. O leite é filtrado antes de ser beneficiamento. Deverá ser pasteurizado no máximo até 5 horas após o recebimento, e não pode conter aditivos químicos para sua conservação (BRASIL, 2002).

A legislação brasileira distingue leite fluido a granel de uso industrial do leite ultra-alta temperatura (UAT), também

chamado UHT. O primeiro, é o leite higienizado, resfriado e mantido a 5 °C; submetido, opcionalmente, à termização (pré-aquecimento), pasteurização e/ou padronização da matéria gorda, transportado em volume de um estabelecimento industrial de produtos lácteos habilitado a outro, a ser processado, e que não seja destinado diretamente ao consumidor final.

A coleta e o transporte a granel do leite refrigerado entraram em vigor em julho de 2005, nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste e, a partir de julho de 2007, nas regiões Norte e Nordeste, levando-se em conta as diferenças regionais no estágio de desenvolvimento da atividade (BRASIL, 1996; RUBIA PERIN; VELLOSO FERREIRA; TALAMINI, 2009).

Leite UAT é o leite homogeneizado submetido, durante 2 a 4 segundos, a uma temperatura entre 130 °C e 150 °C, mediante um processo térmico de fluxo contínuo, imediatamente resfriado a uma temperatura inferior a 32 °C e envasado sob condições assépticas em embalagens estéreis e hermeticamente fechadas. De acordo com o teor de gordura (% m/v), o leite UAT dos tipos A, B e C é classificado em: integral (mín. 3,0), semi ou parcialmente desnatado (0,6 a 2,9) e desnatado (máx. 0,5), como apresentado no Quadro 3.

Para o Centro de Inteligência do Leite (CILEITE, 2011), sediado em Juiz de Fora, MG, existem nove tipos de leite comercializados atualmente no Brasil. As categorias principais são:

- a) leites UAT (integral, semidesnatado e desnatado);
- b) leites enriquecidos com vitaminas A (retinol), B₃ (nicotinamida), B₆ (piridoxina), B₉ (ácido fólico), B₁₂ (cobalamina), C (ácido ascórbico), D₃ (colecalfiferol) e E (tocoferol) e/ou fortificados com ácidos graxos poli-insaturados do tipo ômega 3 e ômega 6;
- c) leites considerados alimento fonte de Ca e de Fe;
- d) leite com baixo teor de lactose;
- e) leite enriquecido com fibras (FOS), como a inulina e goma guar.

QUADRO 3 - Requisitos físico-químicos limítrofes para o leite fluido

Requisito	A granel	Integral	Semi ou parcialmente desnatado	Desnatado	Método de referência
Matéria gorda (g/100 mL)	3,0 (mínimo)	3,0 (mínimo)	6,0 a 2,9	0,5 (máximo)	Norma FIL IC: 1987
Densidade (a 15° C)	1,028 a 1,034	NE	NE	NE	Norma AOAC 925.22: 15 ed.
Acidez (g ácido láctico/100 mL)	0,14 a 0,18	0,14 a 0,18	NE	0,14 a 0,18	Norma AOAC 947.0: 15 ed.
Estabilidade ao etanol 68% (v/v)	NE	Estável	Estável	Estável	Norma FIL 48: 1969
Extrato seco desengordurado (g/100)	8,2 (mínimo)	8,2 (mínimo)	8,3 (mínimo)	8,4 (mínimo)	Norma FIL 21B: 1987
Índice crioscópico	-0,512° C (máximo), equivalente a -0530° H.	NE	NE	NE	Norma FIL 108 A: 1

FONTE: Brasil (1996).

NOTA: NE - Valor não estabelecido pela Portaria nº 146, de 7 de março de 1996 (BRASIL, 1996); FIL - Federação Internacional de Laticínios; AOAC - Association of Official Agricultural Chemists.

Os leites fluidos com finalidades especiais seguem legislações específicas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Os produtos lácteos e demais alimentos com alegação de propriedade funcional são avaliados pela Comissão de Assessoramento Tecnocientífico em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos (CTCAF), que utiliza critérios que se baseiam em evidências estritamente científicas para a avaliação dos produtos, oferecendo ao consumidor a garantia da segurança do alimento consumido.

REQUISITOS PARA A QUALIDADE DO LEITE

Percepção de qualidade do leite pelo consumidor

A migração de 31,5 milhões de brasileiros das classes D e E para a classe C, ocorrida entre 2005 e 2009, em virtude de uma melhor distribuição de renda, impactou significativamente o poder de compra da população. Concomitantemente, o consumo de lácteos no Brasil acompanhou o crescimento da renda, modificando a composição da dieta alimentar, pobre em proteínas, para uma dieta rica em proteínas lácteas, de alto valor biológico, presentes

por exemplo, no leite fluido pasteurizado (CARVALHO; LEITE; SIQUEIRA, 2009; DIEESE, 2009, 2010).

Em se tratando dos efeitos da implantação dos PIQs, para leites fluidos tipos A, B e leite pasteurizado, é importante lembrar que a qualidade possui dimensões distintas, a saber:

- a) desempenho;
- b) características secundárias;
- c) confiabilidade;
- d) conformidade;
- e) durabilidade;
- f) atendimento;
- g) estética;
- h) qualidade percebida.

Dentre essas dimensões, a conformidade está relacionada com o grau com que os produtos e serviços atendem a padrões estabelecidos e, por isso, está muito ligada ao cumprimento de normas e especificações.

A qualidade na cadeia produtiva do leite fluido, assim como na produção de outros alimentos, associa conformidade à confiabilidade, permitindo quantificar, com certa objetividade, a qualidade dos processos envolvidos, tendo menos probabilidade de refletir preferências pessoais (FEIGENBAUM, 1994; CHAVES, 1997; GARVIN, 2002).

Pinha, Carvalho e Travassos (2010) tomaram por base o salário mínimo, a inflação e a cesta básica calculada pelo Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (Dieese), para São Paulo e Belo Horizonte entre 2000 e 2009. Esses autores verificaram que o poder de compra nas duas capitais aumentou de 68% e 56%, respectivamente.

Ao comparar a oferta e o consumo de leite no mesmo período (2000/2009), ocorreu um aumento no consumo aparente per capita de leite. A produção de leite somada com a importação e subtraída da exportação aumentou 18%, passando de 124 litros/habitante para 146,8 litros/habitante, isso no cenário da crise mundial de alimentos e da economia em 2009. Quase todos os derivados lácteos registraram aumento de vendas em 2009, mantendo a tendência em 2010 (DIEESE, 2010).

Regulamentação da produção de leite fluido e a Instrução Normativa nº 51

Ao regulamentar a produção, identidade, qualidade, coleta e transporte do leite cru refrigerado e dos leites A, B e leite pasteurizado, a Instrução Normativa nº 51, de 18/9/2002 (BRASIL, 2002) revela a percepção e a preocupação quanto ao nível

de qualidade ou à falta dela na cadeia do leite, por parte dos técnicos do MAPA que regulam os produtos de origem animal no Brasil.

Ocorreram inúmeras mudanças em diferentes níveis de implantação da Instrução Normativa nº 51, em todas as regiões do País. Dentre essas, o estabelecimento dos parâmetros para o resfriamento de leite recém-ordenhado; o transporte frigorificado do leite cru para a usina de beneficiamento; a contagem de células somáticas; os novos limites da contagem bacteriana e a obrigatoriedade do programa de educação continuada dos participantes permitiram monitorar a qualidade do leite in natura.

O produtor rural, o profissional laticinista e o consumidor final estão continuamente sendo educados a aprimorar o senso de qualidade percebida nos produtos escolhidos para consumo (BRASIL, 2002).

A reestruturação do Sistema de Identificação e Certificação de Bovinos e Bubalinos (Sisbov) aprimorou o sistema de defesa agropecuária brasileiro integrando as Secretarias Estaduais de Agricultura com o Ministério da Agricultura e o setor produtivo. Nesse sentido, o produtor está obrigado a controlar parasitas, mastites, brucelose e tuberculose, visando à sanidade do rebanho e ao aumento da produtividade (BRASIL, 1952, 2002, 2003; RUBIA PERIN; VELLOSO FERREIRA; TALAMINI, 2009).

Adicionalmente, os oito passos previstos no Programa Alimentos Seguros (PAS) do campo à mesa por meio dos Procedimentos-Padrão de Higiene Operacional (PPHO) situam a ordenha como ponto-chave para uma boa qualidade do leite cru e estão em perfeita sintonia com as recomendações preconizadas pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 2002).

Os principais PPHO aplicados ao campo para a obtenção de leite de qualidade, dentro do programa de Boas Práticas Agropecuárias, são: adequação das instalações,

ambiência, controle de pragas, potabilidade da água da ordenha, cuidados de higiene com o animal antes da ordenha, eliminação dos resíduos de esterco e sujeiras, organização, adequação e limpeza dos vasilhames e equipamentos, o resfriamento do leite e o aprimoramento dos hábitos de higiene pessoal (SENAI, 2011).

Qualidade na cadeia do leite fluido: percepção institucional, do produtor e da indústria

Em 2002, a OMS adotou a meta de reduzir o impacto social e de saúde das enfermidades de transmissão alimentar dentro da estratégia global para a inocuidade dos alimentos, visando atingir as metas do milênio em 2015: reduzir a mortalidade na infância e garantir a sustentabilidade ambiental, meta 5 e meta 7, respectivamente.

As três linhas principais de ação propostas pela OMS foram:

- a) promover o apoio ao desenvolvimento de sistemas sustentáveis e integrados de inocuidade de alimentos fundamentados em riscos;
- b) formular medidas embasadas no conhecimento científico que previnam a exposição em níveis inaceitáveis de agentes microbiológicos e de produtos químicos ao longo de toda a cadeia produtiva alimentar;
- c) avaliar e gerir os riscos de transmissão alimentar, comunicando a informação, em cooperação com outros setores aliados.

A indústria, os profissionais envolvidos e os produtores que participam do agronegócio do leite fluido têm ainda muitas dúvidas sobre pontos específicos da Instrução Normativa nº 51 e sempre questionam se os órgãos e os técnicos fiscalizadores também possuem dúvidas na leitura dessa Norma e, em função disso, se erros são cometidos. E neste caso, se são corrigidos adequadamente. Essa é uma questão técnica bastante complexa e a resposta envolve inúmeros fatores regionais,

locais e culturais, quando se considera a dimensão do território brasileiro.

Rubia Perin, Velloso Ferreira e Talamini (2009) analisaram a percepção da qualidade do processo produtivo do leite nos elos da produção primária (54 produtores) e em duas indústrias situadas no Rio Grande do Sul, RS, a partir da identificação das características de conformidade da produção primária leiteira com base na Instrução Normativa nº 51.

A indústria de laticínios foi o segundo segmento alimentício no Brasil a adotar o Programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), ainda na década de 1990. Em 1998, o PAS – uma iniciativa da Confederação Nacional da Indústria/Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (CNI/Senai) e do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), levou as ferramentas para produção de alimentos seguros (Boas Práticas e o Sistema APPCC) para as indústrias de laticínios do Norte de Minas Gerais (SEBRAE, 2008).

Atualmente, o PAS é um programa nacional que atinge toda a cadeia de alimentos, reunindo instituições parceiras com focos de ação desde o campo, até o consumo final do alimento: Embrapa, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar), Senai, Serviço Social da Indústria (Sesi), Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (Senac), Serviço Social do Comércio (Sesc), Sebrae, Anvisa, CNPq, MAPA, Ministério da Saúde, Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (Abia), Inmetro e Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A reflexão sobre o status do elo industrial da cadeia produtiva do leite do campo até a indústria (Riispoa), e da indústria até a mesa (Riispoa, Instrução Normativa nº 51, Portaria nº 146) revelou a trajetória do leite fluido cru resfriado e do leite pasteurizado para atingir os padrões de identidade e qualidade estabelecidos no Brasil pelo MAPA.

Na percepção da produção primária, diversos autores (DÜRR, 2005; FAO, 2005;

RUBIA PERIN; VELLOSO FERREIRA; TALAMINI, 2009) identificaram baixa qualidade nas características: controle de brucelose e tuberculose, alimentação e refrigeração. Nas indústrias, hábitos de higiene pessoal do ordenhador, eliminação dos primeiros jatos e lavagem dos tetos foram as características de menor qualidade percebida. A variação entre a expectativa e a percepção dos atributos intrínsecos e extrínsecos da qualidade demonstrou que a produção primária não atendia às suas próprias expectativas nem às das indústrias (BRANDÃO, 2006; CARVALHO, 2011).

A Instrução Normativa nº 51 assumiu grande importância educadora no agronegócio do leite fluido, evidenciando a valorização da qualidade do leite (e a punição da má qualidade) ao longo da cadeia produtiva do campo até a mesa, pela via de mercado. O produtor é incentivado a melhorar, porque participa de programas de pagamento por qualidade, e o consumidor mais consciente, passou a exigir da indústria produtos com certificados de garantia de qualidade e rastreabilidade.

Avanços e expectativas do agronegócio do leite fluido

A efetivação dos novos limites determinados pela Instrução Normativa nº 51, que regula as normas de qualidade do leite, tem movimentado o cenário do leite no Brasil. Os novos Regulamentos Técnicos trouxeram mais subsídios de trabalho para as fiscalizações federal, estadual e municipal dos processos de industrialização de leite e derivados. É censo comum, que melhorar a qualidade é uma necessidade e que existe muito trabalho a ser realizado.

As medidas previstas na Instrução Normativa nº 51 têm sido implantadas desde 2002, conforme vocação regional e alinhamento do produtor às necessidades dos mercados atual e futuro. No entanto, a literatura tem mostrado que a maior parte dos produtores não teve e ainda não tem condições de se adequarem. O PNMQL, em 1998, previa investimentos em capacitação, o que ainda não ocorreu por escassez

de recursos. Faltam assistência técnica e capacitação.

O produtor não consegue arcar sozinho com toda a responsabilidade da produção por manejo sustentável da propriedade. Tem agregado maior valor ao agronegócio leite fluido, à medida que novos mercados são abertos. Ideologias à parte e, sabendo que somente novos mercados não são eficientes para gerar empregos e renda, alternativas foram pensadas.

Ações conjuntas e coordenadas na cadeia do agronegócio viabilizam melhorias. Todos os elos da cadeia produtiva do leite fluido precisam integrar-se para aumentar a resultante do somatório das forças em torno da obtenção do hígido de qualidade. Das diferentes percepções entre a autoridade sanitária, produtores e indústrias decorrem das dificuldades no estabelecimento das melhorias contínuas na cadeia do fluido.

Os Regulamentos Técnicos estabelecem os PIQs do leite fluido e permitem que os produtores rurais estejam cientes dos problemas que comprometem a qualidade do leite. Mas sem o financiamento federal e utilizando somente a remuneração recebida pelo produto, não viabilizam os investimentos em equipamentos, sanidade e alimentação dos animais (BRASIL, 1996, 2002).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No processo produtivo do leite fluido, os principais avanços técnicos até o momento decorrentes da Instrução Normativa nº 51 foram:

- a) estabelecimento dos parâmetros para o resfriamento de leite recém-ordenhado;
- b) transporte frigorificado do leite cru a granel;
- c) CCS;
- d) novos limites da contagem bacteriana;
- e) obrigatoriedade do programa de educação continuada;
- f) avaliação da qualidade intrínseca do leite na Rede Brasileira de Labora-

tórios de Controle da Qualidade do leite;

- g) sanidade do rebanho leiteiro e da propriedade;
- h) implantação das Boas Práticas Agropecuárias.

Um processo produtivo que prima pela qualidade tem que monitorar as múltiplas dimensões da qualidade do leite in natura.

A segurança dos leites fluidos precisa ser uma prioridade máxima no Brasil. A regulamentação brasileira neste domínio, já por si exigente, tem sido há muito tempo reforçada pelo MAPA, desde 2002, com publicação da Instrução Normativa nº 51 e, posteriormente, com a revisão do Riispoa, iniciada em 2008, e ainda em andamento.

Segurança não significa uniformidade. Exemplo disso vem da União Europeia, ao demonstrar que é possível oferecer uma alimentação segura para os consumidores, promovendo a diversidade aliada à qualidade, respeitando o direito dos consumidores a uma escolha esclarecida com confiança na segurança de sua alimentação.

REFERÊNCIAS

- AZEREDO, A.M.C. de. **Contribuição ao processo de padronização na indústria de alimentos**: um estudo em Minas Gerais. 2000. 80f. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- BEHMER, M. L. A. **Tecnologia do leite**. 13. ed. São Paulo: Nobel. 1999. v.1.
- BRANDÃO, S. C. C. Fundamentos da busca pela qualidade na indústria. In: MESQUITA, A. J.; DÜRR, J.W.; COELHO, K.O. (Org.). **Perspectivas e avanços da qualidade do leite no Brasil**. Goiânia: Talento, 2006. v.1, p. 291-326.
- BRASIL. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 7 jul. 1952.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Aprova Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 11 mar. 1996. Seção 1, p. 3977-3986.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 78, de 19 de dezembro de 2002. Aprova os Programas para o Controle de Resíduos em Carne, Mel, Leite e Pescado para o exercício de 2003, em conformidade aos Anexos da presente Portaria. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 6 jan. 2003. Seção 1, p.6.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Aprova os Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel em conformidade com os Anexos a esta Instrução Normativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 set. 2002. Seção 1, p.8-13.

CARVALHO, G. R.; LEITE, J. L. B.; SIQUEIRA, K. B. Perspectivas para o mercado mundial de lácteos. In: LEITE, J. L. B.; SIQUEIRA, K. B.; CARVALHO, G. R. (Ed.). **Comércio internacional de lácteos**. 2.ed. rev. e ampl. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2009. 350p.

CARVALHO, M.P. de. **A melhoria da qualidade do leite no atual contexto de mercado**. Piracicaba: Milkpoint, 2011. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/mercado/editorial/a-melhoria-da-qualidade-do-leite-no-atual-contexto-de-mercado-70417n.aspx>>. Acesso em: 19 mar. 2011.

CHAVES, J. B. P. **Controle de qualidade para indústrias de alimentos**: princípios gerais. Viçosa, MG: UFV, 1997. 94p.

CILEITE. **Outros tipos de leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, [2011]. Disponível em: <<http://www.cileite.com.br/node/55>>. Acesso em: 19 mar. 2011.

DIEESE. **Cesta básica nacional**: região Sudeste - Belo Horizonte e São Paulo, janeiro a dezembro de 2009. São Paulo [2009]. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/rel/rac/racjan10.xml>>. Acesso em: 21 de mar. 2011.

_____. **Cesta básica nacional**: região Sudeste - Belo Horizonte e São Paulo, janeiro a dezembro de 2010. São Paulo, [2010]. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/rel/rac/racjan11.xml>>. Acesso em: 21 de mar. 2011.

DÜRR, J.W. **Como produzir leite de alta qualidade**. Brasília: SENAR, 2005. 28 p.

ESTRELLA, S. L. G. **Características físico-químicas e celulares do leite de bovinos da raça holandesa, criados no estado de São Paulo**: influência da fase da lactação, dos quartos mamários, do número de lactações e do isolamento bacteriano. 2001. 162 f. Dissertação (Mestrado em Clínica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

FAO. **Garantir a qualidade e a inocuidade dos alimentos nas pequenas e médias empresas alimentares**. In: CONFERÊNCIA REGIONAL FAO/OMS SOBRE INOCUIDADE DOS ALIMENTOS EM ÁFRICA, 2005, Harare, Zimbábue. Roma: FAO, 2005.

FEIGENBAUM, A. V. **Controle de qualidade total**: gestão e sistemas. São Paulo: Makron Books, 1994. v.1.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade**: a visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. v.1.

INMETRO. Leite e queijo: teor de gordura e colesterol em alimentos – 5ª parte. In: _____. **Programa de análise de produtos**. Brasília, [2004]. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/teorGordura5.asp>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

MAFUD, M. et al. **Não-conformidade na cadeia produtiva do leite**: problemas institucionais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007, Londrina. **Anais ...** Conhecimentos para agricultura do futuro. Londrina: SOBER, 2007.

MILINSK, C. C.; VENTURA, C. A. A. Os impactos do Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite – PNMQL na região

de Franca, SP. **Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis**, Florianópolis, v.7, n.1, p. 170-198, jan./jul. 2010.

OMS. **Estrategia global de la OMS para la inocuidad de los alimentos**: alimentos más sanos para una salud mejor. Ginebra, 2002. 32p.

PINHA, L. C.; CARVALHO, G. R.; TRAVASSOS, G. F. **Poder de compra e consumo de lácteos no Brasil**. In: FÓRUM DAS AMÉRICAS: LEITE E DERIVADOS, 2., 2010, Juiz de Fora. **Resumos...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010.

RUBIA PERIN, O.; VELLOSO FERREIRA, G. M.; TALAMINI, E. Percepção de qualidade no processo produtivo do leite: um estudo de caso no Rio Grande do Sul. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v.11, n.3. p.436-451, set./dez. 2009.

SANTOS, M.V. dos; FONSECA, L.F.L. da. Módulo 1 - composição e propriedades físico-químicas do leite. In: UNITINS. **Curso online**: monitoramento da qualidade do leite. Palmas, [200-]. Disponível em: <<http://www.unitins.br/ates/arquivos/Pecu%C3%A1ria/Bovinocultura/Bovinocultura%20de%20Leite/Qualidade%20do%20Leite%20-%20Curso/Qualidade%20do%20Leite%20-%201.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2011.

SCHALM, O. W.; CARROL, E. J.; JAIN, N. C. **Bovine mastitis**: physiological and chemical tests for detection of mastitis. Philadelphia: Lea & Febiger, 1971. 1v.

SEBRAE. **Hortaliças minimamente processadas**: estudos de mercado SEBRAE/ESPM - relatório completo. Brasília, 2008. (Série Mercado).

SENAI. **Programa Alimentos Seguros**. Brasília, [2011]. Disponível em: <<http://www.alimentos.senai.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

SILVA, P. H. F. da. Qualidade do leite para os laticínios. In: Encontro Nordeste Territorial Bovinocultura de Leite, 2008, Macaíó. Fortaleza: BNB, 2008. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/desenvolvimento_em_acao/desenvolvimento_territorial/docs/qualidade_do_leite_para_os_laticinios.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2011.

STOCK. XCHNG. **Glass with milk**. [S.L., 2009?]. Disponível em: <<http://www.sxc.hu/photo/422815>>. Acesso em: 4 abr. 2011.

UNESCO. **Declaração Universal dos Direitos dos Animais**. Bruxelas, 1978.

Tecnologias para fabricação de doce de leite, leite condensado e soro em pó

Ítalo Tuler Perrone¹

Resumo - A tecnologia de lácteos concentrados e desidratados possui importante papel nas indústrias de laticínios, sendo implantada em fábricas de pequeno a grande porte. Os processos de evaporação a vácuo, de cristalização e de secagem são os pilares dessa tecnologia. Serão apresentadas tecnologias para produção de doce de leite, leite condensado e de soro em pó.

Palavras-chave: Produto lácteo. Concentrado. Processamento. Cristalização. Secagem.

INTRODUÇÃO

A concentração por transferência de energia na forma de calor tem como finalidades melhorar a conservação, reduzir os custos com transporte, armazenamento e estocagem, porém, produz modificações significativas no leite e no soro como escurecimento, tendência à precipitação, aumento da viscosidade, cristalização da lactose, formação de aroma e sabor característicos. O entendimento dessas principais modificações, causadas pelo aquecimento e pela concentração, é o fundamento para as tecnologias de fabricação do doce de leite, leite condensado e soro em pó.

O doce de leite é o principal produto lácteo, concentrado por ação da energia na forma de calor, produzido por pequenas e médias indústrias de laticínios do País. Essas indústrias são tipicamente latino-americanas, tendo a Argentina e o Brasil como os maiores produtores. Utilizam, em sua maioria, equipamentos simples e processos tradicionais de produção.

Os produtos lácteos concentrados de maior consumo em todo o mundo são os

leites condensados e evaporados, fato que pode ser atribuído à estabilidade dos produtos e ao papel que desempenham como substitutos do leite in natura, para acompanhar cafés e chás. O leite condensado foi primeiramente produzido em 1856 e, hoje, é um importante produto dentro da indústria de laticínios brasileira. Entretanto, ainda não conta com um Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (SANTOS et al., 2009).

O soro já foi considerado matéria-prima de aproveitamento oneroso para a indústria de laticínios. Porém, com as regulamentações ambientais que proíbem o descarte de produtos com elevada demanda biológica de oxigênio, com as comprovações científicas do valor nutricional de seus constituintes e com o desenvolvimento de técnicas de fracionamento, o soro hoje é amplamente requisitado como ingrediente ou como precursor de ingredientes na indústria de alimentos (GERNIGON; SCHUCK; JEANTET, 2010).

O doce de leite, o leite condensado e o soro em pó são importantes produtos das indústrias de lácteos concentrados e desidratados. O entendimento dessas

tecnologias é fator preponderante para seu melhor desenvolvimento.

HISTÓRICO

Marco Pólo, no século 13, reportou que os soldados carregavam leite desidratado, que, antes de ser consumido, era adicionado de água e solubilizado durante seu transporte por cavalos e pela ação do calor do sol (HALL; HEDRICK, 1971). Nicolas Appert, cientista francês e responsável pelo desenvolvimento da indústria de envase em latas, produziu leite desidratado na forma de tabletes em 1810 pela secagem lenta do leite em ar quente (HUNZIKER, 1934).

Em 1856, Gail Borden lançou o leite condensado Eagle Brand, como alternativa aos produtos da época, que careciam de refrigeração e de técnicas de preservação eficientes. Este novo produto teve papel importante na guerra civil Americana e na diminuição da mortalidade infantil da época (J.M. SMUCKER COMPANY, 2011).

A farinha láctea, que combinava leite de vaca, farinha de trigo e açúcar, foi criada no ano de 1866 por Henri

¹Químico, D.Sc. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Prof./Pesq. EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: italo.perrone@epamig.br

Nestlé, sendo lançada no mercado no ano seguinte. O primeiro carregamento de leite condensado desembarcou no Brasil em 1890, e a primeira fábrica de lácteos concentrados e desidratados foi inaugurada em 1921, na cidade de Araras (NESTLÉ, 2011).

O conceito de atomização de fluidos contra uma corrente de ar quente foi apresentado por Bassler, em 1888, principalmente para a concentração de caldo de cana, glicose e leite. Em 1896, a empresa Trufood Ltd descobriu as vantagens da pré-concentração, sugerindo-a para o leite antes da secagem, com o objetivo de aumentar a solubilidade dos pós. Industrialmente, a aplicação significativa do *spray dryer* ocorreu nas indústrias de leite e de detergentes por volta de 1920. A secagem em dois estádios foi desenvolvida nos anos 70, impactando na capacidade das plantas industriais e criando uma demanda mundial por leites em pó instantâneos (MASTERS, 2002).

ASPECTOS TECNOLÓGICOS E PADRONIZAÇÃO

De acordo com Walstra et al. (2001), a evaporação a vácuo do leite e do soro é aplicada com as seguintes finalidades:

- elaborar produtos concentrados como leite condensado;
- realizar etapa intermediária na fabricação de produtos lácteos em pó;
- produzir lactose a partir da recristalização do soro.

Os evaporadores tubulares de película descendente são os mais empregados nos laticínios e podem ser acoplados a sistemas para finalização da concentração e para o resfriamento rápido do produto concentrado, denominado flash cooler (WESTERGAARD, 2001).

As principais modificações causadas pela concentração do leite e do soro, de acordo com Walstra et al. (2001), são as seguintes:

- diminuição da atividade de água;
- aumento da higroscopicidade;
- mudanças no equilíbrio salino;

- modificação na conformação das proteínas;
- aumento da pressão osmótica, do ponto de ebulição, da condutividade elétrica (CE), da densidade, do índice de refração, da viscosidade e diminuição do ponto crioscópico;
- saturação da solução e tendência à cristalização da lactose.

Doce de leite

O processo de fabricação do doce de leite consiste no aquecimento do leite com o açúcar e o redutor de acidez até que sejam alcançadas as características desejadas no produto final, normalmente avaliada pelo emprego de um refratômetro. É possível obter estas características desejadas com diferentes tempos de processamento, de 30 minutos a 4 horas, dependendo do equipamento e ingredientes utilizados. Dessa forma, não existe uma tecnologia ou receita universal. O doce de leite pode ser produzido por:

- fabricação artesanal;
- fabricação em tachos por batelada;
- fabricação em tachos de forma contínua;
- fabricação em evaporadores a vácuo e em tacho.

Serão abordados os três últimos processos de fabricação por representarem a maior parte do doce produzido no País.

A tecnologia de fabricação do doce de leite consiste na evaporação da água por aplicação indireta de energia na forma de calor em evaporadores a vácuo ou em tachos. O processo de fabricação pode ser esquematizado, conforme a Figura 1.

Antes do aquecimento são adicionados o açúcar e o redutor de acidez ao leite. O redutor de acidez mais utilizado é o bicarbonato de sódio, que possui a função de atuar como estabilizante por gerar uma reserva de alcalinidade, evitando que o leite venha a precipitar durante o aquecimento. Possui ainda a função de controlar indiretamente a intensidade da coloração do doce, por acelerar a reação de escurecimento. A mistura do leite com a sacarose e os demais ingredientes e aditivos é denominada calda. Esta é submetida à evaporação contínua por meio do vapor oriundo de caldeiras, com pressão entre 800 quilo Pascal (kPa) e 900 kPa. O vapor empregado no processo é transformado em condensado de vapor (água entre 85 °C e 90 °C), e a quantificação dessa água possibilita determinar a massa total de vapor empregado na fabricação.

A água do leite, que é retirada no estado gasoso, recebe o nome de evaporado, sendo necessária sua remoção rápida do equipamento, a fim de evitar sua incorporação à calda, por meio da condensação.

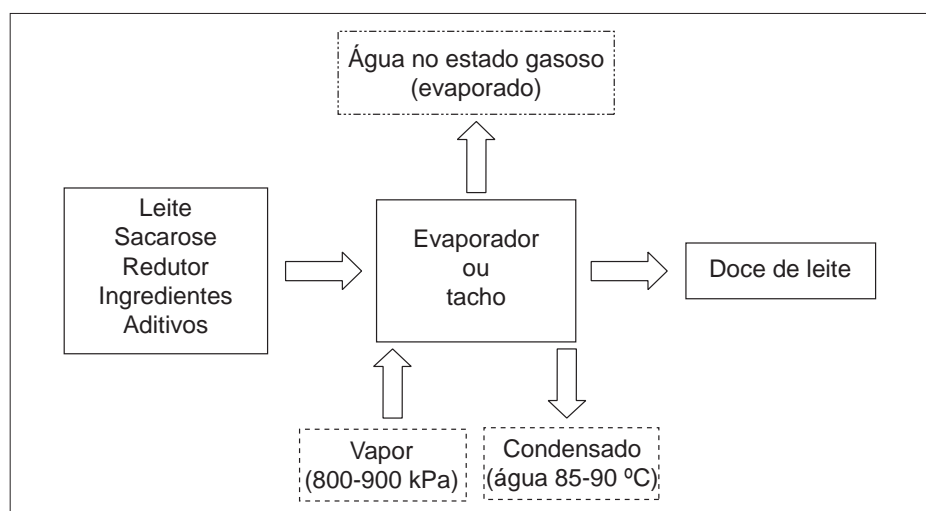


Figura 1 - Esquematização da fabricação do doce de leite

NOTA: kPa - Quilo Pascal.

Dessa forma, há necessidade, no equipamento de fabricação, de um exaustor para retirada do evaporado formado.

Durante a evaporação em tachos, ocorre a constante agitação da calda por meios mecânicos a uma velocidade entre 72 e 80 rpm, sendo fundamental para minimizar a formação de depósitos na parede do trocador de calor. Nos evaporadores a vácuo, a agitação é realizada por meio de bombas centrífugas. O tempo de processo pode variar de 30 minutos a 4 horas, dependendo da relação entre a área de troca de calor e o volume de leite, bem como da pressão de vapor utilizada. Nos tachos, a capacidade de fabricação normalmente varia entre 20 e 700 L de leite por batelada, já nos evaporadores a vácuo, a capacidade pode alcançar até 30 mil litros por hora.

No início da fabricação, a calda possui grande quantidade de água e baixa viscosidade, o que facilita a evaporação, porém pode acarretar em transbordamento. Dessa forma, inicia-se a fabricação com pequena quantidade de vapor na camisa do tacho e, à medida que a calda concentra em sólidos, aumenta-se a quantidade de vapor. Alguns fabricantes colocam uma quantidade de leite menor do que a capacidade máxima do tacho e conseguem trabalhar desde o início do processamento com grandes quantidades de vapor na camisa do equipamento sem que transborde. Essa técnica diminui o tempo de fabricação, porém pode implicar em problemas de cor, viscosidade e rendimento. O aquecimento deve ser suficiente para o aumento da viscosidade e a produção de compostos escuros, os quais irão definir a coloração do doce (Fig. 2).

O término da evaporação é determinado pela utilização de um refratômetro, esse indica o grau de concentração atingido no processo. Uma relação prática determina que 66-68 °Brix representam um doce com, aproximadamente, 70% de sólidos totais.

A maioria dos refratômetros faz leituras entre 15 °C e 40 °C, o que implica na necessidade de resfriamento

da amostra do doce até a faixa de leitura indicada. Existe uma tabela para correção do valor lido no aparelho, de acordo com a temperatura de análise. Dessa forma, uma leitura realizada fora da faixa correta de temperatura acarreta em valor duvidoso, comprometendo a determinação certa do ponto. O doce de leite em pasta apresenta ponto na faixa de 66-68 °Brix, e o doce em barra, ponto entre 84 e 88 °Brix. Na Figura 3 é apresentado um esquema sobre a de-

terminação do ponto em doce de leite e em doce de leite para confeitaria.

No momento da determinação do ponto em doce de leite, as intensidades de cor e de viscosidade estão muito próximas das apresentadas pelo produto durante o prazo de validade. Neste mesmo momento, um doce para confeitaria não possui uma viscosidade próxima da desejada, pois os espessantes empregados ainda não produziram o pico de viscosidade (COLOMBO et al., 2009).



Figura 2 - Fabricação de doce de leite em tacho - EPAMIG-Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT)

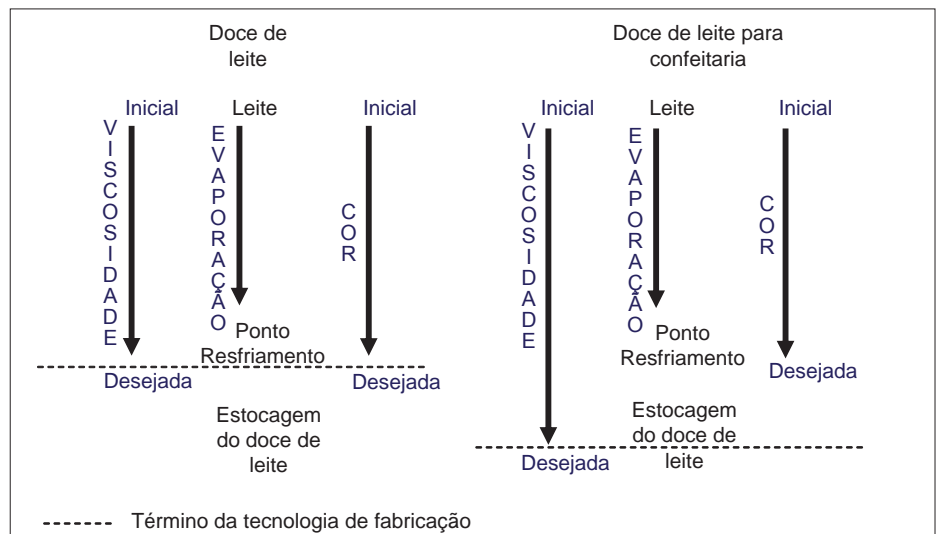


Figura 3 - Esquematisação do ponto em doce de leite e em doce de leite para confeitaria

Leite condensado

Os produtos lácteos concentrados de maior consumo são os leites condensado e evaporado, utilizados inicialmente pela sua estabilidade e como substitutos do leite in natura, para acompanhar cafés e chás (VARNAM; SUTHERLAND, 1995).

Segundo Walstra et al. (2001), o leite condensado é um leite concentrado por evaporação, ao qual se adiciona sacarose com o intuito de produzir uma solução quase saturada de açúcar. Pode ser obtido a partir do leite integral ou desnatado, e produzido para venda a granel ou para consumo direto. O aumento do prazo de validade deste produto não se deve ao tratamento térmico empregado e, sim, à redução na atividade de água associada ao processo de evaporação e pela adição de sacarose (VARNAM; SUTHERLAND, 1995).

A produção do leite condensado obedece as seguintes etapas:

- a) seleção e recebimento do leite;
- b) clarificação;
- c) resfriamento;
- d) estocagem de leite cru;
- e) padronização do teor de gordura e ajuste do rf, sendo rf igual ao fator de padronização, que consiste da razão entre o teor de gordura e o teor de sólidos não gordurosos do leite condensado;
- f) tratamento térmico;
- g) evaporação a vácuo;
- h) adição de açúcar;
- i) resfriamento e cristalização;
- j) envase e estocagem.

Na Figura 4 é apresentado um esboço de uma linha de processamento para leite condensado.

A padronização, a identidade e a qualidade do leite condensado estão intimamente ligadas a sua textura. Uma textura arenosa é indesejável e normalmente está ligada ao aparecimento de cristais de lactose perceptíveis, ou seja, com tama-

nho superior a 16 micrômetros (μm). O processo de microcristalização é uma ferramenta muito usada para controlar o número e o tamanho dos cristais de lactose no produto. Consiste no resfriamento do produto até temperaturas próximas de 28 °C a 30 °C, para que ocorra a saturação da lactose na solução e adição, sob agitação, de núcleos de cristalização. Normalmente, é empregada alfa-lactose em pó, como núcleo de cristalização, e esta possui tamanho médio de 1 a 10 μm . A quantidade de lactose em pó empregada varia de 0,01% a 0,05% sobre a massa de produto a ser cristalizado. A velocidade e a uniformidade da agitação são fundamentais para a homogeneidade dos cristais formados no leite condensado.

A obtenção de um leite condensado com ótimos atributos sensoriais depende da formação de inúmeros cristais de lactose, de tamanho reduzido, obtidos por meio da nucleação secundária.

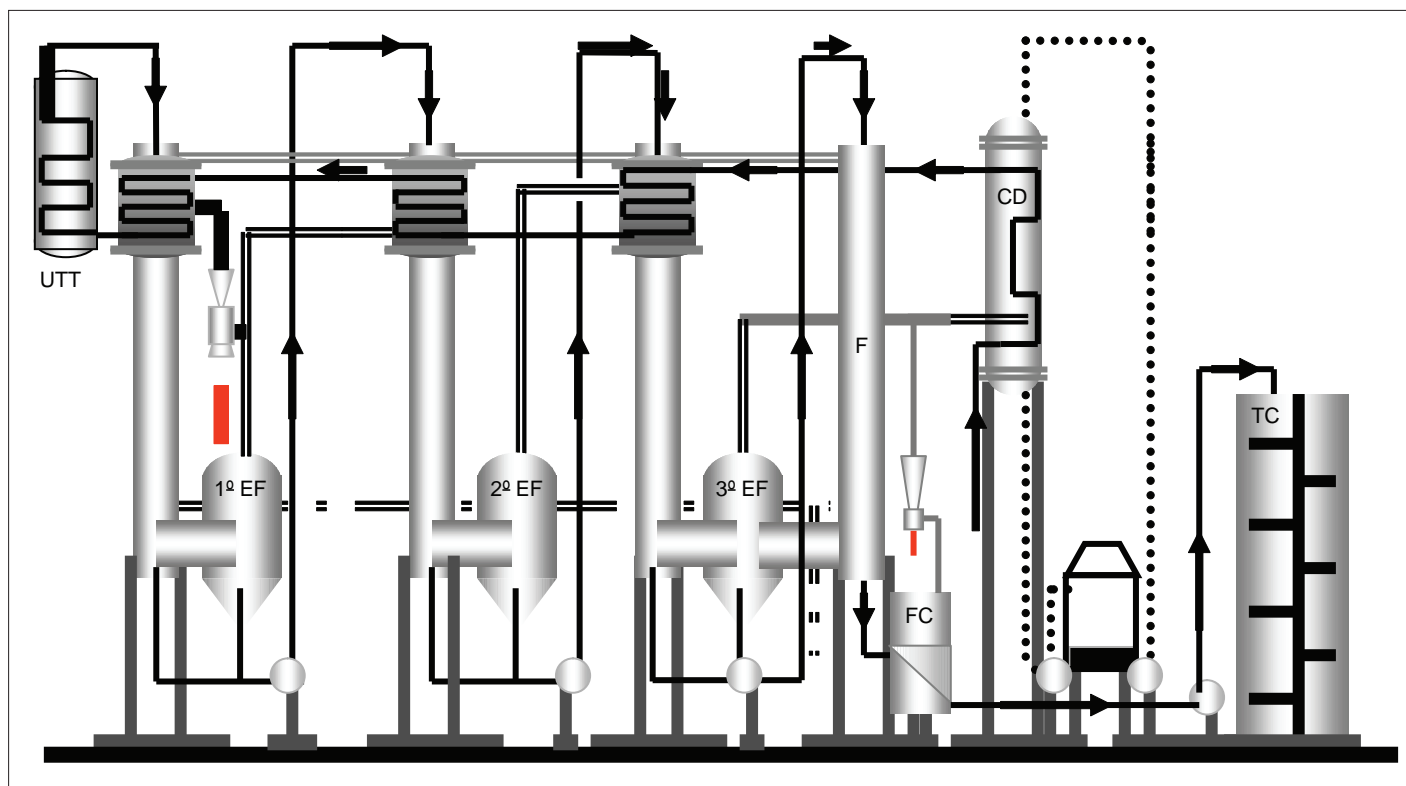


Figura 4 - Esboço de uma linha de processamento de leite condensado

NOTA: 1ºEF - Primeiro efeito; 2ºEF - Segundo efeito; 3ºEF - Terceiro efeito; UTT - Unidade de tratamento térmico; CD - Condensador; F - Finisher; FC - Flash cooler; TC - Tanque para cristalização da lactose no leite condensado.

Segundo Hunziker (1934), o conhecimento do número e do tamanho dos cristais de lactose, bem como da composição centesimal do produto, é ponto fundamental na tecnologia de produção do leite condensado. O aparecimento de cristais de lactose perceptíveis ao paladar pode ser prevenido pela sementeira de microcristais de lactose, sendo sua quantificação essencial para a qualidade do produto final.

De acordo com Varnam e Sutherland (1995), o leite condensado não é um produto estéril e, apesar da baixa atividade de água inibir grande gama de bactérias, bolores e leveduras são capazes de se desenvolverem. Dessa forma, são necessários controles higiênicos severos e específicos durante as etapas de fabricação.

O leite condensado propicia o desenvolvimento de leveduras capazes de fermentar o açúcar, produzindo gás, e de estafilococos resistentes à pressão osmótica do meio, sendo potenciais causadores de enterotoxinas.

De acordo com Silva et al. (2008), a variação na composição do leite condensado produzido no Brasil é expressiva, sendo a viscosidade o requisito com maior variação.

Perrone et al. (2008) determinaram que os teores de proteínas, lactose e sólidos não gordurosos são determinantes para o tempo de escoamento do leite condensado, por conseguinte, são variáveis importantes para a composição da viscosidade final do produto (Fig.5).

Soro em pó

Dentre as diversas formas de processamento do soro na indústria, encontra-se a produção do soro em pó. Entende-se como soro em pó o produto obtido pela desidratação do soro ou soro ácido, mediante processos tecnologicamente adequados, tornando-se apto para a alimentação humana (SORO..., 2005).

A obtenção do soro em pó pode ser realizada empregando a associação de processos de filtração por membranas, evaporação a vácuo e secagem em *spray dryer*. Esta técnica é mais conveniente para a produção de leites em pó, entretanto seu emprego para secagem de soro e novos produtos frequentemente ocorre de forma empírica, ocasionando o empedramento e a adesão dos pós nos equipamentos. A origem destes problemas está associada a propriedades físico-químicas dos produtos e parâmetros de processamento. As variáveis de controle

mais relevantes são a atividade de água, a transição vítrea e a cristalização da lactose (SCHUCK et al., 2004).

O aumento na produção de queijos acarretou em grande volume de soro descartado em rios e lagos. O soro é um poluente em potencial, pois apresenta altíssima demanda biológica de oxigênio. De acordo com Giraldo-Zuñiga et al. (2002), estima-se que a produção mundial de soro gire em torno de 120 milhões de toneladas. O aumento da produção de soro no Brasil e, paralelamente, a implementação das leis de proteção ao meio ambiente, bem como o reconhecimento de que o uso do soro líquido para a alimentação animal só é praticável regionalmente e de forma restrita, estão levando a indústria a analisar as opções de industrialização e aproveitamento (TIBA, 1984).

O Quadro 1 apresenta dados sobre a exportação brasileira de alguns produtos lácteos, entre os anos de 1996 e 2006. Destaca-se o aumento expressivo das exportações de queijos.

As vendas brasileiras de produtos lácteos cresceram 1.043,8% em volume e 619,4% em valor, no período de 1996 a 2006, enquanto que as importações caíram, respectivamente, 71,5% e 69,9%. Em paralelo, houve um aumento de 540% no número de novos países importadores de produtos lácteos do Brasil (LEITE et al., 2008).

A fabricação de queijos consiste na concentração do extrato seco do leite por meio da coagulação da caseína. Durante o processo de coagulação, há a transferência de componentes do leite para a massa e para o soro, conhecido como cifra de transição, fator responsável pela composição físico-química do soro e do queijo. Segundo Vilela (2009), a cifra de transição dos sólidos lácteos para a massa de queijo semiduro obedece aos parâmetros apresentados no Quadro 2.

As variações na composição do leite durante o ano, bem como as diferentes tecnologias empregadas para a produção de queijos, acarretam grande variação na composição físico-química do soro. O Quadro 3 apresenta faixas para a com-



Figura 5 - Processo de cristalização do leite condensado em tanque - EPAMIG-Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT)

Foto Tuler Perrone

QUADRO 1 - Exportação de produtos lácteos em toneladas no período 1996 - 2006

Ano de exportação	Queijos (t)	Leite in natura (t)	Leite em pó (t)
1996	462	16	6.295
1997	391	76	1.596
1998	845	9	1.686
1999	1.028	81	2.532
2000	2.416	350	4.774
2001	2.270	586	8.422
2002	2.122	4.402	27.213
2003	3.180	1.803	35.577
2004	6.406	3.064	55.311
2005	10.995	1.905	61.792
2006	7.582	5.027	73.391

FONTE: Dados básicos: Leite et al. (2008).

QUADRO 2 - Cifra de transição média para queijos semiduros

Componente (%m/m)	Leite	Queijo	Soro	Cifra de transição para o queijo (%)
Lactose	4,7	0,2	4,5	4
Gordura	3,4	3,1	0,3	91
Proteína	3,1	2,3	0,8	74
Minerais	0,9	0,5	0,4	0,6
Sólidos totais	12,1	6,1	6,0	50

FONTE: Vilela (2009).

QUADRO 3 - Composição do soro para diferentes tipos de processamento

Constituinte	Variedade do soro		
	Coagulação enzimática	Coagulação por ácido láctico	Queijo Cheddar
Sólidos totais (ST) (g/kg de soro)	64-67	62-64	61-66
Proteína verdadeira (g/kg de ST)	110-140	84-110	99-110
Razão NPN:TN	0,24-0,28	0,30-0,35	0,22-0,30
Cinzas (g/kg de ST)	74-78	117-123	76-91
Lactose (g/kg de ST)	750-810	620-690	744-810
Cálcio (g/kg de ST)	6-8	24-27	6-7
Fosfato inorgânico (g/kg de ST)	10-16	30-34	8-30
Potássio (g/kg de ST)	18-26	20-24	19-25
Sódio (g/kg de ST)	6-16	6-12	6-11
Cloretos (g/kg de ST)	14-21	13-19	19-20

FONTE: Zadow (1994).

NOTA: NPN - Nitrogênio não proteico; TN - Nitrogênio total.

posição de soro obtido por diferentes processos de coagulação.

O Brasil caracteriza-se como um importador de soro em pó. Entre os meses de janeiro e setembro de 2010 importou 23.993 mil toneladas do produto e, no ano de 2009, 31.297 mil toneladas, nos mesmos períodos a exportação foi de, respectivamente, 3.722 mil toneladas e 3.884 mil toneladas (MILKPOINT, 2010).

Conforme Westergaard (2001), o soro em pó possui a composição média apresentada no Quadro 4.

As principais operações unitárias que podem estar envolvidas na produção do soro em pó são: a separação por membranas, a evaporação a vácuo, a cristalização e a secagem em *spray dryer* (Fig.6). A osmose reversa pode ser empregada como fase inicial de retirada de água do soro e é caracterizada pelo baixo consumo de energia. A evaporação a vácuo possibilita que o soro seja concentrado a teores de sólidos lácteos entre 52% e 60% m/m, com um custo energético por quilograma de água evaporada até 20 vezes inferior ao processo de retirada de água em *spray dryer* (SCHUCK; JEANTET; CARVALHO, 2010).

De acordo com Knipschildt e Andersen (1994), a secagem é o mais importante método de conservação de lácteos, pois a utilização desta técnica possibilita a conversão do leite ou soro em leite ou soro em pó, com perdas nutricionais mínimas. Há três tipos principais de sistemas de secagem em utilização pelas indústrias. Na secagem em único estágio, emprega-se apenas a câmara de secagem para transformar o leite ou soro concentrado em pó, o que produz um pó particulado caracterizado pela baixa solubilidade em água. Na secagem em dois estágios, além da câmara de secagem, emprega-se o fluidizador, obtendo um pó aglomerado, com características superiores de solubilidade. A associação de dois fluidizadores com capacidade de evaporação junto à câmara de secagem caracteriza o processo de

QUADRO 4 - Composição média do soro em pó e características físico-químicas

Características físico-químicas ou constituinte	Concentração
Sedimentos	200 mg/L (máximo)
pH (após dissolução)	6,3 (mínimo)
Acidez titulável (após dissolução)	0,12% (máximo)
Ácido láctico	200 ppm (máximo)
Gordura	0,05% (máximo)
Lactose	70% - 74%
Proteínas	12% (mínimo)
Cálcio	300 ppm (máximo)
Magnésio	100 ppm (máximo)
Cloro	1200 ppm (máximo)
Gases incondensáveis	0,02% (máximo)

FONTE: Westergaard (2001).



Figura 6 - Secagem do soro em câmara de secagem - EPAMIG-Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT)

secagem em três estádios e em intensa aglomeração do pó (WESTERGAARD, 2001).

O processo de secagem de lácteos implica na formação de lactose no estado amorfo que é altamente higroscópica. Segundo Hynd (1980), o soro em pó possui a tendência de absorver água do

ar ambiente, o que causa empedramento do produto durante o armazenamento e a substituição de parte da lactose amorfa por lactose cristalina, como resultado da cristalização do soro concentrado, transformando-o em um produto não higroscópico. As curvas de sorção, conforme Jouppila e Roos (1994), são

drasticamente afetadas pela presença de lactose amorfa.

O soro em pó, quando obtido sem prévia cristalização, é um pó muito fino, higroscópico e com grande tendência ao empedramento, o que se deve à presença de lactose em um estado vítreo ou amorfo (MASTERS, 2002).

A cristalização do soro concentrado pode ser realizada pela adição de núcleos de cristalização, lactose microcristalina ou soro em pó, seguida de agitação e controle da temperatura (KNIPSCHILDT; ANDERSEN, 1994).

Segundo Schuck (2002), as propriedades dos produtos lácteos desidratados são influenciadas por fatores que envolvem as condições de operação dos equipamentos, as características da matéria-prima e as condições de estocagem.

O aprimoramento da qualidade de produtos lácteos desidratados, o qual é governado pelo histórico de tempo e temperatura, envolve um grande entendimento do processo por meio de abordagens físico-químicas, termodinâmicas e cinéticas (JEANTET et al., 2008).

De acordo com Schuck et al. (2008), a quantidade máxima de umidade em um produto lácteo desidratado deve ser definida pelo valor da atividade de água, sendo desejado um valor próximo a 0,2.

Conforme Roos (2002), elevadas temperaturas empregadas durante a secagem, em associação com a presença de água residual nos estádios finais da secagem, produzem a pegajosidade, o empedramento e a adesão do soro em pó ao equipamento.

Segundo Hardy, Scher e Banon (2002), no caso de produtos lácteos desidratados, as suas propriedades (fluidez, estabilidade ao armazenamento e solubilização) são intrinsecamente dependentes do modo e da intensidade das interações químicas da água com os outros constituintes, e esta dependência

é bem representada pelas isotermas de sorção.

No Quadro 5, são apresentados alguns parâmetros de processamento para secagem de leite desnatado, integral e soro.

De acordo com Schuck et al. (2004), ao se produzir soro em pó, deve-se controlar a temperatura do ar de saída da câmara de secagem para que seja sempre inferior a 100 °C, no intuito de

evitar a transformação de lactose amorfa em lactose cristalina, o que acarreta em aglomeração e adesão do produto no equipamento.

Segundo Masters (2002), a secagem do soro sem o pré-tratamento da cristalização pode ser realizada por meio de bicos de atomização que operam com pressão de 200 bar, sendo alimentados por soro concentrado entre 42% e 45% m/m de sólidos totais, utilizando temperatura

do ar de entrada entre 170 °C e 180 °C e de saída entre 85 °C e 90 °C, no intuito de obter um pó entre 3% e 4% m/m de umidade final.

Conforme Písecký (1997), a secagem de soro pré-cristalizado *em spray dryer* de único estágio deve ser conduzida por meio da concentração do soro entre 48% e 55% m/m, emprego de temperatura de entrada entre 180 °C e 200 °C e temperatura do ar de saída em 92 °C.

Segundo Vuataz (2002), o processo de secagem do leite e de seus derivados foi desenvolvido empregando uma base mais empírica e tecnológica do que em conceitos da ciência dos materiais alimentícios, o que pode ser desenvolvido por meio de diagramas de fases, curvas de sorção e análise da composição físico-química. Na Figura 7, é apresentado um esboço de uma linha para processamento de soro em pó.

QUADRO 5 - Parâmetros de secagem para produtos lácteos

Produto lácteo	Teor de sólidos totais no soro concentrado (% m/m)	Temperatura do ar de entrada no <i>spray dryer</i> (°C)	Temperatura do ar de saída no <i>spray dryer</i> (°C)
Leite integral	47-50	175 - 240	70 - 90
Leite desnatado	47-52	175 - 240	75 - 90
Soro	40-60	180 - 250	80 - 95

FONTE: Schuck et al. (2004).

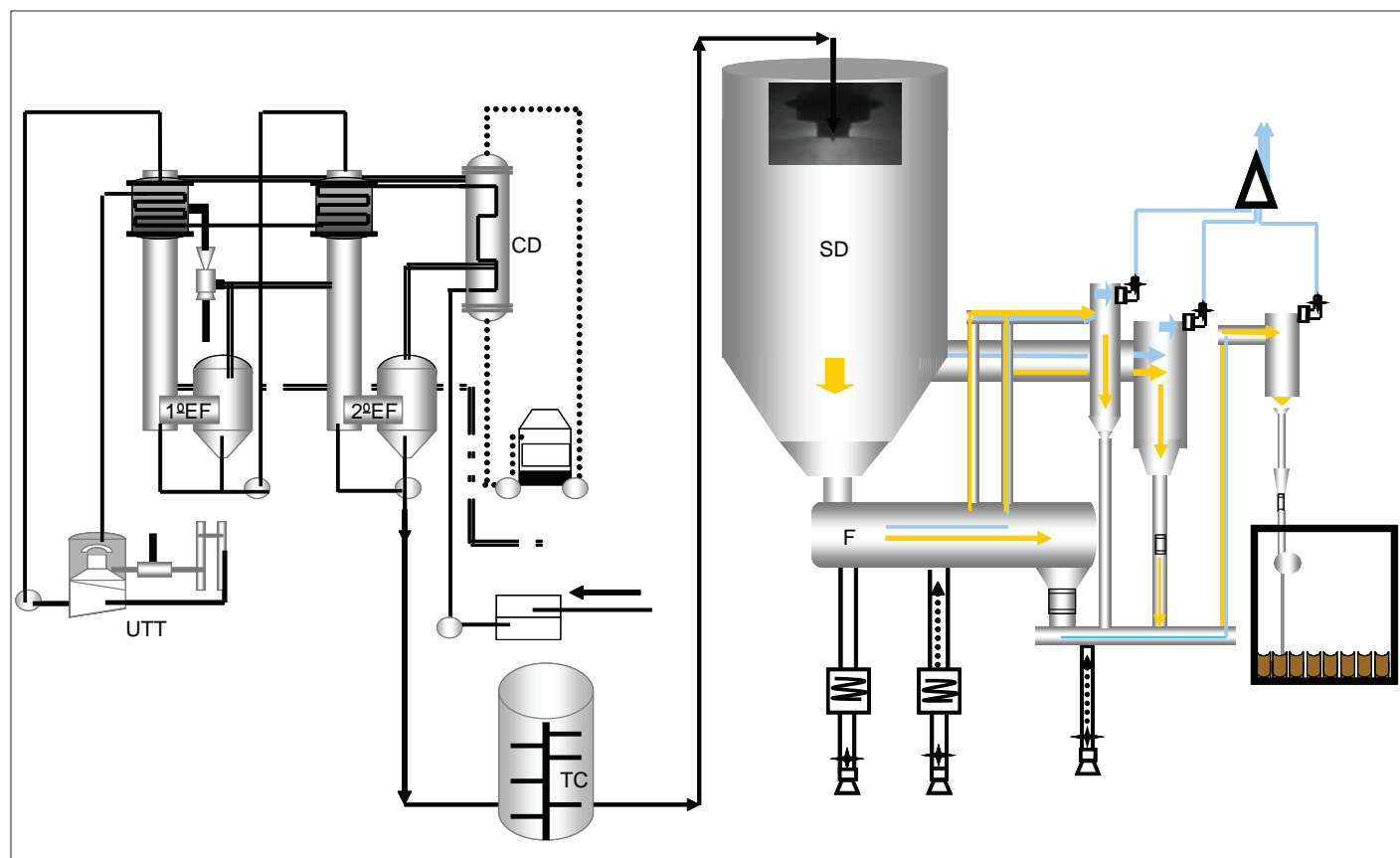


Figura 7 - Esboço de uma linha para processamento de soro em pó

NOTA: 1ºEF - Primeiro efeito; 2ºEF - Segundo efeito; UTT - Unidade de tratamento térmico; CD - Condensador; TC - Tanque para cristalização da lactose no soro concentrado; SD - *Spray dryer*; F - Fluidizador.

REQUISITOS

O leite condensado e o soro em pó ainda não possuem Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade, dessa forma, os requisitos que são apresentados no Quadro 6 são relativos ao doce de leite.

Segundo a Portaria nº 354, de 4 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997), o doce de leite pode ser produzido a partir de leite ou leite reconstituído e adicionado de, no máximo, 30% m/m de sacarose. São ingredientes opcionais o creme, sólidos de origem láctea, mono e dissacarídeos, que substituam a sacarose em no máximo 40% m/m, os amidos e amidos modificados em uma proporção não superior a 0,5% m/m, o cacau, o chocolate, o coco, as amêndoas, o amendoim, as frutas secas, os cereais e/ou outros produtos alimentícios isolados ou misturados em uma proporção entre 5% e 30% m/m do produto final. São coadjuvantes de tecnologia a betagalactosidase (lactase), bicarbonato de sódio, hidróxido de sódio, hidróxido de cálcio e carbonato de sódio. Todos estes coadjuvantes podem ser empregados segundo boas práticas de fabricação (BRASIL,

1997). No Quadro 7, são apresentados os critérios microbiológicos e de tolerância para o doce de leite.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de parâmetros cientificamente embasados para o processamento do doce de leite, do leite condensado e do soro em pó é indissociável a um maior desenvolvimento da indústria de concentrados e desidratados nacional, contribuindo para uma maior competitividade dessas indústrias nos mercados nacional e internacional, bem como o melhor aproveitamento do soro.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 354, de 4 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Doce de Leite. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 8 set. 1997.

COLOMBO, M. et al. Avaliação da viscosidade durante a fabricação do doce de leite tradicional adicionado de amido de milho nativo. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 64, p. 7-13, 2009.

GERNIGON, G.; SCHUCK, P.; JEANTET, R. Processing of Mozzarella cheese wheys and stretchwaters: a preliminary review. **Dairy Science and Technology**, Rennes, v.90, n.1, p.27-46, Jan./Feb. 2010.

GIRALDO-ZUÑIGA, A.D. et al. Propriedades funcionais e nutricionais das proteínas do soro de leite. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v.57, n.325, p.35-46, 2002.

HALL, C.W.; HEDRICK, T.I. The dry milk industry: status and practices. **Manufacture Milk Production Journal**, New York, n.12, p.5-6, 1971.

HARDY, J.; SCHER, J.; BANON, S. Water activity and hydration of milk powders. **Le Lait: dairy science and technology**, v.82, n.4, p.441-452, July/Aug. 2002. First International Symposium on Spray Drying of Milk Products, Rennes, France, 2001.

HUNZIKER, O.F. **Condensed milk and milk powder**. 5th ed. Illinois: La Grange, 1934. 696p.

HYND, J. Drying of whey. **Journal of The Society of Dairy Technology**, Wembley, v.33, n.2, p.52-55, Apr.1980.

J.M. SMUCKER COMPANY. **Eagle brand**. [S.l.], 2011. Disponível em: <<http://www.eaglebrand.com/history>>. Acesso em: jan. 2011.

JEANTET, R. et al. Residence time distribution: a tool to improve spray-drying control. **Dairy Science and Technology**, Rennes, v.88, n.1, p. 31-43, Jan./Feb. 2008.

JOUPPILA, K.; ROOS, Y. H. Water sorption and time-dependent phenomena of milk powders. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.77, n.7, p.1798-1808, July 1994.

KNIPSCHILD, M.E.; ANDERSEN, G.G. Drying of milk and milk products. In: ROBINSON, R.K. (Ed.). **Advances in milk processing**. London: Chapman & Hall, 1994. v.1, p159-254.

LEITE, J.L.B. et al. **Comércio internacional de lácteos**. Juiz de Fora: Templo, 2008. 281p.

MASTERS, K. **Spray drying in practice**. Copenhagen: University of Copenhagen, 2002. 464 p.

MILKPOINT. **Estatísticas**. [S.l.], 2010]. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/estatisticas/exportacoes_brasileiras.htm>. Acesso: em 26 nov. 2010.

QUADRO 6 - Requisitos de identidade e qualidade para o doce de leite

Constituinte	Concentração
Água	30% m/m (máximo) - doce em pasta 20% m/m (máximo) - doce em barra
Proteína	5% m/m (mínimo)
Gordura	6 a 9% m/m
Cinzas	2% m/m (máximo)

FONTE: Brasil (1997).

QUADRO 7 - Critérios microbiológicos e tolerâncias para o doce de leite

Microrganismo	Critério de aceitação	Categoria I.C.M.S.F.	Método de referência
Estafilococos coagulase positiva/g	n=5 c=2 m=10 M=100	8	Norma FIL 145:1990
Fungos e leveduras/g	n=5 c=2 m=50 M=100	3	Norma FIL 94B:1990

FONTE: Brasil (1997).

NOTA: I.C.M.S.F. - International Commission on Microbiological Specifications for Foods;

FIL - Federação Internacional de Laticínios.

NESTLÉ. **História**. [S.l., 2011]. Disponível em: <<http://www.nestle.com.br/site/anestle/historia.aspx#conteudoMioloFilho>>. Acesso em: jan. 2011.

PERRONE, I.T. et al. Avaliação do método prático de determinação de viscosidade por escoamento e suas correlações com a composição do leite condensado. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.63, n.362, p 17-21, 2008.

PÍSECKÝ, J. **Handbook of milk powder manufacture**. Copenhagen: Niro A/S, 1997.

ROOS, Y.H. Importance of glass transition and water activity to spray drying and stability of dairy powders. **Le Lait: dairy science and technology**, v.82, n.4, p.475-484, July/Aug. 2002. First International Symposium on Spray Drying of Milk Products, Rennes, France, 2001.

SANTOS, M.C. et al. Avaliação de aspectos normativos do leite condensado brasileiro e no mundo. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v. 64, p. 39-47, 2009.

SHUCK, P. Spray drying of dairy products: state of art. **Le Lait: dairy science and technology**, v.82, n.4, p.375-382, July/Aug. 2002. First International Symposium on Spray Drying of Milk Products, Rennes, France, 2001.

_____; JEANTET, R.; CARVALHO, A.F. **Cristalização da lactose e secagem de soro**. Viçosa, MG: UFV, 2010. Curso ministrado na Disciplina TAL 795 Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados.

_____. et al. Relative humidity of outlet air: the key parameter to optimize moisture content and water activity of dairy powders. **Dairy Science and Technology**, Rennes, v.88, n.1, p. 45-52, Jan./Feb. 2008.

_____. et al. Séchage des lactosérums et dérivés: rôle du lactose et de la dynamique de l'eau. **Le Lait: dairy science and technology**, v.84, n.3, p.243-268, May/June 2004.

SILVA, P.H.F. et al. Determinação e avaliação de viscosidade, teor de sólidos solúveis e atividade de água em leite condensado. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.63, n.362, p 22-25, 2008.

SORO de leite em pó: CODEX STAN A-15-1995, Ver.1-2005 - Codex Alimentarium. In: BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Superintendência Federal de Agricultura no Estado do Rio de Janeiro. Serviço de Inspeção de Produtos Agropecuários. **Seminário de sensibilização sobre ensaios de proficiência no âmbito do Projeto Mercosul: regulamentação técnica na indústria de alimentos**. [Rio de Janeiro, 2005]. Disponível em: <www.inmetro.gov.br/credenciamento/palestras/

[RegulamentacaoTecnica.pdf](#)>. Acesso em: 9 mar. 2010.

TIBA, R. Teoria da secagem na industrialização de leite em pó instantização: secagem de soro. In: EPAMIG-ILCT. **Primeiro Curso de Concentrados e Desidratados do Instituto de Laticínios Cândido Tostes – EPAMIG**. Juiz de Fora, 1984. p.5.23-5.24. Apostila.

VARNAM, A.H.; SUTHERLAND, J.P. **Leche y productos lácteos**. Zaragoza: Acribia, 1995. 476p.

VILELA, S.C. Cifra de transição em queijos. **Ha-La Biotec**, Valinhos, n.108, ago./set. 2009.

VUATAZ, G. The phase diagram of milk: a new tool for optimising the drying process. **Le Lait: dairy science and technology**, v.82, n.4, p.485-500, July/Aug.2002. First International Symposium on Spray Drying of Milk Production.

WALSTRA, P. et al. **Ciência de la leche y tecnología de los productos lácteos**. Zaragoza: Acribia, 2001. 729p.

WESTERGAARD, V. **Tecnología de la leche en polvo: evaporación y secado por atomización**. Copenhagen: Niro A/S, 2001. 166 p.

ZADOW, J.G. Aspects of lactose in drying technology. In: ROBINSON, R.K. (Ed.). **Advances in milk processing**. London: Chapman & Hall, 1994. v.1, p.313-374.

MUDAS DE OLIVEIRA

Garantia de procedência, mudas padronizadas,
qualidade comprovada e variedade identificada



Pedidos e informações:

EPAMIG - Fazenda Experimental de Maria da Fé - CEP: 37517-000

Maria da Fé - MG - e-mail: femf@epamig.br - Tel: (35) 3662-1227



Concurso Nacional

Histórico

Durante a realização do 1º Congresso Nacional de Laticínios, nos dias 10 a 14 de julho de 1972, o então diretor do Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT), da EPAMIG, Prof. Cid Maurício Stehling, declarou: “É com satisfação que anunciamos neste certame, a realização de duas exposições, uma de equipamentos e materiais das mais modernas indústrias do Estado e do País e, pela primeira vez, uma exposição de produtos derivados do leite, com julgamento, por uma comissão do mais alto gabarito, e entrega de medalhas e diplomas de honra ao mérito aos expositores, no encerramento do 1º Congresso Nacional de Laticínios. Esperamos que os senhores industriais tirem o máximo proveito dessa mostra. Aqueles que forem contemplados com troféus pela excelente apresentação e qualidade de seus produtos continuem, cada vez mais, aperfeiçoando suas tecnologias de fabricação, contribuindo assim, para o crescente desenvolvimento tecnológico de nossa indústria.”

Na 24ª Semana do Laticinista, de 9 a 13 de julho de 1973, realizou-se a 2ª Exposição e Julgamento de Queijos, da qual participaram dez indústrias de laticínios. A exemplo do que se fez no ano anterior, foram conferidos diplomas e medalhas aos colocados em primeiro, segundo e terceiro lugares, de acordo com a contagem total de pontos dada pelos juízes, quando foram escolhidos os maiores especialistas de queijo do País. Foram julgados: Queijo Minas, Queijo Prato e Queijo Lanche.

No 2º Congresso Nacional de Laticínios, de 8 a 12 de julho de 1974, mais uma vez, realizou-se a Exposição e Julgamento de Queijos, sendo que nesse ano foi acrescentada a categoria Queijo Parmesão. Concorreram dez indústrias e os três primeiros lugares em cada categoria receberam troféus na sessão de encerramento do evento.

Inovações

Hoje, em sua 37ª edição, indústrias de todo o País participam do Concurso Nacional de Produtos Lácteos. Uma das novidades do último Concurso foi a inclusão da manteiga de primeira qualidade entre as categorias avaliadas. Segundo Daniel Arantes Pereira, um dos coordenadores do Concurso, decidiu-se pela inclusão da manteiga, atendendo ao apelo dos próprios laticinistas. Na avaliação de muitos profissionais do setor, os produtos encontrados atualmente no mercado têm apresentado alguns defeitos: “A manteiga que chega ao consumidor está sem padrão, fugindo de suas características próprias, como textura, cor, sabor e consistência. Nossa intenção é fortalecer o padrão sensorial do produto, de acordo com as exigências da legislação, o que servirá de parâmetro para os laticínios”, ressalta Daniel.

Com a inclusão da manteiga, o Concurso Nacional passa a contar com onze categorias: Queijo Prato, Queijo Gouda, Queijo Provolone Curado (defumado), Queijo Parmesão, Queijo Reino, Queijo Minas Padrão, Requeijão Cremoso, Doce de Leite Pastoso, Queijo tipo Gorgonzola, Manteiga e Destaque Especial (qualquer produto lácteo – queijos, doce de leite, iogurte, bebida láctea, manteiga, etc. – que tenha

pelo menos uma característica inovadora ou funcionalidade). Os produtos são avaliados no laboratório de Análise Sensorial da EPAMIG-ILCT. Esta avaliação é feita levando em consideração a criatividade, apresentação e opinião do júri, por uma escala hedônica. Os três primeiros lugares de cada categoria recebem troféu. A premiação acontece em solenidade especial no Expominas, sempre no encerramento do Congresso.

Incentivo à qualidade

O Concurso Nacional de Produtos Lácteos tem como objetivo principal mostrar aos consumidores e à comunidade laticinista a capacidade que as empresas possuem de fabricar produtos de qualidade, gerando diferencial competitivo no mercado. Para tal, indústrias de laticínios de todo o País reúnem seus produtos nesse evento, submetendo-os a um julgamento extremamente rigoroso, qualificado e de elevada confiabilidade.

A participação das indústrias neste concurso possibilita avaliar as reais condições do produto. Se a empresa se destacar e o seu produto for vencedor, será reconhecida e isso permitirá maior visibilidade perante o mercado consumidor. Caso a empresa não seja premiada, a Coordenação do Concurso tem o comprometimento de emitir relatório de todos os produtos julgados, no qual constam as notas obtidas em cada critério. Dessa maneira, é possível que a empresa verifique em quais pontos está falhando e, então, busque melhorias em seu processo. Alterações na tecnologia, na qualidade da matéria-prima e no processamento podem ser feitas na tentativa de obter produtos de maior qualidade.

De maneira geral, a maior parte das indústrias inscritas é oriunda do estado de Minas Gerais, mas, no total, mais de dez Estados brasileiros participam do evento, refletindo a grande área de abrangência do Concurso. As categorias mais procuradas e concorridas são: Destaque Especial, Doce de Leite Pastoso e Requeijão Cremoso.

“O objetivo é tentar padronizar os tipos de queijos e eleger os melhores. Para colocar um bom produto no mercado é fundamental que a matéria-prima do queijo tenha qualidade. O leite deve ser retirado de animais saudáveis. A higiene é importante em todo o processo, com uso de equipamentos adequados e treinamento do pessoal”, diz o Prof. Daniel Arantes Pereira.

Mas como os consumidores podem saber se um produto lácteo é de qualidade? Na hora da compra, a dica do professor Daniel para os consumidores é observar a data de validade e se a embalagem não está violada.

O professor de tecnologia de queijos da EPAMIG-ILCT e juiz do Concurso, Junio César Jacinto de Paula, diz que os consumidores observam a cor do queijo, por isso este é um dos pontos que o júri leva em consideração durante a avaliação. “A aparência física do produto é observada, verificam se há crescimento de mofo e diferença na coloração”, completa. Além da cor, Renata Golin, professora de queijos da EPAMIG-ILCT e juíza do Concurso, diz que é importante observar outros detalhes. “Se o queijo for do tipo Parmesão, é normal que tenha uma textura granular.



de Produtos Lácteos

Isso significa que foi bem maturado e adquiriu as características próprias. Tem sabor mais picante”, diz a professora. O queijo do tipo Camembert precisa estar macio e a casca não pode descolar. “Quando o consumidor apertar, precisa sentir que está macio”. Sobre a conservação, o professor Junio diz que os queijos nunca devem ser congelados, pois perdem suas características. “Trata-se de uma estrutura proteica, que se rompe por causa do gelo. Quando são congelados, não fatiam e liberam água”. Sobre o consumo, a dica de Denise Sobral, professora de queijos da EPAMIG-ILCT e também juíza do Concurso, é deixá-lo fora da geladeira por duas horas antes do consumo. “Isto realça o sabor”.

Os queijos Mussarela, Prato e o Requeijão são, nessa ordem, os mais consumidos no Brasil. “São queijos de mesa e usados como ingredientes, por isso, mais produzidos e comercializados”, informa Denise. A lista de preferência do consumidor brasileiro ainda inclui os queijos Reino e Provolone. O consumo dos queijos mofados, como o Gorgonzola e Camembert, não atinge o topo da lista, porém já começam a ser mais conhecidos. “Eles ainda não são muito consumidos, mas estão começando a crescer no mercado”, explica a professora Denise, que ressalta a alta qualidade dos queijos produzidos no Brasil. Segundo ela, as indústrias brasileiras têm colocado no mercado produtos comparados aos produzidos na França, e Minas Gerais se destaca. No Estado, hoje, são produzidos todos os queijos citados. “O queijo tipo Reino é fabricado em Ibitipoca, Lima Duarte e Santos Dumont e o queijo tipo Gorgonzola no Sul de Minas”, exemplifica.

Corpo de Juízes

Os produtos são avaliados por um grupo de juízes experientes, vindos de universidades, serviços de inspeção federal, estadual e municipal, além de técnicos das indústrias. Antes mesmo da abertura oficial dos eventos, os juízes, selecionados para o julgamento no Concurso Nacional de Produtos Lácteos participam de um workshop para apresentação do regulamento da seleção. Os critérios avaliados são aspecto global, cor, textura, odor, aroma, sabor e consistência. Para garantir sigilo no julgamento, as amostras de todos os produtos são apresentadas aos juízes com identificação feita apenas por um código de três dígitos aleatórios, de conhecimento somente do coordenador do Concurso.

Como participar

As indústrias de laticínios interessadas em participar do Concurso Nacional de Produtos Lácteos do Instituto de Laticínios Cândido Tostes devem-se inscrever no site oficial do Congresso - www.cnlepamig.com.br - onde está o regulamento completo, as características de cada categoria e a ficha de inscrição. O evento é tradicional no segmento e faz parte do já consagrado Congresso Nacional de Laticínios, que acontece na segunda semana de julho, no Expominas, em Juiz de Fora, MG, sob a organização da EPAMIG-ILCT.

Solenidade de entrega de diplomas e troféus



Laboratório de julgamento de queijos



Luiza Carvalhaes de Albuquerque
Coordenadora de Transferência e Difusão de Tecnologia EPAMIG-ILCT
Nelson Luiz TENCHINI de MACEDO
Chefe do Centro de Administração, Produção e Comércio EPAMIG-ILCT
Juliana Hastenreiter MUCIDAS
Supervisora do Núcleo Industrial e Comercial EPAMIG-ILCT

Fotos: Fernando Priamo

CURSO TÉCNICO LEITE E DERIVADOS LATICÍNIOS

O Curso Técnico em Leite e Derivados tem duração de dois anos e visa a formação de mão de obra qualificada para planejamento, orientação e supervisão dos processos de industrialização do setor lácteo em empresas do Brasil e exterior.

O técnico em Leite e Derivados atua desde a fase da produção do leite até o controle de qualidade e comercialização do produto final.

Todos os alunos que concluem o curso têm estágio assegurado e, entre esses, 70% são absorvidos pelas próprias empresas.



TÉCNICO EM LATICÍNIOS
EM APENAS 2 ANOS
MERCADO DE TRABALHO
PROMISSOR

Mais informações:

(32) 3224-3116 - (32) 3224-5450

www.candidotostes.com.br



Instituto de Laticínios Cândido Tostes



Tecnologia de fabricação de requeijão e queijos processados ou fundidos

Denise Sobral¹

Renata Golin Bueno Costa²

Junio César Jacinto de Paula³

Vanessa Aglaê Martins Teodoro⁴

Gisela de Magalhães Machado⁵

Elisângela Michele Miguel⁶

Resumo - O queijo, cujas características da massa revelam destruição completa da estrutura original do coágulo, pode ser classificado como de massa fundida. O requeijão é um queijo tipicamente brasileiro e está inserido nesta classificação. O princípio da fabricação desses queijos consiste em fundir dois de seus elementos principais, a proteína e a gordura, sob condições determinadas de agitação mecânica e temperatura. O requeijão e os queijos processados possuem mercado promissor, por serem utilizados como ingredientes em alimentos congelados, pizzas, sanduíches, recheios e também para consumo direto.

Palavras-chave: Produto lácteo. Queijo. Queijo fundido. Sal fundente. Sal emulsificante. Processamento.

INTRODUÇÃO

As primeiras tentativas de fabricação do queijo fundido aconteceram no final do século 19. O objetivo era utilizar o calor para controlar processos microbianos e enzimáticos em queijos e conseguir transportá-los a grandes distâncias. Naquela época, a tecnologia ainda não era bem desenvolvida e ocorriam alguns contratempos, como separação de gordura e de proteína (DUTRA; MUNCK, 1997; BERGER et al., 1989; MAURER-

ROTHMANN; SCHEURER, 2005). Com o avanço das pesquisas nesta área, surgiu na Suíça, por volta de 1911, a tecnologia de queijos fundidos criada por W. Gerber e F. Stettler. Após inúmeras tentativas sem sucesso, esses pesquisadores obtiveram êxito nos experimentos, utilizando o citrato de sódio e o calor para solubilizar o caseinato de cálcio da matéria-prima. Após o resfriamento da mistura, obtinha-se um gel razoavelmente firme e homogêneo denominado queijo fundido (MEYER, 1973; FERNANDES et al., 1985; ZEHREN;

BERGER et al., 1989; NUSBAUM, 1992; GARRUTI et al., 2003).

O requeijão surgiu no Brasil como subproduto feito a partir de leite desnatado, que era considerado descarte das regiões produtoras de creme para a fabricação de manteiga (MUNCK; CAMPOS, 1984). A produção restringia-se ao uso local, mas com a evolução dos meios de transporte, de acondicionamento e de tecnologia, o requeijão tornou-se expressivo no mercado de queijos, ocupando a preferência de consumo de muitos brasileiros. Atualmente,

¹Eng^a Alimentos, M.Sc., Prof^a/Pesq. EPAMIG-ILCT, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: denisesobral@epamig.br

²Eng^a Alimentos, D.Sc., Prof^a/Pesq. EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: renata.costa@epamig.br

³Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Prof./Pesq. EPAMIG-ILCT, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: junio@epamig.br

⁴Médica-Veterinária, M.Sc., Prof^a/Pesq. EPAMIG-ILCT, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: vanessa.teodoro@epamig.br

⁵Eng^a Alimentos, M.Sc., Prof^a/Pesq. EPAMIG-ILCT, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: giselammachado@epamig.br

⁶Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, M.Sc., Prof^a/Pesq. EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: elismicheli@epamig.br

são várias as tecnologias empregadas na fabricação de requeijão, assim como o formato do produto, as embalagens, a consistência e os coadjuvantes tecnológicos (RODRIGUES, 2006).

Existem no mercado brasileiro diversos produtos com a denominação requeijão, sendo o culinário o que apresenta consumo mais expressivo. Em 2009, o segmento produziu 191 mil toneladas de requeijão no País, 10% a mais que em 2008, sendo 134 mil toneladas de requeijão culinário e o restante de requeijão cremoso (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO, 2010). Os queijos processados apresentam menor produção anual, se comparados ao requeijão, sendo em torno de 10.763, divididas entre queijos fatiados, porções, tabletes e cremosos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO, 2010).

REQUEIJÃO E SUAS VARIAÇÕES

Existem, no Brasil, requeijões de consistência untável, até bastante firmes, que podem ser cortados em fatias (OLIVEIRA, 1986). O requeijão é definido pela legislação brasileira como:

O produto obtido pela fusão da massa coalhada, cozida ou não, dessorada e lavada, obtida por coagulação ácida e/ou enzimática do leite opcionalmente adicionado de creme de leite e/ou manteiga e/ou gordura anidra de leite ou *butter oil*. O produto poderá estar adicionado de condimentos, especiarias e/ou outras substâncias alimentícias. (BRASIL, 1997b).

De acordo com a Portaria nº 359, de 4 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997b), o requeijão pode ser classificado como requeijão, requeijão cremoso e requeijão de manteiga. As diferenças entre estes consistem no tipo de matéria-prima e de sal fundente, empregados no processo de fabricação, e dos teores de gordura e umidade contidos no produto final (FERNANDES et al., 1985).

O requeijão é obtido pela fusão de uma massa de coalhada dessorada e lavada, resultante da coagulação ácida e/ou enzimática do leite com ou sem adição de creme de leite ou manteiga e/ou gordura anidra do leite ou *butter oil* (BRASIL, 1997b).

O requeijão cremoso (Fig. 1) é obtido por fusão da massa coalhada dessorada e lavada, obtida por coagulação ácida e/ou enzimática do leite com adição de creme de leite ou manteiga e/ou gordura anidra do leite ou *butter oil* (BRASIL, 1997b).

Requeijão do Norte ou requeijão de manteiga é o produto resultante da fusão de manteiga derretida com massa ou coalhada de leite integral ou desnatado, filada e salgada em condições próprias (BRASIL, 1997b). Os requeijões do Nordeste são fabricados, em grande parte, de maneira artesanal e possuem grande resistência às adversidades do meio onde são conservados, comercializados e consumidos. Isso ocorre, por causa do intenso tratamento térmico ao qual a coalhada e a manteiga são submetidas, além da proteção dada por uma película oleosa que se forma, quando o produto é colocado em condições ambientais (VENTURA, 1987).

Há outra classe de requeijões, não especificada pela legislação brasileira, com consistência entre o requeijão de barra e o requeijão cremoso, denominado requeijão culinário. O requeijão culinário deve possuir elasticidade que permita sua moldagem com bolsa de confeiteiro ou modelagem com as mãos. É muito utilizado como ingrediente de pratos prontos, congelados, pizzas e salgados. Deve possuir alta funcionalidade, ou seja, apresentar satisfatório derretimento, quando submetido a forno médio entre 180 °C e 200 °C, por 30 a 40 minutos. Não pode desmanchar ou escorrer, quando utilizado em recheios, apresentando-se sob a forma de um creme, de sabor característico, além de possuir bom rendimento (RODRIGUES, 2006).

Existem também os requeijões análogos, similares aos tradicionais, mas que não podem ser classificados como tais sem que seja declarado no rótulo, por empregarem em sua formulação ingredientes de origem não láctea, como gordura vegetal hidrogenada e amido modificado (RODRIGUES, 2006). Os requeijões análogos eram denominados Especialidades Lácteas, no Brasil, até 2005, quando a Divisão de Inspeção



Figura 1 - Requeijão cremoso

de Leite e Derivados do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DILEI/DIPOA) decidiu não permitir esse termo para os análogos. Atualmente, o amido e a gordura vegetal podem ser utilizados desde que declarado no rótulo o termo “Requeijão e componentes extras” (DENDER, 2006), como requeijão com gordura vegetal ou requeijão com amido modificado.

QUEIJOS PROCESSADOS OU FUNDIDOS

O queijo fundido, também conhecido como queijo processado, é obtido por trituração, mistura, fusão e emulsão por meio do calor e agentes emulsionantes de uma ou mais variedades de queijo, com ou sem adição de outros produtos lácteos e/ou sólidos de origem láctea e/ou especiarias, condimentos e outras substâncias alimentícias nas quais o queijo constitui o ingrediente lácteo utilizado como matéria-prima preponderante na base láctea (BRASIL, 1997a). Os queijos processados também podem ser UHT, desde que submetidos a tratamento térmico de 135 °C a 145 °C, durante 5 a 10 segundos após a fusão ou qualquer outra combinação de tempo/temperatura equivalentes (BRASIL, 1997a).

INGREDIENTES PARA FABRICAÇÃO DE REQUEIJÃO E QUEIJOS PROCESSADOS

Alguns ingredientes são opcionais na fabricação de requeijões, como coalhos ou coagulantes, creme, manteiga, gordura anidra de leite ou *butter oil*, sólidos de origem láctea, leite em pó, caseína, caseinatos, cloreto de sódio, cloreto de cálcio, fermentos lácteos ou cultivos específicos,

condimentos, especiarias e outras substâncias alimentícias (BRASIL, 1997b). Alguns ingredientes são obrigatórios ou não para cada tipo de requeijão (Quadro 1).

Nos queijos processados, é obrigatória apenas a utilização de queijos de uma ou mais variedades e agentes emulsificantes autorizados, o restante dos ingredientes são opcionais (BRASIL, 1997a).

Leite

O leite é a matéria-prima principal na fabricação de requeijão, utilizado na fabricação da massa de queijo. Podem-se utilizar leite desnatado, leite reconstituído, leite integral ou até mesmo leite integral homogeneizado, em que se fracionam os glóbulos de gordura, impedindo que estes se percam na etapa de dessoragem da massa (DENDER, 2006). O leite reconstituído não é muito utilizado no Brasil, pelo elevado valor do leite em pó, se comparado ao leite in natura disponível.

Massa ácida e enzimática para requeijão

A massa fresca de queijo pode ser obtida por meio de dois processos: o de acidificação (emprego de fermentos lácteos ou adição direta de ácidos orgânicos ao leite aquecido) ou o processo de coagulação enzimática, em que se utilizam enzimas coagulantes (como o coalho), para obtenção da massa (MORENO; VIALTA; VALLE, 2002).

O método de coagulação ácida para fabricação de massa de requeijão ocorre por adição de um ácido mineral ou orgânico que conduz à floculação das proteínas no pH 4,6 (ponto isoelétrico das caseínas), sob a forma de um precipitado,

com característica granulosa, que se separa do soro lácteo. Pode ocorrer também por uma acidificação progressiva, obtida por fermentação láctica, formando um coágulo liso, homogêneo, que ocupa inteiramente o volume inicial de leite. A acidificação produz uma profunda desorganização da micela, acompanhada por uma modificação da estrutura quaternária das caseínas. Com a aproximação do pH isoelétrico, ocorre a neutralização das cargas e uma importante redução da hidratação das proteínas, o que conduz à sua insolubilização (ECK, 1987).

Considerando o baixo conteúdo de cálcio e o alto grau de decomposição das proteínas, os queijos de massa ácida são menos interessantes como matéria-prima para queijos fundidos (BERGER et al., 1989).

Na fabricação do requeijão, o inconveniente de utilizar massa ácida é a geração de soro ácido. Este não pode ser utilizado como subproduto para fabricação de outros derivados, como as bebidas lácteas, e nem para alimentação animal, sendo fonte geradora de resíduos (PAULA, 2005).

Alguns tipos de coagulação ácida para obtenção de massa para requeijão estão em desuso, como é o caso da fabricação a partir da coagulação natural do leite cru. Essa massa pode resultar na despadronização do produto final, além de riscos de contaminação do ambiente e do requeijão (MORENO; VIALTA; VALLE, 2002). A coagulação do leite pasteurizado por meio da fermentação por bactérias lácticas selecionadas também não tem sido empregada em função do período longo de coagulação (DENDER, 2006). Assim, para fabricação de requeijão, tem-se preferido a obtenção da massa pelo processo de acidificação direta ou por meio de coagulação enzimática.

QUADRO 1 - Ingredientes obrigatórios para a fabricação de requeijão

Ingrediente	Requeijão cremoso	Requeijão de manteiga	Requeijão barra
Leite ou leite reconstituído	Obrigatório	Obrigatório	Obrigatório
Creme ou manteiga ou gordura anidra do leite ou <i>butter oil</i>	Obrigatório	Obrigatório (apenas manteiga)	Não obrigatório
Cloreto de sódio	Não obrigatório	Obrigatório	Não obrigatório

FONTE: Brasil (1997a).

A maior parte dos queijos é produzida por meio do processo de coagulação enzimática. Um grande número de enzimas proteolíticas, de origem animal, vegetal ou microbiana, tem a propriedade de coagular o complexo caseínico (CRITÉRIOS..., 2004). O coalho é uma mistura de quimosina e pepsina secretada pela mucosa gástrica do quarto estômago dos ruminantes jovens alimentados de leite. É a enzima coagulante mais conhecida e tem seu mecanismo de ação bem estabelecido (ECK, 1987; BERGER et al., 1989; CRITÉRIOS..., 2004). No pH que predomina a fabricação de queijo, a quimosina rompe as moléculas de k-caseína presente na superfície das micelas, especificamente na ligação Phe¹⁰⁵-Met¹⁰⁶ (ECK, 1987). O resíduo de aminoácido 1-105 é predominantemente hidrofóbico e o resíduo 106-169 comporta-se de maneira fortemente hidrofílica. Desse modo, a separação enzimática do glicomacropéptido solúvel deixa exposto o interior hidrofóbico das micelas de caseína. Essas seriam repelidas pelo potencial negativo e impedidas de se agruparem caso a perda do macropéptido não fosse acompanhada também pela separação das cargas negativas (LUCEY; JOHNSON; HORNE, 2003). A remoção aproximada de 97% do macropéptido da micela promove o fortalecimento da interação hidrofóbica comparada às forças eletrostáticas de repulsão. Quando isto ocorre com cerca de 85% das micelas de caseína do leite, há a formação do gel (ECK, 1987). Após a coagulação, procedem-se às demais etapas de fabricação de queijos, formando a massa enzimática para fabricação de requeijão.

Mistura de queijos para fabricação de queijos processados

Os queijos processados podem ser fabricados com uma única variedade de queijo ou com várias delas. O importante na seleção dos queijos para fusão é a qualidade microbiológica e a mistura de diferentes índices de maturação, o que pode influenciar no sabor e na estabilidade

da emulsão. Os queijos processados ou fundidos caracterizam-se por uma consistência definida, estrutura típica e um teor de caseína intacta de, no mínimo, 12% para que ocorra a estabilização da emulsão (FERNANDES et al., 1985; BERGER et al., 1989; MAURER-ROTHMANN; SCHEURER, 2005).

Sais emulsificantes ou sais fundentes

Os sais emulsificantes são indispensáveis para a fabricação de queijos processados e produtos relacionados, como o requeijão. Os sais emulsificantes são utilizados com o objetivo de remover o cálcio do sistema proteico, peptizar, hidratar, solubilizar e dispersar a proteína, estabilizar a emulsão, controlar o pH, contribuir para a formação de uma estrutura apropriada após o resfriamento e, em alguns casos, atuar como agente bacteriostático (MAURER-ROTHMANN; SCHEURER, 2005).

A principal característica de um sal emulsificante é a capacidade de solubilizar a caseína, com a conseqüente transformação da caseína para o estado sol homogêneo. Essa capacidade aumenta, com o seu poder de fixação do cálcio (MEYER, 1973). Podem ser usados na forma anidra ou em soluções preparadas com água a 50 °C. Na maioria dos queijos processados, utilizam-se fosfatos e citratos. Os sais de tartarato não são muito utilizados, pois precipitam durante a estocagem, formando cristais (BERGER et al., 1989).

No Brasil, os sais emulsificantes normalmente são adquiridos já formulados, como produtos prontos, específicos para cada tipo de queijo, cremoso ou bloco. A quantidade necessária a ser utilizada varia de 2% a 3% em relação à massa a ser fundida e o excesso pode provocar gosto amargo e separação de água e de gordura (FERNANDES et al., 1985).

O sal fundente deve ser solúvel em água de maneira a alcançar as micelas e as submicelas. Não deve possuir alto peso molecular e, o mais importante, deve ser neutro em termos de fisiologia e sabor.

A ordem crescente de eficiência destes sais são: tartarato < citrato e ortofosfato < polifosfato (BERGER et al., 1989; MAURER-ROTHMANN; SCHEURER, 2005).

O verdadeiro agente emulsificante é a paracaseína. Componente natural do queijo que interage com os sais fundentes e é absorvida na interface, formando uma emulsão estável e altamente viscosa. Os sais emulsificantes não atuam como emulsificantes propriamente ditos. O seu papel é reagir com as proteínas, o que torna suas propriedades adequadas para que estas, sim, atuem como emulsificantes da dispersão óleo-água (ZEHREN; NUSBAUM, 1992; SHIRASHOJI; JAEGGI; LUCEY, 2006). O paracaseinato expõe seus grupos apolares e polares, cátions hidrofílicos e ânions lipofílicos e orientam cada um deles para a interface óleo e água (BERGER et al., 1989; MAURER-ROTHMANN; SCHEURER, 2005).

Segundo Eluers e Costa (1992), as funções dos sais fundentes são:

- a) desintegrar a proteína do queijo natural;
- b) transformar o paracaseinato de cálcio insolúvel em paracaseinato de sódio solúvel, produzido pela troca iônica do cálcio contido no queijo, pelo sódio contido nos sais fundentes;
- c) emulsionar a massa fundida, ligando as partículas de proteína, gordura e água;
- d) estabilizar a emulsão;
- e) conferir durabilidade ao produto.

Outra função importante desempenhada pelos sais emulsificantes é a peptização, isto é, a separação dos grandes agregados hidrofóbicos de caseína em unidades menores, durante o processo de aquecimento e agitação da massa. A peptização aumenta a área superficial e a capacidade de retenção de água da proteína, provocando uma mudança na textura do produto final. Esse fenômeno é tecnicamente conhecido como efeito cremificante (MEYER, 1973; ZEHREN; NUSBAUM, 1992).

A cremificação, isto é, a transformação da rede caseínica em uma dispersão coloidal estável é, provavelmente, a condição mais importante para a fabricação de queijos pastosos (FERNANDES et al., 1985; ZEHREN; NUSBAUM, 1992).

O mecanismo de atuação dos sais emulsificantes pode ser assim resumido: dissolvido na fase aquosa, o sal rompe as pontes de fosfato de cálcio que existem entre as micelas e submicelas, substituindo o cálcio por sódio e formando uma estrutura proteica mais aberta e desagregada, também mais suscetível a ligar um maior volume de água de hidratação em suas porções hidrofílicas (BERGER et al., 1989). A caseína em estado mais hidratado mantém-se dispersa numa suspensão coloidal, com a exposição de seus grupos polares e apolares, o que permite a sua atuação como emulsificante na interface água-óleo (ZEHREN; NUSBAUM, 1992).

Alguns dos sais emulsificantes mais utilizados são:

- a) ortofosfatos (ou monofosfatos): apresentam capacidade tamponante. O ortofosfato dissódico é mais usado para produtos untáveis. Os ortofosfatos monossódico e trissódico são mais usados como corretores de pH. Geralmente, estes sais não apresentam propriedades cremificantes, deixando o produto com aspecto mais fluido (BERGER et al., 1989);
- b) fosfatos condensados: apresentam capacidade tamponante, além de peptizar, dispersar, hidratar e promover a formação e estabilização de emulsões. Os mais conhecidos são: pirofosfato ácido de sódio,

também conhecido como difosfato dissódico, pirofosfato tetrassódico, também conhecido como difosfato tetrassódico e o tripolifosfato de sódio, ou trifosfato pentassódico (BERGER et al., 1989);

- c) citratos: o citrato trissódico é ligeiramente alcalino, com capacidade de se ligar ao cálcio formando complexos que solubilizam as proteínas. Dá ao produto final um sabor particular, além de apresentar uma estrutura mais longa e elástica. É mais indicado para produtos de corte (BERGER et al., 1989). Um estudo realizado por Shirashoji, Jaeggi e Lucey (2006) comprovou que a concentração de citrato trissódico, em mesmos valores de pH, afeta a textura e a capacidade de derretimento de queijos processados. Com o aumento da concentração de citrato trissódico, há aumento da firmeza e diminuição da capacidade de derretimento do queijo processado (SHIRASHOJ; JAEGGI; LUCEY, 2006).

Fontes de gordura

As fontes de gordura utilizadas no processo de fabricação dos requeijões e queijos processados podem ser: o creme de leite, a manteiga, a gordura anidra do leite ou o *butter oil*. O creme pode ser fermentado pela adição de fermento láctico, dando sabor característico ao produto final. A gordura no extrato seco desengordurado desses tipos de queijos é elevada, predominando na faixa de 50% a 60% (DENDER, 2006).

O cálculo da quantidade de gordura a ser adicionada na fabricação de requeijão e processados depende da gordura no extrato seco do produto final e da porcentagem de gordura dos ingredientes adicionados como o creme de leite e a massa de queijo (DENDER, 2006). No Quadro 2 (BRASIL, 1997ab) estão apresentados os requisitos de matéria gorda no extrato seco e teores de umidade exigidos pela legislação brasileira para cada tipo de requeijão e para queijos fundidos.

Água

A água presente nos queijos processados e nos requeijões pode ser advinda de várias fontes, como: a água adicionada diretamente ao processo, a água presente nos ingredientes (creme e massa de queijo) e a água oriunda do vapor direto, que se condensa durante o processamento (ZEHREN; NUSBAUM, 1992).

A água auxilia no processo de transferência de energia térmica e mecânica, facilitando a fusão. Além de dissolver o sal, produz boa dispersão da caseína e forma emulsão perfeita com a proteína e a gordura (DENDER, 2006). A água deve ser de boa qualidade, livre de contaminação, assim como os demais ingredientes utilizados no processo de fabricação.

PROCESSAMENTO

Os queijos processados e o requeijão são uma mistura de queijo, água, sais emulsificantes (comumente citrato de sódio, ortofosfatos de sódio e polifosfatos de sódio), gordura de origem láctea e condimento. A combinação de ingredientes e

QUADRO 2 - Requisitos de umidade e gordura no extrato seco para requeijões e queijos processados exigidos pela legislação brasileira

Requisito	Requeijão	Requeijão cremoso	Requeijão de manteiga	Queijo processado e UHT	Método de referência
Matéria gorda no extrato seco g/100 g	45,0 a 54,9	55,0 (mínimo)	25,0 a 59,9 (mínimo)	35 (mínimo)	Norma FIL 5B:1986
Umidade g/100 g	60,0 (máximo)	65,0 (máximo)	58,0 (máximo)	70 (máximo)	Norma FIL 4A:1982

FONTE: Brasil (1997ab).

NOTA: FIL - Federação Internacional de Laticínios.

as condições de processamento são selecionadas para dar ao requeijão estrutura, aparência, cor, sabor e custo desejável ao produto (SCHÄR; BOSSET, 2002).

O requeijão e queijos processados apresentam alta durabilidade por causa do tratamento térmico no qual são submetidos durante a fabricação (SILVA et al., 2002). As forças que intervêm no processo de fusão são de origem físico-química, mecânica e térmica.

Os ingredientes usados na formulação, bem como as condições de processamento, podem influenciar significativamente as propriedades funcionais dos queijos processados (KAPOOR; METZER, 2005). Segundo Eluers e Costa (1992), as transformações ocorridas na massa de queijo são determinadas pelos seguintes fatores:

- a) a própria matéria-prima (pH, proteólise, extrato seco, umidade);
- b) equipamento utilizado (tacho aberto, fechado);
- c) rotação do equipamento (baixa, alta);
- d) vapor direto/indireto;
- e) pressão do vapor;
- f) umidade do vapor;
- g) tempo de fusão;
- h) temperatura;
- i) sal fundente utilizado.

O processo de fusão consiste no tratamento térmico, no qual a mistura é submetida, utilizando tanto vapor direto como indireto, sob vácuo parcial e agitação constante (DENDER, 2006). A mistura é aquecida a temperaturas de 80 °C - 120 °C, até que uma massa homogênea seja obtida (SCHÄR; BOSSET, 2002). Segundo a legislação brasileira, o requeijão deve ser submetido a aquecimento mínimo de 80 °C, durante 15 segundos, ou outra combinação de tempo/temperatura equivalentes (BRASIL, 1997b). A fusão deve ser rápida e a agitação vigorosa, para que a massa não queime e para que a homogeneização do produto seja completa (DENDER, 2006). Porém, o prolongamento no tempo de

cozimento durante o processo pode ser responsável pelo aumento da viscosidade do produto, com textura supercremificada e seca (SHIRASHOJI; JAEGGI; LUCEY, 2006).

Durante o processo, a massa de queijo constituída principalmente de proteína e gordura é dispersa, homogeneizada e convertida em uma emulsão. Os sais fundentes contribuem na dispersão das proteínas e no aumento de suas propriedades emulsificantes (SCHÄR; BOSSET, 2002). O queijo transforma-se do estado semissólido, coagulado ou floculado, até atingir o limite de solubilidade, que dependerá não só da massa de queijo, como dos sais emulsificantes empregados (FERNANDES et al., 1985).

O processo possui algumas fases principais. A primeira consiste na peptização, que é a troca de íons cálcio bivalentes da paracaseína por íons sódio monovalentes, promovida pelos sais fundentes. Ocorre nesta fase uma dissolução das pontes de cálcio do agregado de caseína e a estrutura passará do estado gel para o estado sol. Na segunda fase, denominada hidratação, ocorre a cremificação, ou seja, mudança na consistência do produto pela absorção de água. A última fase, de reestruturação, ocorre durante o resfriamento e após a estocagem, havendo uma estabilização do produto por meio da reorientação das moléculas proteicas (QUEIJOS..., 2002).

A massa de queijo deve ser selecionada e formulada de acordo com o produto final que se deseja obter (MARTINS; FERNANDES, 1981). Após a obtenção da massa, são feitas as análises físico-químicas necessárias para os cálculos das quantidades de água e gordura a serem adicionadas, bem como a escolha do sal fundente adequado (MARTINS; FERNANDES, 1981).

O controle do pH do produto final é um fator importante na fabricação, já que é necessário para obter e manter as características desejáveis de textura e propriedades reológicas dos requeijões (GUNASEKARAN, 2002). Segundo Fernandes et al. (1985), as faixas aconselhadas para cada tipo de queijo são:

- a) queijo fatiável: pH de 5,5 a 5,7;
- b) queijo cremoso: pH de 5,7 a 6,1.

O aumento do pH resulta no decréscimo da interação proteína-proteína e no aumento da hidratação das proteínas, deixando o requeijão menos firme (GUNASEKARAN, 2002). A faixa é relativamente estreita, limitada pela estrutura do queijo e durabilidade do produto final (SHIRASHOJI; JAEGGI; LUCEY, 2006). Se o pH for abaixo de 5,4, prejudica a estrutura e o paladar, o queijo apresenta uma textura granulosa. Se o pH for acima de 6,2, tem-se o perigo de reduzir a durabilidade do queijo, além de alterações no sabor e estrutura (acentuação do gosto salgado e separação de gordura) (FERNANDES et al., 1985).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de queijos processados e de requeijão aumentou consideravelmente na última década, sendo o requeijão culinário o produto com maior destaque. Este fato ocorre por serem os queijos de massa fundida alimentos versáteis, utilizados como ingredientes ou para consumo direto, com muitas variações de sabor e textura. Podem ser comercializados em bisnagas, copos, fatiados, blocos para fatiar, em porções individuais para lanche ou aperitivos, atendendo às necessidades do mercado e, principalmente, dos consumidores.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO. **Produção brasileira de produtos lácteos e estabelecimentos sob inspeção federal**. São Paulo, 2010. Não paginado.
- BERGER, W. et al. **Processed cheese manufacture: a Joha guide**. Landenburg: BK Giulini, 1989. 238p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 356, de 4 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Queijo Processado ou Fundido, Processado Pasteurizado e Processado ou Fundido U.H.T. (UAT). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 8 set. 1997a.

Mais

força no controle
de nematoides.

Rugby
Nematicida/Inseticida 200 CS

15 M 51



- Rápido início do controle
 - Prolongada ação residual
 - Formulação microencapsulada
 - Melhor aproveitamento, maior produtividade
- DÊ UMA FORÇA PARA A SUA PLANTAÇÃO DE CAFÉ: USE RUGBY.**



ATENÇÃO



Este produto é perigoso à saúde humana, animal e ao meio ambiente. Leia atentamente e siga rigorosamente as Instruções contidas no rótulo, na bula e receita. Utilize sempre os equipamentos de proteção individual. Nunca permita a utilização do produto por menores de idade.

CONSULTE SEMPRE UM ENGENHEIRO AGRÔNOMO. VENDA SOB RECEITUÁRIO AGRÔNOMICO.

fmcagricola.com.br

FMC

Fazendo Mais pelo Campo

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 359, de 4 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Requeijão ou Requesón. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 8 set. 1997b.

CRITÉRIOS para escolha de um coagulante. **Ha-La Biotec**, Valinhos, ano 14, n. 82, jul./ago. 2004.

DENDER, A. G. F. van. **Requeijão cremoso e outros queijos fundidos**: tecnologia de fabricação, controle do processo e aspectos de mercado. São Paulo: Fonte Comunicações, 2006. 390p.

DUTRA, E. R. P.; MUNCK, A. V. **Tecnologia de queijos**. Juiz de Fora: EPAMIG - Instituto de Laticínios Cândido Tostes, 1997. 134 p.

ECK, A. **O queijo**. Lisboa: Europa-America, 1987. 337p.

ELUERS, G.; COSTA, M. R. Sais fundentes JOHA. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 47, n. 279/281, p. 49-51, 1992.

FERNANDES, A.G. et al. Formulação de sais emulsificantes para a elaboração de requeijão cremoso e outros tipos de queijos fundidos: parte II. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.40, n.238, p.27-39, 1985.

GARRUTI, D. dos S. et al. Desenvolvimento do perfil sensorial e aceitação de requeijão cremoso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.434-440, set./dez. 2003.

GUNASEKARAN, S.; AK, M. M. **Cheese rheology and texture**. Boca Raton: CRC Press, 2002. 637p.

KAPOOR, R.; METZGER, L. E. Small-scale manufacture of process cheese using a rapid visco analyzer. **Journal of Dairy Science**, v.88, n.10, p.3382-3391, Oct. 2005.

LUCEY, J. A.; JOHNSON, M. E.; HORNE, D.S. Invited review: perspectives on the basis of the rheology and texture properties of cheese. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.9, p.2725-2743, Sept. 2003.

MARTINS, J.F.P.; FERNANDES, A.G. **Processamento de requeijão cremoso e outros queijos fundidos**. Campinas: ITAL, 1981.

MAURER-ROTHMANN, A.; SCHEURER G. **Stabilization of milk protein systems**: a

Joha guide. Landenburg: BK Giuliani, 2005. 50p.

MEYER, A. **Process cheese manufacture**. London: Food Trade Press, 1973. 360p.

MORENO, I.; VIALTA, A.; VALLE, J. L. Efeitos das várias etapas do processamento de requeijão e queijos fundidos na microbiota do leite. **Caderno Fazer Melhor**, p.63-66, mar./abr. 2002.

MUNCK, A. V.; CAMPOS, W. A. Requeijão: um produto brasileiro. **Informe Agropecuário**. Leite e derivados, Belo Horizonte, v.42, n.115, p.35-38, jul. 1984.

OLIVEIRA, J. S. **Queijo**: fundamentos tecnológicos. Campinas: Ícone, 1986. 146p.

PAULA, J. C. J. de. **Elaboração e estabilidade de bebida carbonatada aromatizada à base de soro de leite**. 2005. 57p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

QUEIJOS processados. **Ha-La Biotec**, Valinhos, ano 11, n. 71, set./out. 2002.

RODRIGUES, F. **Requeijão, fondue, especialidade, queijo processado**. Juiz de Fora: Templo, 2006. 172p.

SCHÄR, W.; BOSSET, J. O. Chemical and physico-chemical changes in processed cheese and ready-made fondue during storage: a review. **Lebensmittel - Wissenschaft und Technologie**, v.35, n.1, p.15-20, 2002.

SHIRASHOJI, N.; JAEGLI, J.J.; LUCEY, J. A.A. Effect of trisodium citrate concentration and cooking time on the physico-chemical properties of pasteurized process cheese. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.1, p.15-28, Jan. 2006.

SILVA, A. T. et al. Avaliação comparativa das características do requeijão cremoso produzido com massa obtida por acidificação direta a quente e por ultrafiltração. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.57, n.327, p. 262-265, jul./ago. 2002.

VENTURA, R. R. Requeijões do nordeste: tipos e fabricações. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.42, n. 254, p.3-21, 1987.

ZEHREN, V. L.; NUSBAUM, D. D. **Process cheese**. New Holstein: Cheese Reporter, 1992. 364p.



CANA-DE-AÇÚCAR

Produção de mudas e capacitação técnica para produtores.

Avaliação e recomendação de variedades para produção de cachaça, utilização em usinas e alimentação animal.



EPAMIG

Unidade Regional EPAMIG Centro-Oeste
Rod. MG-424 km 64 - Caixa Postal 295
CEP 35701-970 - Prudente de Moraes - MG
Telefax: (31) 3773-1980
e-mail: ctco@epamig.br

Queijos Minas Frescal e Minas Padrão: características e tecnologia

Junio César Jacinto de Paula¹
Antônio Fernandes de Carvalho²
Felipe Alves de Almeida³
Renata Golin Bueno Costa⁴
Denise Sobral⁵
Gisela de Magalhães Machado⁶

Resumo - O consumo do queijo Minas, há muitos anos, faz parte do hábito alimentar brasileiro, o que pode estar associado a características diferenciadas como alta aceitabilidade sensorial, preços mais acessíveis a uma maior faixa da população, facilidade de fabricação, bom rendimento e preparo rápido. Por esses motivos, os queijos Minas Frescal e Minas Padrão ocuparam a quinta e a décima posição, respectivamente, no mercado brasileiro de queijos em 2009. Na maioria das vezes, as tecnologias de fabricação utilizadas pelas fábricas de queijos são variadas, o que gera produtos bastante irregulares e sem a padronização adequada quanto a consistência, textura, sabor, durabilidade e rendimento.

Palavras-chave: Produto lácteo. Queijo. Fabricação. Tecnologia industrial.

INTRODUÇÃO

O Brasil, em 2008, foi o sexto maior produtor de leite, respondendo por 4,52% da produção mundial. Minas Gerais, por sua tradição, clima e topografia, é o maior Estado produtor de leite e queijos do Brasil, sendo responsável por mais da metade da produção nacional. A fabricação de queijos no Brasil é o principal destino do leite produzido e, em torno de 33% do leite captado, sob inspeção federal, é destinado a esse setor (EMBRAPA, 2008).

A produção de queijos tem aumentado expressivamente nos últimos anos e os maiores aumentos alcançados ocorreram quando a população apresentou maior poder aquisitivo, ou seja, após a implantação do Plano Real. Em 2009, a produção de queijos produzidos sob inspeção federal foi de 721.411 t, com aumento de 7,8% sobre a produção de 2008. Contudo, considerando que o mercado de queijos formais equivale a 60% do mercado total, pode-se concluir que o de queijos no Brasil ultrapassou a 1 milhão de toneladas, em

2009 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO, 2010). Entre os queijos de massa crua, o Minas Frescal e o Minas Padrão são os mais consumidos e representam juntos cerca de 8% do mercado brasileiro, ocupando a terceira posição no consumo, em 2005. Em 2009, o queijo Minas Frescal foi o quinto mais fabricado no Brasil, com um volume total de 37.100 t, apresentando um aumento de 7% em relação ao ano anterior. No caso do queijo Minas Padrão, foi fabricado, em 2009, um volume total de 8.050 t, o

¹Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Prof./Pesq. EPAMIG-ILCT, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: junio@epamig.br

²Farmacêutico-bioquímico, Pós-Doc, Prof. Adj. UFV - Depto. Tecnologia de Alimentos, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: antoniofernandes@ufv.br

³Graduando Biomedicina UNIPAC, Campus VI - Juiz de Fora, Av. Juiz de Fora, 1.100, Granjas Betânia, CEP 36047-362 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: felipealvesdealmeida@yahoo.com.br

⁴Eng^a Alimentos, D.Sc., Prof^a/Pesq. EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: renata.costa@epamig.br

⁵Eng^a Alimentos, M.Sc., Prof^a/Pesq. EPAMIG-ILCT, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: denisesobral@epamig.br

⁶Eng^a Alimentos, M.Sc., Prof^a/Pesq. EPAMIG-ILCT, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: giselammachado@epamig.br

que representa um crescimento de 10% no volume produzido em relação ao ano de 2008 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO, 2010).

Com alto teor de umidade, o queijo Minas Frescal é de consumo rápido, com pouca durabilidade, dependendo da qualidade do leite e do processo de fabricação utilizado. Esses queijos são altamente perecíveis, sendo suscetíveis às condições inadequadas de transporte e estocagem nas gôndolas dos mercados distribuidores. Já o Minas Padrão é um queijo maturado de massa semimacia produzido em diversos Estados, tendo sido iniciada sua fabricação no século 19, em Minas Gerais. O queijo Minas Padrão recebe outras denominações, como Minas Curado ou Minas Padronizado. Além destas denominações, este queijo possui outras variedades, com características semelhantes, produzidas de forma artesanal, usando leite cru como matéria-prima. Dentre estas variedades são citados os queijos do Serro, Cerrado, Canastra e Araxá. O queijo Minas Meia-cura é feito de massa lavada e possui características diferentes, não sendo, portanto, o verdadeiro queijo Minas Padrão (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994; LONDOÑO; FURTADO; ABREU, 1999).

Vários pontos críticos foram identificados no processamento desses queijos, destacando-se a matéria-prima, o tanque de coagulação e a salmoura. As bactérias do grupo coliforme são indicativas de condições higiênicas-sanitárias inadequadas durante o processamento desses queijos. Os microrganismos psicrótrópicos têm destaque especial por alterarem os produtos sob refrigeração por causa da produção de enzimas (lipases e proteases) que degradam os lipídeos e as proteínas, resultando em alterações sensoriais e de textura desses produtos (SANGALETTI, 2007). Diversos surtos de doenças têm sido associados à ingestão de queijos, em razão, principalmente, da presença de *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *B. cereus*, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* sp. Falhas ocorridas durante todo o processamento, aliadas a temperaturas inadequadas

de conservação durante a comercialização, são fatores que têm contribuído para venda desses produtos fora dos padrões regulamentares (SANGALETTI, 2007).

A dificuldade de exportação e os principais problemas com a produção de queijos no Brasil estão relacionados com a baixa qualidade do leite produzido, as péssimas condições de fabricação e a falta ou ineficiência da cadeia de frios. Um estudo realizado por Lisita (2005) avaliou a evolução da contaminação em uma linha de fabricação de Minas Frescal. Os resultados demonstraram que o Minas Frescal, antes de ser embalado, já se apresentava impróprio para o consumo, em razão das altas contagens de coliformes totais e termotolerantes, podendo causar riscos aos consumidores. O próprio processo de fabricação foi responsável pela alta contaminação, constituindo um problema de saúde pública.

Em 2010, a EPAMIG, por meio do Centro de Pesquisa do Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT), realizou um projeto de pesquisa financiado pela Fapemig, no qual foi avaliada a incorporação de CO₂ dissolvido no leite para a fabricação dos queijos Minas Frescal e Minas Padrão. Foram alcançados resultados muito interessantes que demonstraram, dentre outros fatores, que a incorporação de CO₂ não alterou o perfil fermentativo da cultura láctica no queijo Minas Padrão, bem como não alterou a composição, a preferência e a aceitabilidade sensorial desses queijos. Os queijos Minas produzidos com leite pré-acidificado com injeção de CO₂ apresentaram reduções nos tempos de fabricação. Também foi detectada menor porcentagem de perda de proteína no soro de ambos os queijos tratados com injeção de CO₂, o que indica que modificações na tecnologia poderiam aumentar o rendimento da fabricação e melhorar a produtividade e a competitividade das indústrias (PAULA, 2010).

A literatura relata as propriedades e os efeitos tecnológicos da utilização do CO₂ no leite e em produtos lácteos (RUAS-MADIEDO et al. 2002; LOSS; HOTCHKISS, 2003; NELSON; LYNCH; BARBANO,

2004; DIAS; GIGANTE, 2009). Os estudos sobre tecnologia de queijos são ainda limitados. Por ser uma tecnologia promissora, observa-se que a pesquisa ainda pode avançar, principalmente com relação à elucidação dos efeitos benéficos da utilização de CO₂ em queijos.

Assim, este trabalho tem como objetivo discutir as principais características e os aspectos tecnológicos que influenciam na fabricação desses queijos.

REQUISITOS LEGAIS

No Brasil, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Queijos, regulamentado pela Portaria nº 146, de 7 março de 1996, define queijo como sendo:

Produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado) ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactérias específicas, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes. (BRASIL, 1996).

Conceitua-se Minas Frescal como queijo fresco obtido por coagulação enzimática do leite e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, completadas ou não com ação de bactérias lácticas específicas (Fig. 1). É classificado como um queijo fresco, semigordo e de alta umidade, geralmente conhecido como queijo de massa branda, mole ou macia. Possui formato cilíndrico, massa entre 0,3 e 5,0 kg, cor esbranquiçada, odor suave característico e baixa acidez (BRASIL, 1996, 2004). Trata-se de um queijo de curta durabilidade no mercado, demandando consumo rápido, em função de seu alto teor de umidade, em geral produzido em fábricas de pequeno, médio e grande portes (FURTADO, 2005b).

O queijo Minas Padrão ou Minas Curado ou Minas Padronizado ou Minas

Prensado é de origem brasileira, produzido em vários Estados. É um queijo de massa prensada que utiliza fermento láctico mesofílico, adicionado ao leite durante sua fabricação e possui um período de maturação curto que varia de 20 a 30 dias em câmara fria a 10 °C - 12 °C (Fig. 2). Normalmente, seu teor de umidade varia entre 46% e 49% (m/m), apresenta formato cilíndrico, com faces planas, bordas retas, massa de 800 a 1.200 g, crosta lisa e amarelada. Possui ainda textura aberta, com poucas e pequenas olhaduras mecânicas. Sua consistência é de semidura a macia e quebradiça, com cor

interna branca, tendendo a creme, e apresenta sabor levemente ácido (LONDOÑO; FURTADO; ABREU, 1999).

Apesar de sua relevância e de significativa produção nacional, ainda não há uma normalização específica para o queijo Minas Padrão na legislação brasileira. A importância dos queijos Minas no mercado brasileiro consiste no fato de possuírem alto rendimento, baixo custo final, simplicidade no processo de fabricação, alta aceitabilidade e preços acessíveis a uma maior faixa da população (FURTADO, 2005a).

QUEIJO MINAS FRESCAL

Aspectos tecnológicos e padronização para o queijo Minas Frescal

As tecnologias de fabricação dos queijos Minas Frescal são variadas, dentre as quais se destacam o uso de ácido láctico, de fermento láctico e de diferentes processos de salga, dentre outras variações. O queijo Minas Frescal era produzido com o uso de fermento láctico, processo que atualmente encontra-se em desuso. Quando se utiliza fermento, o queijo normalmente deforma mais e com isso, o rendimento diminui. Além disso, por causa da alta acidez que atinge após alguns dias de fabricação, o produto apresenta uma durabilidade muito menor. Esses fatores são minimizados, quando se usa ácido láctico em substituição ao fermento (WOLFSCHOON-POMBO; FURTADO; MUNCK, 1978).

Para os queijos com fermento láctico, utilizam-se culturas mistas compostas de microrganismos mesofílicos do tipo "O" como *Lactococcus lactis* ssp. *Lactis* e *Lactococcus lactis* ssp. *Cremonis*. Com a disponibilidade e a facilidade de acesso aos fermentos de uso direto – *direct-vat-set* (DVS), recomenda-se o uso de um quarto da dose indicada pelo fabricante, o que minimiza os efeitos da pós-acidificação do produto no mercado (FURTADO, 2005b).

Para a fabricação do queijo Minas Frescal com o ácido láctico, utiliza-se o industrial a 85% de pureza, em substituição ao fermento láctico, por ser um produto que não contém microrganismos e apenas aumenta a acidez inicial do leite. A quantidade indicada é de 23,46 mL (ou 20-25 mL) da solução a 85% para cada 100 L de leite para aumentar, aproximadamente, 2 °D no tanque de fabricação. Como é uma solução altamente concentrada, se for adicionada diretamente ao leite, irá provocar a sua coagulação instantânea, por isso, deverá ser previamente diluído em água. A dose recomendada de ácido láctico deve ser diluída a 1%, ou seja, misturada a cerca de 2 a 2,5 L de água para uma solução final



Junio César Jacinto de Paula

Figura 1 - Queijo Minas Frescal



Fernando Priamo

Figura 2 - Queijo Minas Padrão

com concentração de ácido láctico próxima à de um fermento láctico tradicional, utilizado antigamente, denominado fermento de repique (WOLFSCHOON-POMBO; FURTADO; MUNCK, 1978).

Em relação à salga dos queijos, existem diversos métodos que podem ser utilizados para o queijo Minas Frescal. Uma opção é a salga no leite, a qual é realizada por meio da adição de 2% a 2,5% de sal, em relação à quantidade de leite. Nesse processo, há uma boa distribuição do sal no queijo, mas há uma grande perda de sal no soro, tornando-o impróprio para o aproveitamento em outros produtos e até para a alimentação animal (FONSECA, 1986).

A segunda opção é a salga na massa, na qual é utilizado 1,5% de sal em relação ao volume inicial de leite. O sal deve ser de boa qualidade e adicionado à massa após a dessoragem de, aproximadamente, 80% do volume inicial do tanque. A coalhada salgada com o restante do soro deve ser agitada com o garfo por mais 1 a 5 minu-

tos. Neste momento, retira-se o restante de soro. Esse tipo de salga proporciona um queijo de textura mais aberta, ou seja, com um maior número de olhaduras mecânicas (FONSECA, 1986).

A salga a seco é realizada na proporção de 0,7% de sal, em relação ao volume de leite, distribuído nas duas faces do queijo, sendo feita durante as viragens. No entanto, a distribuição do sal pelo queijo é prejudicada. A quarta opção é a salga em salmoura a 10 °C - 12 °C, com 20% de sal por períodos proporcionais ao peso e formato do queijo. Este método é o mais utilizado pelas grandes fábricas de queijos (FONSECA, 1986). No Quadro 1, estão apresentados os diferentes tipos de salga, utilizados na fabricação dos queijos Minas Frescal.

Tecnologia de fabricação do queijo Minas Frescal

Para a fabricação do queijo Minas Frescal com 100 L de leite pasteurizado e

padronizado para 3,0% (m/m) de gordura, é adicionado cloreto de cálcio, 50 mL da solução a 40% (m/v) ou 40 mL de solução a 50% (m/v). O leite utilizado é então acidificado lentamente com solução de ácido láctico a 85% (m/v), diluído a 1% (20 mL da solução a 85% m/v, diluída para 2,0 L de água filtrada ou destilada), a fim de aumentar a acidez em 0,02 g de ácido láctico por 100 mL de leite ou 2 °D.

A temperatura é ajustada para 40 °C a 42 °C e então procede-se à coagulação, usando-se dose de coalho ou de coagulante recomendada pelo fabricante. Após o tempo necessário para a coagulação, a coalhada é cortada lentamente, por meio de liras horizontal e vertical, em cubos grandes de 2 cm de aresta e deixada em repouso por 5 min. O processo de mexedura é fixado em, aproximadamente, 20 min após o início da agitação da coalhada.

O ponto final de fabricação no tanque é medido pela ligeira consistência dos grãos e pela facilidade de escoamento do soro na fôrma semelhante ao escoamento da água em um “chuveirinho” sem o aprisionamento do soro entre os grãos. A massa é então colocada em fôrmas de Minas Frescal de tamanhos variados, entre 250 g, 500 g, 1.000 g e 3.000 g, as quais são deixadas em repouso para o dessoramento e para a realização de três viragens, após 10 min, 30 min e 60 min. Os queijos são então salgados em salmoura a 20% (m/v) de sal em temperatura de 10 °C a 12 °C, por períodos proporcionais ao peso e formato do queijo, por exemplo, queijos de 250 g: 40 min; queijos de 0,5 kg: 90 min e queijos de 1,0 kg: 3 a 4 horas. Os queijos são deixados na própria fôrma para a secagem a 7 °C e a 70% de umidade relativa (UR) do ar até o dia seguinte, quando são embalados em plástico de polietileno. O rendimento da fabricação varia entre 5 e 5,5 L/kg (FURTADO, 2005b).

Na Figura 3, está apresentado o fluxograma de fabricação para o queijo Minas Frescal.

QUADRO 1 - Tipos de salga utilizados na fabricação do queijo Minas Frescal

Tipo de salga	Vantagem	Desvantagem
No leite	Homogênea Elimina salmoura Método fácil e barato	Perda de sal no soro Perda do soro
Na massa	Homogênea Elimina salmoura Método fácil Aproveita o soro	Produz olhaduras mecânicas Contaminação pelo sal Inibe fermentação
Em salmoura	Homogênea Economia de sal Aproveita o soro	Contaminação Custo elevado Necessita controle rigoroso
No queijo	Elimina salmoura Método fácil e barato Não homogênea Aproveita o soro	Contaminação do sal Impraticável para grande escala de produção Não homogênea

FONTE: Fonseca (1986).

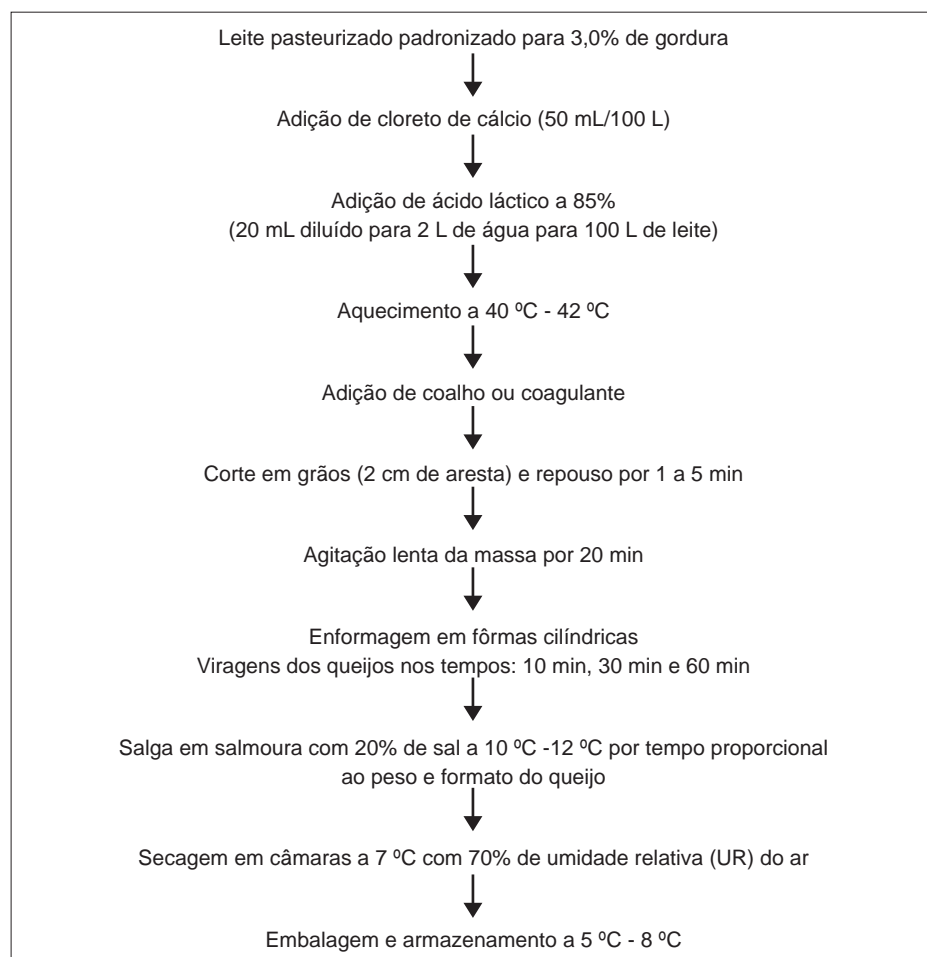


Figura 3 - Fluxograma de fabricação do queijo Minas frescal

FONTE: Dados básicos: Furtado (2005b).

Principais problemas no queijo Minas Frescal e suas possíveis causas

Separação de soro

O defeito de separação excessiva de soro no queijo Minas Frescal está relacionado com o elevado teor de umidade presente na massa do queijo, o qual pode ser decorrente de falhas no corte da coalhada que, ao ser cortada em cubos muito grandes, retém maior teor de umidade. Além disso, os queijos fabricados sem o uso de fermento láctico retêm maior umidade na massa, o que provoca seu dessoramento excessivo durante o armazenamento. Como o processamento do queijo Minas Frescal não inclui nenhum tipo de prensagem da massa, seu teor de umidade tende a ser maior, o que pode gerar excesso de soro se os tempos de viragens não forem

conduzidos adequadamente. Outro fator importante é que, em algumas indústrias, na tentativa de ganhar rendimento em litros por quilogramas, o período de fabricação do queijo é reduzido, diminuindo, assim, a sinérese do grão.

O problema também ocorre nos queijos embalados e comercializados em poucas horas após o término da fabricação e da salga, sem que tenha sido respeitado o período de secagem e resfriamento do produto. Esse procedimento faz com que a massa, que muitas vezes se encontra ainda quente, não tenha a capacidade de reter a umidade adequadamente. Em especial para os queijos fabricados com fermento láctico ou que apresentam elevada carga microbiana, a fermentação da lactose com produção de ácido láctico leva à desmineralização do produto durante o armazenamento. A maior acidificação do queijo provoca a neutra-

lização progressiva de sua carga, o que diminui a capacidade natural de retenção de água, além de torná-lo mais poroso. As condições inadequadas de comercialização durante o transporte e o acondicionamento em temperaturas também inadequadas podem agravar o problema (FURTADO, 2005a).

Baixa durabilidade

A baixa durabilidade do queijo Minas Frescal é decorrente de modificações que prejudicam a aceitabilidade sensorial do produto. O queijo torna-se mais ácido, o uso de fermento láctico faz reduzir o pH durante o armazenamento, que pode chegar a até 4,9 em uma semana. A diminuição do pH e o aumento da acidez são fatores diretamente relacionados com o aumento da contagem de bactérias contaminantes e bactérias lácticas que resistiram à pasteurização. Essas transformam a lactose em ácido láctico durante o armazenamento (SANGALETTI, 2007). Com uso de ácido láctico, o pH se mantém mais elevado e pode chegar a, no mínimo, 5,2-5,4. Outro fator importante é a modificação da textura do queijo que se torna pastoso e amarelado em consequência da ação de enzimas do coalho, proteases e peptidase. Com o uso de fermento, a proteólise é mais rápida e mais intensa. Outros fatores que afetam a baixa durabilidade do queijo estão relacionados com o teor de umidade elevado, condições higiênicas, utilização ou não de fermento, tipo de coalho ou coagulante (proteólise), contaminação na salmoura (leveduras), condições inadequadas de transporte e comercialização (FURTADO, 2005a).

Gosto amargo

O gosto amargo em queijos é muito complexo e de difícil solução, pois o problema pode estar ligado a diversas causas. Normalmente, é mais frequente no Minas Frescal, fabricado sem a utilização de fermento láctico, sem o qual pode ocorrer o acúmulo de peptídeos hidrofóbicos que apresentam gosto amargo, principalmente

por causa da ação do coalho ou coagulantes de baixa qualidade e com alto teor de pep-sina. No caso do uso de fermento lácteo, esses peptídeos amargos são rapidamente degradados pelas enzimas do fermento (FURTADO, 2005a).

Vulnerabilidade a contaminações

A fabricação do queijo Minas Frescal com ácido láctico apresenta condições ideais de vulnerabilidade a contaminações, tais como: ausência da microbiota competidora, alto teores de umidade e de lactose, alto valor de pH, entre 6,3 a 6,5. O uso de fermento láctico mesofílico ajuda a inibir essas contaminações, mas torna o queijo mais ácido. Atualmente, encontram-se disponíveis no mercado os fermentos probióticos que ajudam a inibir contaminações e diminuem a acidificação do queijo durante o armazenamento, além de tornar o produto mais nutritivo (FURTADO, 2005a).

TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO DO QUEIJO MINAS PADRÃO

O queijo Minas Padrão deve ser fabricado, conforme tecnologia descrita por Furtado e Lourenço Neto (1994) e apresentada na Figura 4.

Para a fabricação do queijo Minas Padrão, com 100 L de leite pasteurizado e padronizado para 3,0% (m/m) de gordura, é adicionado cloreto de cálcio, 50 mL da solução a 40% (m/v) ou 40 mL da solução a 50% (m/v). Ao mesmo leite é então acrescentada dose normal (5u/100 L) de fermento láctico mesofílico, composto por *Lactococcus lactis* ssp. *Lactis* e *Lactococcus lactis* ssp. *Cremoris* e a temperatura ajustada para 32 °C a 35 °C.

Deixa-se o leite em repouso por 20 a 30 min e procede-se à coagulação, usando-se a dose recomendada pelo fabricante, de coalho ou de coagulante líquido. Após a coagulação, a coalhada é cortada lentamente em cubos médios (1,0 a 1,5 cm de aresta) e deixada em repouso por 1 a 5 min.

A primeira mexedura é fixada em 20 min, quando, então, inicia-se a segunda, com aquecimento da massa com vapor indireto até 38 °C. O processo de mexedura prolonga-se até o ponto, que é medido pela ligeira consistência dos grãos. O soro é drenado e a massa é pré-prensada, com duas vezes o seu peso estimado, no próprio tanque de fabricação, por 15 a 20 min.

O bloco de massa é então cortado e colocado em fôrmas cilíndricas de 500 g, equipadas com dessoradores no corpo e

na tampa. Os queijos são então prensados por 30 min com peso equivalente a dez vezes o peso do queijo. Em seguida, são virados nas fôrmas e recolocados na prensa, trocando-se a posição dos queijos que ficaram na parte superior para a inferior, e novamente são prensados por mais 90 min com o mesmo peso. Ao final, os queijos são virados e prensados mais uma vez, da mesma forma, porém, sem o uso do dessorador da fôrma, durante 20 min, quando os pesos são retirados e os queijos

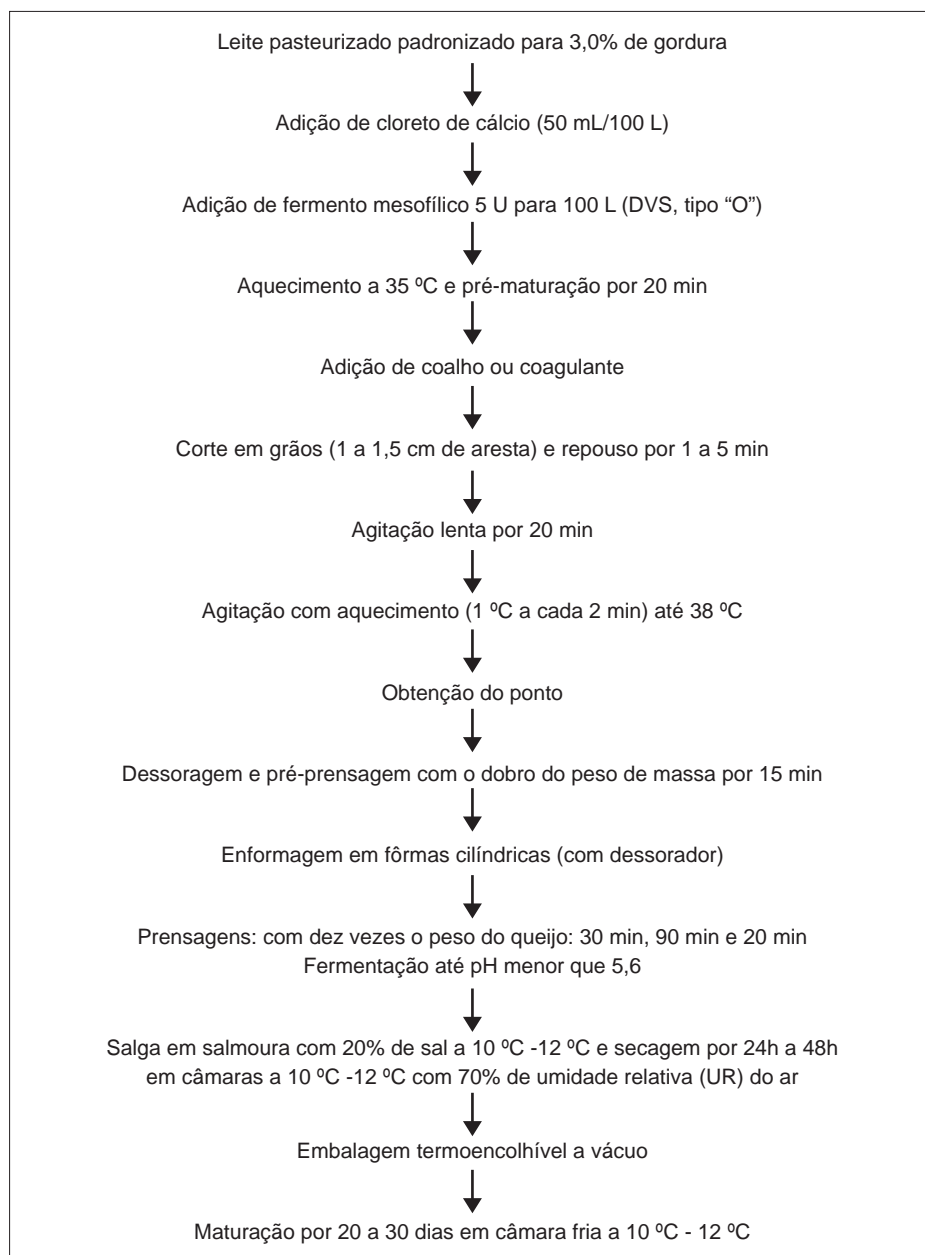


Figura 4 - Fluxograma de fabricação do queijo Minas Padrão

FONTE: Furtado e Lourenço Neto (1994).

NOTA: DVS - *Direct-vat-set*.

deixados na própria prensa até a obtenção de pH abaixo de 5,6.

Após a fermentação, os queijos devem ser levados imediatamente para a salga em salmoura a 20% (m/v) de sal em temperatura de 10 °C a 12 °C por tempo proporcional ao peso e formato do queijo (aproximadamente 12 h/kg). Posteriormente, são deixados na secagem a 10 °C -12 °C e a 70% de UR do ar por 24h a 48h, quando são colocados em embalagens plásticas termocolhíveis a vácuo. Os queijos devem ser mantidos em câmara fria a 10 °C - 12 °C, durante 20 a 30 dias, para maturação (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em muitas indústrias, os queijos Minas Frescal e Minas Padrão são fabricados de maneira ineficiente e despadronizada. O teor de umidade dos queijos Minas Frescal encontrados no mercado é normalmente superior a 60% (m/m), o que é preferido pelas indústrias brasileiras que buscam alcançar maior rendimento de fabricação, em litros por quilo de produto. Por causa desse alto teor de umidade, o teor de lactose residual presente no queijo também é muito alto, o que favorece a multiplicação de bactérias deterioradoras, mesmo durante a sua estocagem refrigerada.

A classificação como queijo de muito alta umidade exige que o seu teor não seja inferior a 55% (m/m), o que o torna perecível e de consumo rápido (BRASIL, 1996, 2004). A validade normalmente aplicada para o queijo Minas Frescal é de 30 dias. No entanto, a durabilidade real do produto depende muito da qualidade do leite, das condições higiênico-sanitárias durante o processamento desses queijos e das condições de transporte e estocagem do produto durante a comercialização. Assim, são raros os produtos que conseguem resistir a mais de duas semanas com boas condições sensoriais e microbiológicas. O próprio processo de fabricação é o principal responsável pela alta contaminação, constituindo um problema de saúde pública.

O queijo Minas Padrão, apesar de sua importância, não possui regulamento téc-

nico específico. Um ponto crítico muito relevante na fabricação dos queijos Minas Padrão é a utilização de culturas lácticas capazes de reduzir o pH do queijo o mais rápido possível, o que evita diversos problemas causados por bactérias contaminantes. A utilização de fermento lácteo e o fato de ser um queijo de umidade mais baixa em relação ao queijo Minas Frescal tornam o queijo Minas Padrão bastante seguro do ponto de vista microbiológico e aumenta consideravelmente o seu tempo de vida útil.

AGRADECIMENTO

À Fapemig pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO. **Queijos**: mercado total brasileiro. São Paulo, 2010. Compilado e organizado por Disney Criscione.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 11 mar. 1996.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. [Aditivos no Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Queijo Minas Frescal]. Instrução Normativa nº 4, de 1 de março de 2004. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 5 mar. 2004.

DIAS, B.M.; GIGANTE, M.L. Efeito da pré-acidificação do leite através da adição de CO₂ sobre o rendimento e as características físico-químicas do queijo Minas Frescal. CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 26., 2009, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EPAMIG-ILCT, 2009. 1 CD-ROM.

EMBRAPA. **Estatísticas do leite**: leite em números. Juiz de Fora, [2008]. Disponível em: <<http://www.cnpqgl.embrapa.br>>. Acesso em: 5 out. 2010.

FONSECA, C.F. **Processos de salga e sua interação nos queijos**. Juiz de Fora: EPAMIG-ILCT, 1986. 23p. Apostila.

FURTADO, M.M. **Principais problemas dos queijos causas e prevenção**. São Paulo: Fonte Comunicações, 2005a. 200p.

_____. **Queijos típicos de latinoamerica**. São Paulo: Fonte Comunicações, 2005b. 192p.

_____; LOURENÇO NETO, J.P. de M. **Tecnologia de queijos**: manual técnico para a produção industrial de queijos. São Paulo: Dipemar, 1994. 118p.

LISITA, M.O. **Evolução da população bacteriana na linha de produção do queijo Minas Frescal em uma indústria de laticínios**. 2005. 61p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

LONDOÑO, M.M.D.; FURTADO, M.M.; ABREU, L.R. Comparação dos processos de fabricação, composição centesimal e sensorial do queijo Minas Meia Cura com os queijos Minas Padrão e Prato. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v.54, n.306, p.20-22, jan./fev. 1999.

LOSS, C. R.; HOTCHKISS, J. H. Use of dissolved carbon dioxide to extend the shelf-life of dairy products. In: SMIT, G. (E.d). **Dairy processing: improving quality**. Cambridge: Woodhead, 2003. part. 2, p. 391-410.

NELSON, B. K.; LYNCH, J. M.; BARBANO, D. M. Impact of milk preacidification with CO₂ on the aging and proteolysis of Cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n.11, p. 3590-3600, Nov. 2004.

PAULA, J. C. J. **Efeito do uso de carbono (CO₂) na fabricação dos queijos Minas Frescal e Minas Padrão**. 2010. 120p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

RUAS-MADIEDO, P. et al. Manufacture of Spanish hard cheeses from CO₂- treated milk. **Food Research International**, v.35, n.7, p.681-690, 2002.

SANGALETTI, N. **Estudo da vida útil do queijo Minas Frescal disponível no mercado**. 2007. 80p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

WOLFSHOON-POMBO, A.F.; FURTADO, M.M.; MUNCK, A.V. Fabricação de queijo Minas Frescal com uso de ácido láctico industrial. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 5., 1978, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EPAMIG-ILCT, 1978. p.160-182.

Leite fermentado probiótico: aspectos tecnológicos, benefícios para a saúde humana e suas perspectivas

Sislene de Matos Reis¹
Danielle Soares Malveira²
Isabela Rocha Menezes³
Larissa Oliveira⁴
Maximiliano Soares Pinto⁵

Resumo - O leite fermentado é resultante do processo de fermentação do leite pasteurizado ou esterilizado, por fermentos lácticos próprios, cujo procedimento realiza-se com um ou vários cultivos de *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* sp. *Streptococcus salivarius* ssp. *Thermophilus* e/ou outras bactérias acidolácticas. A indústria de lácteos desenvolveu novos produtos, em especial os probióticos, para atender à demanda dos consumidores por alimentos que apresentem sabor agradável, textura atrativa e tragam benefícios à saúde. Os probióticos têm o propósito de balancear a microbiota intestinal, manter as concentrações ativas fisiologicamente e proporcionar condições favoráveis à saúde do consumidor. A seleção adequada das estirpes na fabricação de produtos lácteos probióticos é fundamental para garantir a sobrevivência das bactérias no alimento e conferir sabor desejável.

Palavras-chave: Cultura láctica. Alimento funcional. Produto lácteo. Iogurte. Bactéria probiótica.

INTRODUÇÃO

O consumidor está cada vez mais preocupado com a saúde e tem optado por alimentos diet/light, orgânicos, naturais e funcionais. A população vem preferindo alimentos convenientes, autênticos e saudáveis, sem abrir mão da satisfação ao alimentar-se e da segurança do alimento (PEREIRA, 2007).

Os alimentos funcionais constituem, hoje, prioridade de pesquisa em todo o mundo, com a finalidade de elucidar as

propriedades e os efeitos que podem apresentar na promoção da saúde (OLIVEIRA et al., 2002).

Em todo o mundo, a indústria de lácteos buscou desenvolver novos produtos, especialmente os probióticos (ANTUNES et al., 2007a). Uma nova tendência da indústria de alimentos é a produção de iogurtes e leites fermentados funcionais. Isto porque, além de esses produtos terem grande aceitação do público em geral e apresentarem excelente valor nutritivo,

são veículos em potencial para o consumo de probióticos (ANTUNES et al., 2007b; BALLUS et al., 2010). Estes procuram atender à demanda dos consumidores, que consideram essencial que os produtos lácteos enriquecidos com probióticos apresentem sabor agradável, textura atrativa e tragam benefícios à saúde (KOMATSU; BURITI; SAAD, 2008; ALVES et al., 2009). O principal objetivo da indústria é agregar valor mediante obtenção de um produto que, além de nutritivo, seja capaz

¹Nutricionista/Bióloga, Mestranda Ciências Agrárias UFMG - Instituto Ciências Agrárias, Av. Universitária, 1.000, Bairro Universitário, CEP 39404-006 Montes Claros-MG. Correio eletrônico: sisleneis@yahoo.com.br

²Eng^a Alimentos, Mestranda Ciências Agrárias UFMG - Instituto Ciências Agrárias, Av. Universitária, 1.000, Bairro Universitário, CEP 39404-006 Montes Claros-MG. Correio eletrônico: dannymalveira@yahoo.com.br

³Zootecnista, Mestranda Ciências Agrárias UFMG - Instituto Ciências Agrárias, Av. Universitária, 1.000, Bairro Universitário, CEP 39404-006 Montes Claros-MG. Correio eletrônico: isabelazootec@hotmail.com

⁴Nutricionista, Mestranda Ciências Agrárias UFMG - Instituto Ciências Agrárias, Av. Universitária, 1.000, Bairro Universitário, CEP 39404-006 Montes Claros-MG. Correio eletrônico: larisoliveira@hotmail.com

⁵Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Prof. Adj. UFMG - Instituto Ciências Agrárias, Av. Universitária, 1.000, Bairro Universitário, CEP 39404-006 Montes Claros-MG. Correio eletrônico: maxonze@yahoo.com.br

de beneficiar a saúde de quem o ingere (BALLUS et al., 2010).

A elaboração de produtos lácteos fermentados por microrganismos probióticos exige conhecimento em diversas áreas da ciência e tecnologia de alimentos, para que o consumidor possa usufruir de um alimento comprovadamente benéfico à saúde (BALLUS et al., 2010).

A fermentação é um método de preservação largamente utilizado desde os primórdios da civilização, pela ausência de métodos de refrigeração ou pasteurização. Historicamente, o processo de fermentação envolvia a coagulação do leite por microrganismos presentes no meio, obtendo-se um produto final com características e propriedades físico-químicas diferentes da matéria-prima (ALM, 1991).

Várias espécies de bactérias lácticas são utilizadas comercialmente para a produção de leites fermentados, produtos cárneos, iogurtes, queijos, dentre outros (MACEDO et al., 2008). As bactérias lácticas são Gram-positivas, não esporogênicas, anaeróbias facultativas, catalase e oxidase negativas. Apresentam como principal característica a fermentação de carboidratos com produção de ácido láctico. Pertencem a esse grupo quatro gêneros de suma importância em alimentos: *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* e *Streptococcus* (SILVA et al., 2007).

ASPECTOS TECNOLÓGICOS GERAIS SOBRE A ELABORAÇÃO DE PRODUTOS LÁCTEOS PROBIÓTICOS

Leite fermentado é o produto resultante da fermentação do leite pasteurizado ou esterilizado por fermentos lácticos próprios viáveis, ativos e abundantes no produto final durante seu prazo de validade, cuja fermentação realiza-se com um ou vários dos seguintes cultivos: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium* sp. *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* e/ou outras bactérias acidolácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final

(BRASIL, 2000; INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

As características sensoriais desejáveis do leite fermentado são (BRASIL, 2006):

- aspecto fluido, pastoso ou gelificado;
- cor: branco ou de acordo com a substância alimentícia e/ou corante adicionado;
- odor: acidulado, de acordo com a substância alimentícia e/ou substância aromatizante adicionada;
- sabor: acidulado, de acordo com a substância alimentícia e/ou substância saborizante adicionada.

De acordo com Brasil (2000), os leites fermentados deverão apresentar, durante seu período de validade, a contagem mínima de bactérias lácticas totais (UFC/g) igual a 10^6 , quando for mencionado o uso de bifidobactérias, a contagem deverá ser de, no mínimo, 10^6 UFC de bifidobactérias/g, não devendo ser submetidos a qualquer tratamento térmico após a fermentação.

Existem vários tipos de leites fermentados como o iogurte, o leite acidófilo, o kefir e a coalhada (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

O kefir, do eslavo *kephir*, bem-estar, é uma bebida fermentada, de origem caucasiana (Fig. 1), formada por bactérias ácido-lácticas e leveduras, muito usada

pelas propriedades sensoriais e terapêuticas (DINIZ et al., 2003).

Alves et al. (2009) constataram a viabilidade da produção de frozen de leite de cabra com adição de pré e probióticos. O produto apresentou qualidades físico-química e microbiológica aceitáveis, além de boa aceitação sensorial. Dessa forma, os pesquisadores apresentaram à indústria de laticínios uma alternativa para oferecer um produto com apelo probiótico e de menor custo, em relação aos demais produtos do gênero, uma vez que a concentração de cultura utilizada foi menor do que a observada em outros trabalhos.

Nos últimos anos, a literatura científica tem atentado e avançado, significativamente, em pesquisas sobre probióticos e prebióticos, em especial, leites fermentados e iogurtes (Fig. 2 e 3). Entretanto, ainda é necessário comprovar a eficácia e a segurança dos probióticos, principalmente, os destinados ao público infantil (MORAIS; JACOB, 2006; KOMATSU, BURITI, SAAD, 2008).

Um microrganismo para ser considerado probiótico precisa atender a vários requisitos, sendo um dos principais a viabilidade das células, que devem estar presentes em concentrações mínimas exigidas até o momento de consumo (MACEDO et



Figura 1 - Grãos de kefir utilizados para fabricação do produto

FONTE: Kefir (2005).



Figura 2 - Produto lácteo fermentado

FONTE: Bernardes (2009).



Figura 3 - Iogurte com polpa de maracujá

Fernando Priamo

al., 2008). A seleção dos microrganismos com essa característica deve observar ainda três fatores primordiais: a segurança, as características funcionais e as características tecnológicas. Isso possibilita a obtenção de produtos probióticos de qualidade e em sua máxima funcionalidade (BALLUS et al., 2010).

A segurança do uso de probióticos é um ponto crítico para avaliar seu potencial uso em pacientes pediátricos. Estudos têm mostrado que o uso de probióticos em pessoas saudáveis não aumenta o risco de doenças bacterianas. Mesmo em pacientes imunodeprimidos, esse risco parece ser baixo, embora 89 casos de bacteremia induzida por lactobacilos tenham sido relatados, frequentemente associados a graves comorbidades preexistentes (SALMINEN et al., 2004).

O termo probiótico vem do grego e significa para a vida (MAZO et al., 2009).

Schrezenmeier e Vrese (2001) propuseram a seguinte definição para probióticos:

Uma preparação ou um produto contendo microrganismos definidos e viáveis em número suficiente, que alteram a microbiota (por implantação ou colonização), em um compartimento do hospedeiro e que exercem efeitos benéficos à saúde deste hospedeiro.

Os probióticos são microrganismos vivos, capazes de alcançar o trato gastrointestinal e alterar a composição da microbiota, produzindo efeitos benéficos à saúde, quando consumidos em quantidades adequadas. Esses efeitos estão direta e exclusivamente relacionados com o tipo da estirpe utilizada (AGOSTONI et al., 2004). As bactérias probióticas são microrganismos vivos que, quando consumidos, exercem efeitos benéficos sobre o hospedeiro, conferindo propriedades à microbiota endógena. Algumas propriedades benéficas atribuídas às culturas probióticas necessitam de estudos mais controlados para ser definitivamente esclarecidas (OLIVEIRA et al., 2002).

Para que um microrganismo seja considerado probiótico, sua estirpe deve ser de origem humana, deve ser seguro para uso humano, sobreviver à passagem pelo trato digestório, aderir à mucosa intestinal e manter sua viabilidade e atividade metabólica. Para resistir às condições do trato gastrointestinal, as culturas probióticas devem apresentar tolerância à bile e às atividades de hidrólise de sais biliares, além de resistir às condições ácidas e ricas de proteases no estômago (DIAS, 2009).

As bifidobactérias proporcionam o aumento do valor nutritivo e terapêutico dos alimentos. São microrganismos comu-

mente utilizados como agentes probióticos em alimentos (MAZO et al., 2009).

A matriz de um processo de fermentação láctica, destinada à produção de um fermento ou à fabricação de um produto, passa necessariamente pela colocação em marcha das condições de cultura dos meios adaptados às estirpes bacterianas implicadas. Por outro lado, o estudo da influência das condições de cultura sobre as cinéticas de crescimento e de acidificação e sobre os rendimentos da produção permite a obtenção de informações interessantes sobre a fisiologia de estirpes bacterianas utilizadas industrialmente. Dentre essas condições, a temperatura e o pH e as concentrações em substrato e em produtos são aquelas que agem mais sobre a fase de crescimento exponencial das bactérias lácticas (ZOURARI; ACCOLAS; DESMAZEAUD, 1992). A temperatura ideal para fermentação de produtos que contêm probióticos é 37 °C - 40 °C, visto que essa é a faixa de temperatura em que os probióticos melhor se multiplicam (SAARELA et al., 2000).

De acordo com Thamer e Penna (2006), o pH de 4,8 constitui um parâmetro adequado na etapa final de fermentação de bebidas lácteas, garantindo a viabilidade de probióticos. Dentre as várias combinações de espécies probióticas e/ou *starter* na fabricação de leites fermentados, as espécies

de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* fornecem quantidades distintas de substâncias metabólicas, como voláteis, ácidos orgânicos e gás carbônico, com o tempo e a temperatura de fermentação, confirmando a importância de controlar esses parâmetros (OSTLIE; TREIMO; NARVHUS, 2005).

Em um estudo com leite fermentado, acrescido de *S. thermophilus*, *Bifidobacterium longum* e *L. acidophilus*, não houve diferença significativa nas características sensoriais desse leite, que continha todas as espécies comparadas àquele com *S. thermophilus*. Esse último apresentou maior acidez e menor pH, enquanto o leite com *B. longum* obteve menor acidez e maior pH (ZACARCHENCO; MASSAGUER-ROIG, 2004). Já um trabalho, no qual se verificou a aceitação de leites fermentados probióticos com diferentes espécies lácticas, houve maior preferência ao longo da estocagem do produto que continha *L. acidophilus* (VIEGAS et al., 2010).

Assim, para a seleção das espécies lácticas a serem utilizadas na fabricação de leites fermentados, deve-se atentar para os efeitos atribuídos desejáveis no alimento específico ou para o consumidor-alvo. Portanto, a maior preocupação é no sentido de o tipo de cultura láctica adicionada afetar as propriedades sensoriais do produto (KOMATSU; BURITI; SAAD, 2008).

LEITES FERMENTADOS COMO ALIMENTOS PROBIÓTICOS

Os veículos existentes para carrear bactérias probióticas integram três grandes grupos: alimentos infantis, preparações farmacêuticas e produtos lácteos. Destes, o grupo dos produtos lácteos é o mais representativo principalmente leites fermentados, iogurtes, sorvetes e queijos, nos quais utilizam-se, frequentemente, culturas iniciadoras, como os lactobacilos e, como aditivo ou suplemento, as bifidobactérias (GOMES; MALCATA, 1999).

Os produtos probióticos podem ter efeito benéfico no organismo humano por competirem com patógenos no intestino, reduzir o pH, por causa dos produtos de fermentação, interagir e modular a res-

posta imunológica local e sistêmica, etc. (MORAIS; JACOB, 2006). Dessa forma, atualmente, a indústria de produtos lácteos investiu na produção de alimentos probióticos, sendo utilizada, com frequência, a combinação de *L. acidophilus* e *Bifidobacterium* na fabricação de leites e iogurtes probióticos, o qual confere um relevante valor terapêutico e redução calórica eficaz (THAMER; PENNA, 2005).

O leite fermentado possui um efeito terapêutico pronunciado em comparação a outros alimentos probióticos, pois, ao chegar no estômago, sua atividade tampicante e protetora mantém a integridade das células no ambiente extremamente ácido e contribui para que estas cheguem intactas ao intestino (KOMATSU; BURITI; SAAD, 2008). Contudo, para garantir um efeito contínuo e ser de importância fisiológica para o consumidor, os probióticos devem ser ingeridos diariamente e alcançar populações acima de 10^6 e 10^7 UFC/g ou mL de produto (JELEN; LUTZ, 1998).

Os benefícios à saúde do hospedeiro atribuídos à ingestão de culturas probióticas, segundo Saad (2006), que mais se destacam são:

- a) controle da microbiota intestinal;
- b) estabilização da microbiota intestinal após o uso de antibióticos;
- c) promoção da resistência gastrintestinal à colonização por patógenos;
- d) diminuição da população de patógenos por meio da produção de ácidos acético e láctico, de bacteriocinas e de outros compostos antimicrobianos;
- e) promoção da digestão da lactose em indivíduos intolerantes à lactose;
- f) estimulação do sistema imune;
- g) alívio da constipação;
- h) aumento da absorção de minerais e produção de vitaminas.

Estudos comprovam também, como efeitos benéficos dos alimentos probióticos, a prevenção da diarreia causada por rotavírus (SALMINEN, 2001).

Na obtenção de leites fermentados e queijos ocorre a conversão de lactose em

ácido láctico, resultante da multiplicação da cultura láctica adicionada. Isto acontece, geralmente, em velocidade muito lenta e não garante um pH adequado na fabricação de alguns derivados em um tempo reduzido. No entanto, na fabricação destes alimentos é preciso que o leite esteja com pH adequado para ocorrer a coagulação (KOMATSU; BURITI; SAAD, 2008).

Produtos alimentícios, como os lácteos, contribuem para a sobrevivência dos probióticos ao suco gástrico, particularmente por seu efeito tampicante e protetor (ROSS et al., 2005). Para receber a nomenclatura de “alimento probiótico”, os leites fermentados e iogurtes devem conter, no mínimo, 10^7 células viáveis por grama ou mL do produto. Por outro lado, a dose terapêutica mínima exigida é de 10^5 células viáveis por grama ou mL do produto (STANTON et al., 2001).

Diversos fatores afetam a viabilidade de bactérias probióticas em leite fermentado (MOREIRA; ABRAHAM; DE ANTONI, 2000). Entre os fatores que influenciam a viabilidade dessas bactérias no produto elaborado destacam-se o estado fisiológico dos organismos probióticos adicionados, as condições físicas de estocagem (tempo, temperatura), a composição química do produto, no qual os microrganismos serão adicionados (acidez, conteúdo de carboidratos utilizáveis, fontes de nitrogênio, conteúdo mineral, atividade de água, conteúdo de oxigênio) e possíveis interações dos probióticos (bacteriocinas, antagonismo, sinergismo) com outras culturas *starter* (HELLER, 2001). Segundo Gibson e Fuller (2000), para um microrganismo probiótico garantir efetividade, várias condições devem ser atendidas:

- a) não apresentar variação genética;
- b) ser estável;
- c) apresentar resistência ao ambiente ácido do estômago e a sais biliares;
- d) ter capacidade de proliferação, afinidade e sobrevivência no intestino;
- e) produzir metabólitos;

- f) fazer a modulação da atividade metabólica e a imunomodulação;
g) ser seguro ou Generally Regarded as Safe (GRAS).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma grande variedade de produtos lácteos probióticos vem sendo desenvolvida pela indústria de alimentos. É importante o uso de culturas bem caracterizadas, a fim de compreender os fatores determinantes sobre a funcionalidade e os benefícios para o organismo humano.

A seleção adequada das estirpes na fabricação de produtos lácteos probióticos é fundamental para garantir a sobrevivência das bactérias no alimento e conferir sabor desejável. Logo, o leite fermentado possui um efeito terapêutico pronunciado em comparação a outros alimentos probióticos, pois ao chegar no estômago, a atividade tamponante e protetora do leite mantém a integridade das células no ambiente extremamente ácido e contribui para que estas cheguem intactas no intestino. A literatura científica tem atentado e avançado nesta área, entretanto, ainda é necessário comprovar a eficácia e a segurança dos probióticos, principalmente, os destinados ao público infantil.

Diversos produtos lácteos probióticos vêm sendo desenvolvidos, principalmente fermentados e alguns não fermentados, além de outros não lácteos, como é o caso de produtos à base de soja. É importante que os produtos probióticos contenham estirpes bem caracterizadas, para compreender os fatores determinantes sobre a funcionalidade probiótica e os benefícios do hospedeiro.

REFERÊNCIAS

- AGOSTONI, C. et al. Probiotic bacteria in dietetic products for infants: a commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v.38, p.365-374, 2004.
- ALM, L. The therapeutic effects of various cultures: an overview. In: ROBINSON, R.K. (Ed.). **Therapeutic properties of fermented milks**. London: Elsevier, 1991. cap.3, p.45-64.
- ALVES, L. de L. et al. Aceitação sensorial e caracterização de frozen yogurt de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, p. 2595-2600, dez. 2009.
- ANTUNES, A. E. C. et al. Desenvolvimento de buttermilk probiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p.83-90, jan./mar. 2007a.
- _____.; et al. Selective enumeration and viability of *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* in a new fermented milk product. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, n.1, p.173-177, Jan./Mar. 2007b.
- BALLUS, C.A. et al. Aspectos científicos e tecnológicos do emprego de culturas probióticas na elaboração de produtos lácteos fermentados: revisão. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.28, n.1, p.85-96, jan./jun. 2010.
- BERNARDES, J. **Probióticos orgânicos**. São Paulo: Agenda Sustentável, 2009. Disponível em: <<http://www.agendasustentavel.com.br/NoticiaDetalhe.aspx?id=2812>>. Acesso em: 31 maio 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 dez. 2006.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução nº 5, de 13 de novembro de 2000. Oficializa os padrões de identidade e qualidade (PIQ) de leites fermentados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 27 nov. 2000.
- DIAS, M.M. dos S. **Leite de cabra fermentado adicionado de prebiótico, probióticos e compostos bioativos destinados a idosos**. 2009. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- DINIZ, R.O. et al. Atividade antiinflamatória de quefir, um probiótico da medicina popular. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Maringá v.13, p.19-21, 2003. Suplemento 1.
- GIBSON, G. R.; FULLER, R. Aspects of in vitro and in vivo research approaches directed toward identifying probiotics and prebiotics for human use. **Journal of Nutrition**, v.130, n.2, p.391S-395S, Feb. 2000. Supplement.
- GOMES, A.M.P.; MALCATA, F.X. *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. **Trends in Food Science & Technology**, v.10, n.4/5, p.139-157, 1999.
- HELLER, K.J. Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starter organisms. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.73, n.2, p.374S-379S, Feb. 2001. Supplements.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2008. p. 878.
- JELEN, P.; LUTZ, S. Functional milk and dairy products. In: MAZZA, G. (Ed.). **Functional foods: biochemical and processing aspects**. Lancaster: Technomic, 1998. p. 357-381.
- [KEFIR]. In: WIKIPEDIA: The Free Encyclopedia. [S.l.]: Wikimedia Foundation: 2005. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/File:kefirpilze.jpg>>. Acesso em: 31 maio 2011.
- KOMATSU, T.R.; BURITI, F.C.A.; SAAD, S.M.I. Inovação, persistência e criatividade superando barreiras no desenvolvimento de alimentos probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v.44, n.3, p.329-347, jul./set. 2008.
- MACEDO, L.N. et al. Efeito prebiótico do mel sobre o crescimento e viabilidade de *Bifidobacterium* spp. e *Lactobacillus* spp. em leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.4, p.935-942, out./dez. 2008.
- MAZO, J.Z. et al. Bifidobactérias: isolamento, identificação e aplicação em alimentos probióticos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.27, n.1, p.119-134, jan./jun. 2009.
- MORAIS, M.B. de; JACOB, C.M.A. O papel dos probióticos e prebióticos na prática pediátrica. **Jornal de Pediatria**. v. 82, n. 5, p.S189-S197, nov./dez. 2006. Suplemento.
- MOREIRA, M.; ABRAHAM, A.; DE ANTONI, G. Technological properties of milks fermented with thermophilic lactic acid bacteria at suboptimal temperature. **Journal Dairy Science**, v. 83, n.3, p. 395-400, Mar. 2000.

OLIVEIRA, M.N. de et al. Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v.38, n.1, p.1-21, jan./mar. 2002.

OSTLIE, H.M.; TREIMO, J.; NARVHUS, J.A. Effect of temperature on growth and metabolism of probiotic bacteria in milk. **International Dairy Journal**. v. 15, n.10, p 989-997, Oct. 2005.

PEREIRA, K.D. Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.88-92, ago. 2007. Suplemento 1.

ROSS, R.P. et al. Overcoming the technological hurdles in the development of probiotic foods. **Journal of Applied Microbiology**, v.98, n.6, p.1410-1417, June 2005.

SAAD, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v.42, n.1, p.1-16, jan./mar.2006.

SAARELA, M. et al. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. **Journal of Biotechnology**, v.84, n.3, p. 197-

215, Dec. 2000.

SALMINEN, M.K. et al. *Lactobacillus bacteremia*, clinical significance and patient outcome, with special focus on probiotic *L. rhamnosus* GG. **Clinical Infectious Diseases**, v.38, n.1, p.62-99, Jan. 2004.

SALMINEN, S. Human studies on probiotics: aspects of scientific documentation. **Scandinavian Journal of Nutrition**, v.45, p.8-12, 2001.

SCHREZENMEIR, J.; VRESE, M. de. Probiotics, prebiotics, and synbiotics: approaching a definition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.73, n.2, p.361S-364S, Feb. 2001. Supplements.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Varela, 2007. 536 p.

STANTON, C. et al. Market potencial for probiotics. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.73, n.2, p.476S-483S, Feb. 2001. Supplements.

THAMER, K.G.; PENNA, A.L.B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia de Ali-**

mentos, Campinas, v. 26, n. 3, p.589-595, jul./set. 2006.

_____; _____. Efeito do teor de soro, açúcar e de frutooligosacarídeos sobre a população de bactérias lácticas probióticas em bebidas fermentadas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 41, n. 3, p.393-400, jul./set. 2005.

VIEGAS, R.P. et al. Qualidade de leites fermentados funcionais elaborados a partir de bactérias ácido-lácticas isoladas de queijo de coalho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 2, p.460-467, abr. 2010.

ZACARCHENCO, P.B.; MASSAGUER-ROIG, S. Avaliação sensorial, microbiológica e de pós-acidificação durante a vida-de-prateleira de leites fermentados contendo *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium longum* e *Lactobacillus acidophilus*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas v. 24, n. 4, p.674-679, out./dez. 2004.

ZOURARI, A.; ACCOLAS, J. P.; DESMAZEAUD, M. J. Metabolism and biochemical characteristics of yogurt bacteria: a review **Le Lait: dairy science and technology**, v. 72, n.1, p. 1-34, 1992.

Compre Leite, Apenas Leite de qualidade.



NOVO
DairyScan Field Jet

Analisador de leite supercompacto. Solução ideal para a coleta de leite *in loco*.



NOVO

DairyScan Jet 2

Analisador de leite que utiliza tecnologia de ultrassom para medição de vários tipos de leite.



Crioscópio PZL

Análise de Crioscopia com calibração automatizada e interface para computador e impressora.

Fone/Fax: (43) 3337 - 0008

Rua Belgica, 355 D1 • Cep: 86046-280 • Londrina • Paraná
www.pzltecnologia.com.br • contato@pzltecnologia.com.br



Tecnologia em equipamentos

Tecnologias para fabricação de queijos de massa filada: Provolone e Mussarela

Renata Golin Bueno Costa¹
Denise Sobral²
Junio César Jacinto de Paula³
Gisela de Magalhães Machado⁴
Vanessa Aglaê Martins Teodoro⁵
Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior⁶

Resumo - O queijo Mussarela e o queijo Provolone fazem parte de um grupo que apresenta uma característica única, são queijos de massa filada. Nestes, ocorre o tratamento da coalhada na água quente (filagem), que propicia a formação de uma estrutura fibrosa no queijo, com propriedades de derretimento e estiramento. O queijo Mussarela é geralmente fabricado para uso indireto, como ingrediente para pizza, por isso suas propriedades funcionais tornaram-se extremamente relevantes em relação ao seu sabor. O queijo Provolone, no Brasil, pode ser comercializado na forma fresca, semelhante à Mussarela, ou curado, maturado por, no mínimo, dois meses e defumado. A tecnologia de fabricação dos queijos Mussarela e Provolone é muito semelhante, no entanto, alguns ingredientes adicionados ao leite e a defumação tornam os queijos bastante distintos em relação a sabor, aroma, aparência e consistência.

Palavras-chave: Produto lácteo. Queijo. Massa filada. Propriedade funcional. Defumação.

INTRODUÇÃO

Os queijos Mussarela e Provolone integram o grupo dos queijos de massa filada ou *pasta filata*, que é derivado de uma expressão italiana que significa literalmente “pasta fiada” ou “massa esticada”. Isso refere-se a um processo único de plastificação e filagem que é compartilhado por todos os queijos de *pasta filata* e que dá a este grupo diverso uma identidade comum

(KINDSTEDT; CARIE; MILANOVIE, 2004).

Queijos de *pasta filata* são caracterizados pela plasticidade única e pelo tratamento da massa (coalhada) na água quente, permitindo que o queijo adquira uma estrutura fibrosa, com propriedades de derretimento e estiramento. O aquecimento na água quente resulta na formação de uma massa derretida, na qual as fibras proteicas se orientam na direção do estira-

mento. Estas fibras podem ser alongadas sem se romperem. Essa característica está relacionada com as altas concentrações de caseínas intactas e teores críticos de cálcio (Ca) e fosfato (LUCEY; FOX, 1993).

Os queijos de massa filada mais conhecidos e produzidos no Brasil são a Mussarela e o Provolone. O queijo Mussarela é macio, não maturado, originário da região da Batipaglia, na Itália. O queijo é levemente salgado, branco, com um brilho vivo

¹Eng^a Alimentos, D.Sc., Prof^a/Pesq. EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: renata.costa@epamig.br

²Eng^a Alimentos, M.Sc., Prof^a/Pesq. EPAMIG-ILCT, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: denisesobral@epamig.br

³Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Prof./Pesq. EPAMIG-ILCT, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: junio@epamig.br

⁴Eng^a Alimentos, M.Sc., Prof^a/Pesq. EPAMIG-ILCT, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: giselammachado@epamig.br

⁵Médica-Veterinária, M.Sc., Prof^a/Pesq. EPAMIG-ILCT, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: vanessa.teodoro@epamig.br

⁶Eng^o Agr^o, Dr., Prof./Pesq. EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: luizcarlos@epamig.br

na superfície e tem uma propriedade única, a habilidade de estiramento, isto é, possui fibras que se esticam quando o queijo é aquecido (JANA; UPADHYAY, 1991). Seu nome é derivado do verbo *mozzare* que significa repartir ou cortar fatias, importante característica ou referência a uma etapa do processamento, em que o queijeiro reparte pedaços da massa para realizar a filagem (DEL PRATO, 1993).

O queijo Provolone é originário da região da Sicília, sul da Itália (Fig. 1). Também é bastante difundido pelo mundo. Na Itália, encontram-se os Provolones doce e o picante. Este último possui características mais semelhantes ao do Provolone produzido no Brasil, ao passo que o doce se parece com um queijo Mussarela. Na maioria dos países, o queijo é defumado, mas, na Itália, esse processo não é usual. Além disso, o queijo é elaborado com leite cru, integral e coalho em pasta, que possui lipases responsáveis pelo seu sabor picante típico (FURTADO, 2005)

A produção mundial de queijo em 2007 foi de 14,187 milhões de toneladas e no ano seguinte de 14,501 milhões de toneladas, com um crescimento de 2,21% (EMBRAPA GADO DE LEITE, 2010).

A produção de queijo nos Estados Unidos foi de 4,49 milhões de toneladas, em 2008, e 4,58 milhões de toneladas, em 2009 (crescimento de 2%), (USDA, 2009), o que corresponde à média mundial de crescimento anual. No Brasil, a produção de queijos nos estabelecimentos sob inspeção federal apresentou um crescimento de 7,8%, entre 2008 (668.822 t) e 2009 (721.711 t). Dentre os queijos mais produzidos em 2009, destacam-se: Mussarela (27,92%), Requeijão culinário (18,57%), Prato (19,55%), Minas Frescal (5,14%), Parmesão (4,9%) e Provolone (1,04%) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO, 2010).

A produção brasileira de queijo Mussarela, sob inspeção federal, no ano de 2008 para 2009, apresentou um crescimento de 6%, correspondendo a um aumento de 11.400 t. Essa produção, nesses mesmos estabelecimentos, cresceu 61,12% entre os anos de 2000 a 2009 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO, 2010). O queijo Mussarela é usado principalmente como ingrediente para confecção de pizza, o que representa esse aumento de produção. Nos EUA, a produção de Mussarela, em 2009, repre-

sentou 32,3% da produção total de queijo, o que significa 1,48 milhão de toneladas (USDA, 2009).

O queijo Provolone também apresentou um crescimento de 5% entre 2008 e 2009. No entanto, o aumento na sua produção entre os anos de 2000 a 2009 foi de 16,30% e não tão significativo quanto a produção de Mussarela no mesmo período (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO, 2010).

ASPECTOS TECNOLÓGICOS

Fermentação e filagem dos queijos de massa filada

A filagem é a etapa fundamental dos queijos de massa filada. Para que ocorra a filagem são necessárias duas condições: em primeiro lugar, a coalhada deverá ser suficientemente acidificada (pela fermentação da lactose em ácido láctico) e desmineralizada (reação do ácido láctico com o Ca, originando lactato de cálcio), durante a fabricação do queijo, a fim de permitir plasticidade e estiramento após a aplicação de calor. Plasticidade e estiramento são influenciados principalmente pelo nível de Ca associado à caseína (ou mais corretamente, fosfato de cálcio coloidal) na coalhada no momento da filagem, que, por sua vez, é determinado principalmente pelo teor total de Ca e do pH da coalhada. O desenvolvimento da acidez durante a fabricação do queijo, portanto, deve ser controlado de modo que a correta combinação do teor total de Ca e pH (assim como o desejado teor de umidade) na coalhada ocorra no momento da filagem (formação de paracaseinato bicálcico) (Fig.2) (MCSWEENEY, 2007).

Em segundo lugar, a transferência de calor durante a filagem deve ocorrer a um ritmo suficiente, para que a coalhada apresente uma consistência plástica e fluida antes de ser cortada e texturizada (MCSWEENEY, 2007).

Durante a filagem, a matriz de paracaseína amorfa do queijo é reorganizada e alinhada em fibras aproximadamente para-



Fernando Priamo

Figura 1 - Queijo Provolone

lelas de paracaseína que são interrompidas por colunas ou canais contendo glóbulos de gordura livres e soro. Esta estrutura laminar heterogênea contribui fortemente para as características funcionais do queijo Mussarela de baixa umidade denominados pizza *cheese*, tais como fibrosidade e derretimento do queijo na pizza (KINDSTETD; CARIE; MILANOVIE, 2004; MCSWEE-NEY, 2007).

Mussarela

O queijo Mussarela (Fig. 3) de leite de vaca é um queijo fresco, que se originou na Itália, com uma tecnologia similar à antiga Mussarela de leite de búfala (FURTADO, 2005). No Brasil, existem basicamente dois tipos de Mussarela que apresentam composições diferenciadas:

- a) Mussarela para consumo direto: apresenta teor de umidade mais elevado e menor teor de gordura no extrato seco (GES). Pode ainda ser subdividida em duas classes:
 - típica ou regular: apresenta 18,0% de teor de gordura; 33,8% de GES; 53,6% de teor de umidade; 22,1% de teor de proteína e 5,2 de pH (produzida a partir de leite com 3% de teor de gordura),
 - magra: apresenta 13,5% de teor de gordura; 31,5% de GES; 57,2% de teor de umidade; 21,1% de teor de proteína e 5,2 de pH (produzida a partir de leite com 2% de teor de gordura);
- b) Mussarela para pizza: caracterizada por apresentar teor de umidade mais baixo e teor de gordura mais elevado. Apresenta a seguinte composição: 45% a 52% de teor de umidade, 24% de teor de gordura, 30% a 45% de GES, 25% de teor de proteína e 5,2 de pH (FURTADO, 1991).

Nos EUA, a Mussarela é dividida em quatro categorias, de acordo com o Quadro 1.

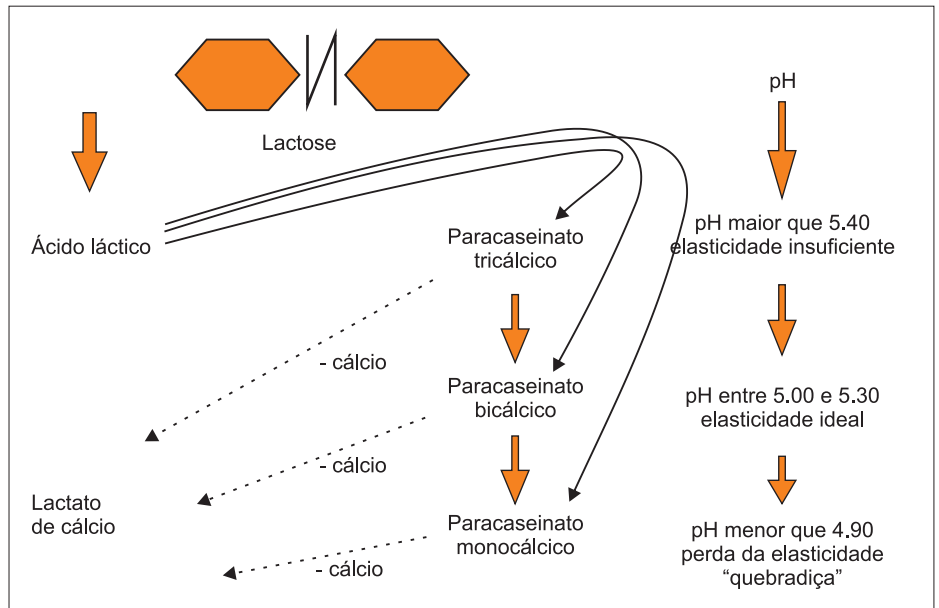


Figura 2 - Dinâmica da desmineralização de acordo com o decréscimo do pH durante a fermentação da massa antes da filagem

FONTE: O Papel... (2005).



Figura 3 - Queijo Mussarela

Fernando Priamo

QUADRO 1 - Classificação de Mussarela nos Estados Unidos

Tipos de Mussarela	Teor de umidade (%)	Teor mínimo de gordura no extrato seco (GES) (%)
Tradicional	52 - 60	45
Baixa umidade	45 - 52	45
Baixa umidade e parcialmente desnatada	45 - 52	30 - 45
Parcialmente desnatada	52 - 60	30 - 45

FONTE: Kindstedt (1994).

As Mussarelas tradicional e parcialmente desnatada possuem alto teor de umidade (maior que 52%), corpo macio e são frequentemente consumidas frescas como queijo de mesa. São raramente usadas como ingrediente para pizza, pela dificuldade de fatiamento e facilidade de agrupamento, além de sua limitada vida de prateleira (KINDSTEDT, 1994).

Na própria Itália, que mantém de forma mais tradicional a fabricação de Mussarela, existem três tipos desse queijo. Um é a Mussarela tradicional italiana, que apresenta teor de umidade elevado (60%-65%) e textura bem macia, sendo consumida fresca e principalmente em saladas (CORTEZ, 1998). Esse tipo de mussarela é considerado, por suas características, o precursor do *pizza cheese* (SIGSGAARD, 1994). O segundo tipo é o chamado Mussarela industrial, em que são empregados ácidos (geralmente láctico e cítrico), para efetuar a acidificação do leite antes da coagulação. O terceiro tipo não é Mussarela propriamente e, sim, um produto imitação de Mussarela, sendo basicamente um queijo fundido (CORTEZ, 1998).

Propriedades funcionais

A Mussarela no Brasil é semelhante à usada para pizza americana (*pizza cheese*), que apresenta um baixo teor de gordura e de umidade, conseqüentemente maior firmeza para ser fatiada. Possui a seguinte composição: 45% a 52% de teor de umidade, 24% de teor de gordura, 30% a 45% de GES, 25% de teor de proteína e 5,2 de pH (FURTADO, 1997).

Ao considerar o emprego da Mussarela como ingrediente para pizzarias, algumas características funcionais tornaram-se fatores essenciais de avaliação de sua qualidade (desempenho), enquanto que o seu sabor não é mais considerado um fator tão relevante. A Mussarela deve apresentar quatro propriedades funcionais: derretimento, elasticidade, escurecimento (*browning*) e separação de gordura (*oiling off*). Todas essas propriedades são influenciadas pela tecnologia de fabricação e estabilização do queijo.

O derretimento refere-se à capacidade de as partículas de queijo fundirem-se, formando uma camada contínua e uniforme na superfície da pizza (KINDESTEDT, 1991). Essa característica é influenciada pela atividade proteolítica da cultura empregada e dos teores de gordura e umidade. Altos teores de gordura e umidade e proteólise intensa resultam em maior derretimento (SIGSGAARD, 1994).

Na mussarela para pizza, as mudanças nas propriedades funcionais ocorrem durante o período de estabilização sob refrigeração. A Mussarela fresca tende a derreter-se pouco, por apresentar consistência áspera e elástica. Da primeira para a segunda semana de estabilização, a textura do queijo amolece progressivamente, atingindo sua funcionalidade ótima (KINDSTEDT, 1991). Durante o período de estabilização, as fibras e as estruturas constituintes são transformadas em estruturas mais macias, lisas, suaves e maleáveis, apresentando moderada elasticidade. Com o envelhecimento, eventualmente ocorre o declínio da integridade das estruturas, onde estas se apresentam demasiadamente rígidas, perdendo a elasticidade e a maleabilidade (KINDSTEDT; GUO, 1997).

A elasticidade refere-se à habilidade de resistir ao alongamento das fibras, quando esticadas no queijo derretido (KINDESTEDT, 1991). A Mussarela deve apresentar textura elástica, porém não deve ser muito resistente, nem demasiadamente borrachenta, o que irá depender principalmente dos níveis de Ca e fosfato e do grau de proteólise do queijo (CORTEZ, 1998).

O escurecimento ocorre na superfície do queijo durante a exposição a altas temperaturas e é caracterizado pela formação de uma camada superficial contendo manchas coloridas, que podem variar de marrom-claras a douradas, chegando até a coloração preta (KINDESTEDT, 1991). Estudos prévios têm demonstrado que altas temperaturas e teores de açúcares (galactose residual ou lactose no queijo) causam escurecimento (BLEY; JOHNSON; OLSON, 1985). O acúmulo de açúcares, como a lactose (galactose) no queijo,

acompanhado pela proteólise normal ocorrida, cria um potencial para a reação de Maillard (escurecimento). Essa reação é um risco econômico para os laticínios, pois os consumidores geralmente rejeitam a cor marrom do queijo, considerando-a um defeito (BLEY; JOHNSON; OLSON, 1985; FURTADO, 1997). O queijo que apresenta um escurecimento acima do esperado não é bem-aceito pelo consumidor (CORTEZ, 1998) e a coloração definida como ideal para o queijo Mussarela, submetido a altas temperaturas, é a amarelo-ouro (FURTADO, 1997).

A cultura tem um importante papel no potencial de escurecimento do queijo e é considerado como primeiro fator responsável pela galactose residual no queijo (KINDSTEDT, 1991). Muitas estirpes de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* são incapazes de metabolizar a lactose, originando a galactose. Em contraste, o *Lactobacillus helveticus* fermenta a lactose completamente, podendo também fermentar a galactose livre, o que resulta em pequeno acúmulo desta, quando usado em culturas lácticas com estirpes mistas (KINDSTEDT, 1994).

A última propriedade funcional da Mussarela, a separação de gordura, é caracterizada pela tendência do queijo derretido de exsudar óleo, que se separa da massa, levando à formação de bolsões, particularmente na sua superfície (KINDESTEDT, 1991). Excessiva formação de óleo livre dá ao queijo uma aparência desagradável, sendo considerado o maior defeito no queijo Mussarela para pizza (KINDSTEDT; KIELY; GILMORE, 1992). No entanto, a formação de gotas de gordura em quantidades mínimas é considerada aceitável (FURTADO, 1997).

A proteólise ocorre lentamente no queijo Mussarela e está associada às mudanças progressivas nas propriedades funcionais, que ocorrem tipicamente durante o período de estocagem sob refrigeração (KINDSTEDT, 1991; BARBANO; YUN; KINDSTEDT, 1994). Uma atividade proteolítica excessiva resultará na abertura da

estrutura proteica, que, consequentemente, propiciará alto teor de óleo livre. Em queijos recém-fabricados, normalmente, nota-se menor exsudação de óleo do que naqueles que passaram por um período de estabilização (SIGSGAARD, 1994).

As propriedades funcionais da Mussarela para pizza são sensivelmente melhoradas após um período de estabilização de cerca de duas semanas, sob refrigeração (8 °C - 10 °C) (FURTADO, 1997), e são reflexos de diversos fatores tecnológicos, físico-químicos, bioquímicos, entre outros, que se interagem para tornar o produto atrativo e adequado ao uso proposto, seja do ponto de vista comercial, seja sensorial.

Tecnologia de fabricação

Para fabricação de uma Mussarela de qualidade é necessário um leite de boa qualidade, com acidez entre 15 °D e 18 °D, padronizado para 3,0% - 3,2% de matéria gorda e pasteurizado a 72 °C/15 s ou 65 °C/30 min. O leite integral pode ser utilizado, porém, o queijo pode apresentar uma consistência muito macia e untuosa, além de prejudicar a fatiabilidade ou interferir na exsudação de gordura na pizza. O fluxograma de fabricação está apresentado na Figura 4, com a tecnologia descrita a seguir (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994).

O leite deve ser aquecido até 32 °C - 34 °C e adicionado o fermento láctico, que pode ser de dois tipos, dependendo do tempo de fermentação: curta, de 4 a 6 h após a adição do fermento, ou longa, de 10 a 12 h após a adição do fermento ao leite. O fermento termofílico permite que todo o processo de fermentação e filagem seja feito no mesmo dia, pois as bactérias presentes nesse fermento são mais rápidas e, consequentemente, mais acidificantes.

Para a fermentação curta utiliza-se um fermento termofílico à base de *Lactobacillus helveticus* e *Streptococcus thermophilus*, na proporção de 5 unidades (u)/100 L de leite, ou a dose recomendada pelo fabricante. A massa deve ser fermentada com o fermento termofílico a uma temperatura de, aproximadamente, 40 °C.

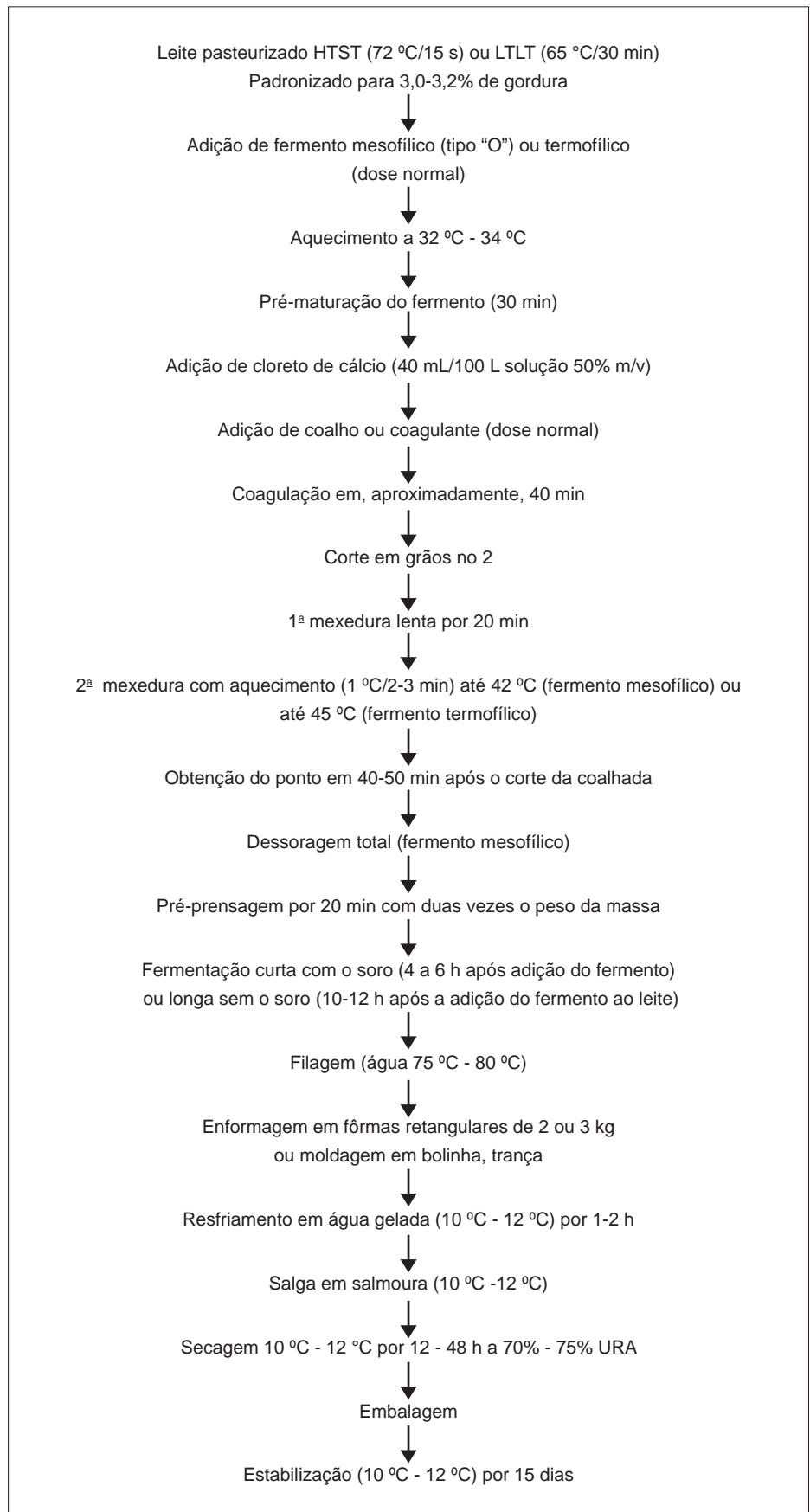


Figura 4 - Fluxograma de fabricação de queijo Mussarela

FONTE: Furtado e Lourenço Neto (1994).

Para isso, muitas vezes a massa é mantida sob o soro aquecido.

Quando se trabalha com fermento termofílico, deve-se periodicamente medir o pH da massa ou fazer o teste de filagem. Quando a massa atinge um pH de 5,2 a 5,3 ou começa a filar no teste de filagem, deve-se resfriá-la imediatamente em água gelada, entre 2 °C e 5 °C ou em câmara fria. Isto é necessário para evitar que a massa do queijo fermente em excesso e ultrapasse o pH de filagem, impedindo que a Mussarela seja filada. Com o fermento mesofílico este efeito não ocorre, pois trata-se de bactérias mais lentas e menos acidificantes.

O fermento mesofílico tipo "O", que contém as bactérias *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* e *Lactococcus lactis* ssp. *Cremoris*, é utilizado na fermentação longa, na proporção de 5 u/100 L de leite, ou dose recomendada pelo fabricante. A massa é fermentada com o fermento mesofílico à temperatura ambiente, em mesas. No entanto, deve-se tomar cuidado no inverno, quando a temperatura é muito baixa, para não prejudicar a fermentação.

Quando se utilizam culturas superconcentradas de uso direto no tanque – *direct-vat-set* (DVS), independentemente de o fermento ser termofílico ou mesofílico, esse deve ser adicionado no leite a 32 °C e a 34 °C e mantido, por 30 min para realizar a pré-maturação do fermento.

O cloreto de cálcio deve ser adicionado ao leite na proporção de 40 mL/100 L de leite de uma solução a 50%, que é encontrada facilmente no mercado. O cloreto de cálcio adicionado melhora a aptidão do leite à coagulação pela insolubilização de sais de Ca durante a pasteurização. Com isso, melhoram-se as propriedades da coalhada e diminuem-se as perdas de constituintes no soro durante o seu corte.

O coagulante ou coalho deve ser adicionado ao leite a 32 °C - 34 °C em quantidade suficiente para haver a coagulação em 30-40 min. Sua dose varia de acordo com o fabricante, por isso utiliza-se a dose recomendada pelo fabricante. O coagulante usado pode estar na forma líquida ou em pó, desde que diluído em água não

clorada e adicionado lentamente ao leite sob agitação.

O corte da coalhada deverá ser lento e realizado com auxílio das liras horizontal e vertical. Os grãos obtidos devem possuir de 1,0 a 1,5 cm de aresta, aproximadamente do tamanho de um grão de milho, também classificado de grão nº 2.

A primeira mexedura deve ser realizada com o auxílio de um garfo próprio, de forma lenta, sendo acelerada aos poucos, até completar 15-20 min. Caso a massa apresente problemas de fermentação excessiva, ou o leite trabalhado esteja um pouco mais ácido, pode-se, ao final da primeira mexedura, retirar 20% de soro (em relação ao volume inicial de leite) e adicionar 20% de água a 75 °C - 80 °C para realizar a delactosagem.

A segunda mexedura deve ser mais vigorosa e, juntamente, deve-se iniciar o aquecimento lento com vapor na camisa do tanque (elevando 1 °C a cada 2-3 min) até atingir 42 °C, quando se trabalha com fermento mesofílico, ou 44 °C, com fermento termofílico. Entretanto, se for feita a opção pela dessoragem e lavagem, a adição de água quente deve ser lenta, respeitando as recomendações descritas anteriormente.

O ponto da massa, sob condições normais, ocorre cerca de 40-50 min após o corte da coalhada. Nesse momento, a massa do queijo apresenta-se um pouco mais seca e macia. Depois de obtido o ponto da massa, deve-se empurrá-la para uma extremidade do tanque ou colocá-la na drenoprensa. Em seguida, deve-se escoar todo o soro, caso trabalhe com fermento mesofílico, ou manter a massa com soro, quando se trabalha com fermento termofílico. A seguir, deve-se pré-prensar a massa usando-se o dobro de peso em relação à quantidade de massa (ou 40-50 lb./pol² em drenoprensa) durante 15 a 20 min.

Quando se trabalha com fermento termofílico, a fermentação é rápida e a filagem da massa pode ser realizada imediatamente ou posteriormente, após seu resfriamento em câmara fria ou água gelada. Neste último caso, a massa deve ser fracionada em fatias de, aproximadamente,

2-3 cm para um resfriamento mais rápido. A filagem é feita no dia seguinte. Na fermentação longa (fermento mesofílico), a massa é deixada em mesas para fermentar ou no próprio tanque de fabricação, em seguida, é picada e filada.

Para verificar se a massa está pronta, deve-se fazer o teste de filagem, ou seja, coloca-se uma pequena fatia da massa em água de 75 °C a 80 °C. Esta massa deve esticar como um chiclete sem se arrebentar. Caso isto não aconteça, pode ter ocorrido um excesso de fermentação (a massa passou do ponto) ou esta foi insuficiente. Uma forma indireta de verificar o ponto de filagem é a medição do pH da massa, que deve estar por volta de 5,2 (dependendo da região) ou a acidez do soro que sai da massa, que deve estar por volta de 60 °D a 70 °D.

Atingido o ponto de filagem (Fig.5), a massa deve ser fracionada em fatias pequenas e colocada em água de 70 °C a 80°C, utilizando-se de 2 a 3 L de água/kg de massa. A seguir, estica-se toda a massa e leva-se à mesa para moldagem no formato desejado (paralelepípedo de 1, 2 ou 3 kg, bolinha, nozinho, palitinho, entre outros). A temperatura da massa durante a filagem deve ser controlada, para que não ultrapasse 60 °C, pois o produto final pode apresentar bolhas ou ficar mole. Caso a temperatura da massa esteja muito baixa, a filagem não ocorrerá adequadamente. Após a moldagem, os queijos são imersos em água gelada, entre 10 °C e 12 °C, por 1 a 2 h, para depois seguir para a salmoura.

A Mussarela é imersa em salmoura com 20% (m/v) de sal, à temperatura de 10 °C - 12 °C. Peças de 500 g ficam 8 h; de 1 kg, 24 h; de 2 e 3 kg, 48 h. Peças como bolinha, nozinho, palitinho, trancinha ficam imersas em salmoura apenas por 20 min.

Após a salga, os queijos são conduzidos a uma câmara refrigerada a 10 °C - 12 °C com umidade relativa (UR) do ar de, aproximadamente, 70% durante 12-48 h para secagem.

Após essa etapa, os queijos são guardados em embalagem plástica termoencolhível e mantidos sob refrigeração de 10 °C



Renata Golin Bueno Costa

Figura 5 - Sistema de filagem mecânica de mussarela

a 12 °C, por duas semanas, para estabilização e melhoria de suas propriedades funcionais. Em seguida, são estocados em câmara fria entre 2 °C e 4 °C.

O rendimento de fabricação pode variar, o que implica diretamente na fatiabilidade do produto. Uma boa Mussarela fatiável deve apresentar um rendimento entre 9,5 e 10,5 L de leite/kg de queijo, dependendo da composição do leite, enquanto que, para consumo direto, este rendimento pode ser melhor (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994).

Outra tecnologia de fabricação de Mussarela utiliza ácidos orgânicos (acidificação química) em substituição ao fermento láctico. Esse processo tem sido utilizado na Itália, apesar de ter sido desenvolvido nos EUA, no início da década de 1970 (FURTADO, 1997).

Durante a fabricação de queijo Mussarela, a acidificação ocorre gradualmente por ação da cultura láctica (fermentação da lactose). Já a acidificação direta consiste na adição de um ácido orgânico (ácido cítrico, láctico ou acético) ao leite frio ou à temperatura de coagulação, em quantidade suficiente para atingir um valor de pH, geralmente em torno de 5,6 ou 5,7 (MCSWEENEY, 2007). Nesse processo, a

massa pode ser filada poucos minutos após o ponto e dessoragem final, sem necessidade de ser pré-prensada e/ou fermentada (FURTADO, 1997).

A acidificação direta do leite dessa forma resulta em queijo com teor muito baixo de Ca e pH mais elevado do que seria normalmente obtido por um processo de fabricação envolvendo uma cultura láctica. Além disso, é possível produzir queijos com elevado teor de umidade pela acidificação direta, porque a coalhada diretamente acidificada é menos propensa à sinérese durante a fabricação do queijo por seu menor teor de Ca e maior capacidade de retenção de água. Além disso, tempos de aquecimento, fermentação e temperaturas podem ser minimizados, se assim o desejar, para reter mais umidade (MCSWEENEY, 2007). Com adaptações à tecnologia de fabricação, é possível fabricar Mussarela por esse processo com propriedades funcionais adequadas para seu uso em pizza (FURTADO, 1997).

Provolone

O queijo Provolone é um dos queijos italianos mais conhecidos e elaborado em muitos países. Assemelha-se ao queijo

Caccio Cavallo, no entanto, apresenta maior período de maturação. O Provolone maturado apresenta-se como um queijo de aroma definido (defumado) e sabor pronunciado, tornando-se picante, quando o queijo é maturado por muitos meses. Esse queijo apresenta um teor de umidade de 40%-44%, teor de gordura de 26%-30%, e de cloreto de sódio de 1,2%-1,8% (FURTADO, 2005). O rendimento da fabricação varia de 10,5 a 12 L de leite/kg de queijo (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994).

No Brasil, o queijo Provolone pode ser fabricado com leite cru (permitido pela legislação). Quando é fabricado com leite cru de boa qualidade e uso de soro-fermento, este apresenta-se com sabor mais acentuado e consistência mais firme. Isso é decorrente da lipase natural presente no leite cru, que é destruída durante a pasteurização. Essa enzima hidrolisa a gordura do leite e libera ácidos graxos que conferem o sabor típico picante do queijo Provolone. A consistência mais firme do queijo elaborado com leite cru explica-se pela ausência de proteínas de soro na coalhada. Quando o leite é pasteurizado, ocorre ligeira desnaturação das soroproteínas (em torno de 15%) sobre as caseínas, incorporadas à massa na coagulação do leite, facilitando a retenção de umidade (QUEIJO..., 1992).

Tecnologia de fabricação

A tecnologia de fabricação do queijo Provolone (Fig.6) descrita a seguir por Furtado e Lourenço Neto (1994) é semelhante à do queijo Mussarela, com algumas variações.

O leite deve ser padronizado para um teor mais elevado de gordura (3,4% - 3,6% de matéria gorda). O queijo também pode ser fabricado com leite integral, porém pode apresentar uma consistência muito macia e untuosa.

Ao invés de utilizarem fermento, algumas fábricas usam o soro-fermento, que é obtido da fermentação natural do soro resultante da fabricação do queijo, com fermento termofílico. Normalmente, retira-se o soro ao final da fabricação e deixa em

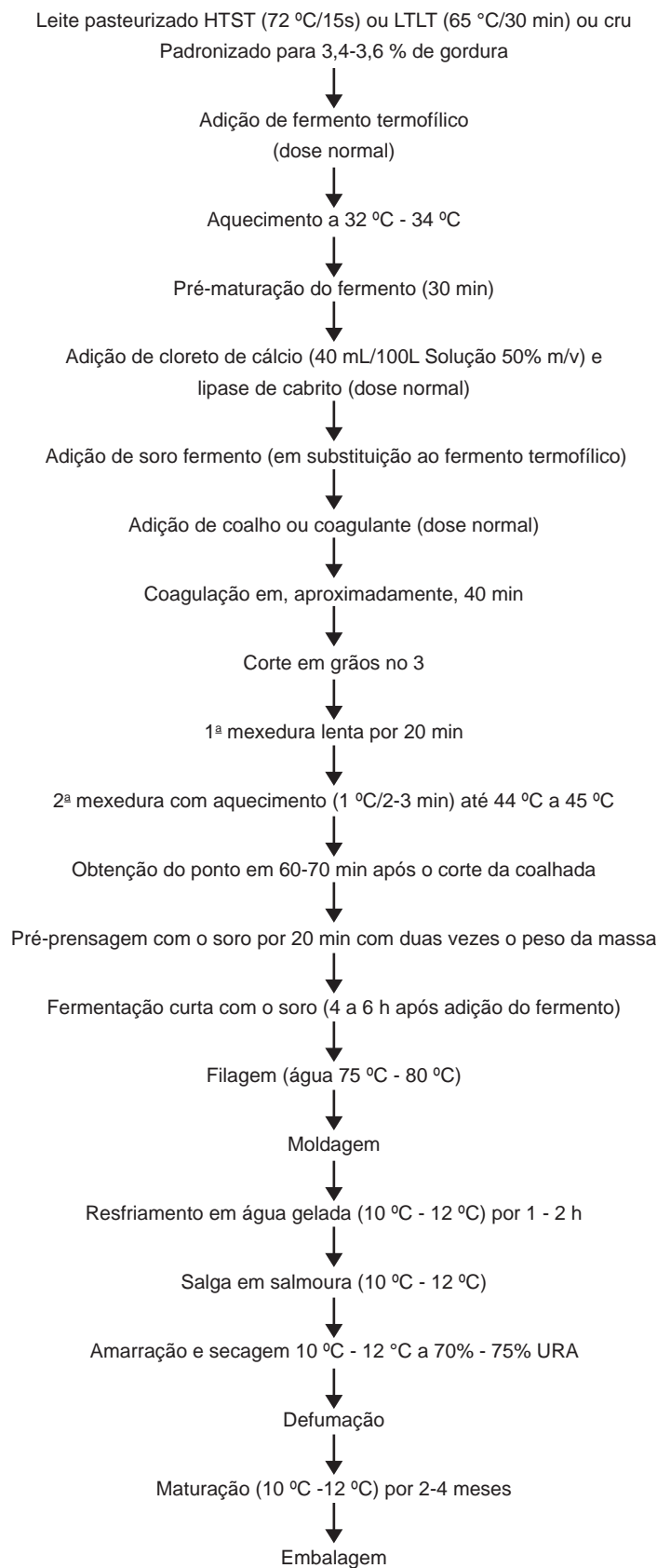


Figura 6 - Fluxograma de fabricação de queijo Provolone

FONTE: Furtado e Lourenço Neto (1994).

repouso de um dia para o outro num latão de plástico para manter a temperatura na faixa de 42 °C - 45 °C. Esse tipo de fermento deverá apresentar-se aromático e com sabor ácido puro e acidez na faixa de 100 °D -120 °D.

O fermento mesofílico é pouco recomendado para esse queijo, pois as bactérias lácticas do fermento termofílico são importantes para atribuir o sabor e a consistência firme e quebradiça.

Outro ingrediente adicionado ao leite antes da coagulação é a lipase de cabrito, que tem como função propiciar ao queijo um sabor picante característico. Já no leite pasteurizado, deve-se adicioná-la, pois a pasteurização destrói a lipase natural e, com isso, o sabor do queijo fica prejudicado. Sua dose varia de acordo com o fabricante e com a intensidade de sabor que se deseja. Geralmente, varia de 4 a 8 g para cada 100 L de leite.

Quando se utiliza leite cru para fabricação do queijo, não é necessária a adição de cloreto de cálcio. Este é adicionado para repor os sais de Ca insolubilizados durante a pasteurização.

O corte da coalhada deverá ser lento e realizado com auxílio das liras (horizontal e vertical). Os grãos obtidos devem possuir de 0,5-0,8 cm de aresta, tamanho de um grão de milho de pipoca, classificado como grão nº 3.

A segunda mexedura deve ser mais vigorosa e, juntamente, deve-se iniciar o aquecimento lento com vapor na camisa do tanque (elevando 1 °C a cada 2 min) até atingir 44 °C - 45 °C. Junto com o aquecimento, a coalhada é agitada mais rapidamente para evitar que os grãos embalem e soltem bem o soro.

O ponto da massa, sob condições normais, ocorre cerca de 60-70 min após o corte da coalhada. Neste momento, observa-se a consistência dos grãos, que se apresentam bem firmes. A massa apresenta-se borrachenta e os grãos bem secos.

Após a fermentação e filagem da massa, o queijo é imerso em salmoura com 20% de sal, à temperatura de 10 °C - 12 °C. Peças de 500 g ficam 8 h; de 1 kg, 24 h; de 2 kg e 3 kg, 48 h.

Após a salga, os queijos são amarrados em cordas ou colocados em redes sintéticas. Em seguida, são enviados a uma câmara a 10 °C - 12 °C com UR do ar de, aproximadamente, 70%. Permanecem pendurados nessa câmara por até uma semana, para que fiquem bem secos e formem uma pequena casca.

A defumação deve ser realizada até que os queijos adquiram a coloração desejada. O tempo em que as peças ficam no defumador varia bastante e depende de características como altura, área, ventilação, da madeira usada e da coloração desejada no produto. Geralmente esse tempo oscila entre 2 h e 48 h. Alguns cuidados devem ser observados ao colocar os queijos no defumador, a saber:

- a) os queijos devem estar completamente secos e distantes uns dos outros pelo menos 5 cm;
- b) os queijos não podem ficar muito próximos ao teto, nem muito próximos da fonte de fumaça, pois podem ter problemas de cor e formato;
- c) a temperatura no interior do defumador não pode ser muito alta, pois, caso contrário, os queijos deformam;
- d) a serragem ou o pó de serra usados devem estar bem secos.

Quando se utiliza fumaça líquida, devem-se seguir as recomendações do fabricante.

Ao sair do defumador, os queijos permanecem de um dia para o outro à temperatura ambiente e, em seguida, seguem para uma câmara fria a 12 °C a 14 °C com cerca de 85% de UR do ar. Durante a maturação, os queijos podem ser pintados com resinas plásticas para evitar ressecamento ou desenvolvimento de fungos na superfície. O tempo total de maturação varia de dois a quatro meses, dependendo do sabor desejado no produto final. Após a maturação, os queijos podem ser fracionados e embalados em películas plásticas termoencolhíveis. Em seguida, são comercializados ou estocados a 2 °C a 4 °C.

Dentre os pontos críticos da fabricação do queijo Provolone, segundo Furtado e Lourenço Neto (1994), destacam-se:

- a) seleção do leite e seu tratamento térmico;
- b) teor de gordura do leite;
- c) uso de lipase;
- d) processo de fermentação e filagem;
- e) secagem e defumação;
- f) tempo de maturação do queijo.

REQUISITOS LEGAIS

O queijo Mussarela apresenta um Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade que o define como queijo que se obtém por filagem de uma massa acidificada (produto intermediário obtido por coagulação de leite por meio de coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, completada ou não pela ação de bactérias lácticas específicas) (BRASIL, 1997).

O queijo Mussarela é classificado como de média, alta ou muito alta umidade (máximo 60% de umidade) e como extragordo, gordo e semigordo (GES, no mínimo, de 35%). Quanto a sua denominação de venda, pode ser designado queijo Mozzarella, queijo Muzzarella ou queijo Mussarela (BRASIL, 1996, 1997).

Em relação às suas características sensoriais, esse produto deve apresentar consistência semidura, semisuave ou suave, segundo o conteúdo de umidade, matéria gorda e grau de maturação; textura fibrosa, elástica e fechada e pode apresentar olhaduras mecânicas. Sua cor deverá ser branca e amarelada, uniforme, e com sabor láctico pouco desenvolvido a ligeiramente picante, sendo que esses dois fatores poderão variar segundo o conteúdo de umidade, matéria gorda e grau de maturação do queijo. O odor deverá ser láctico pouco perceptível. O queijo não deve apresentar crosta e pode ser fabricado com formato e peso variáveis. Ao queijo Mussarela podem ser adicionados especiarias, condimentos, substâncias alimentícias e/ou aromatizantes/saborizantes, que lhe conferem características sensoriais. O período de estabilização e

maturação do queijo deverá ser de, no mínimo, 24 h. O leite utilizado como matéria-prima deve ser submetido à pasteurização ou a outro tratamento térmico equivalente para assegurar fosfatase residual negativa (BRASIL, 1997).

O queijo Provolone não apresenta Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade, apenas é citado no Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952 (BRASIL, 1952), que o classifica como fresco e curado. O Art. 622, desse Decreto, define o queijo tipo Provolone fresco como o produto de massa filada, obtido de leite pasteurizado, não prensado, dado ao consumo, com até 20 dias de fabricação. Deve apresentar como características formato variável, tendente ao esférico; peso de 500 g a 2 kg; e crosta, consistência, textura, cor, odor e sabor idênticos aos do queijo Mussarela. Quando esse queijo apresentar pequena quantidade de manteiga na sua massa, dará lugar à variedade denominada "Butirro". O queijo tipo Provolone curado é definido no Art. 627 como sendo o produto obtido de leite cru ou pasteurizado, enformado ou não, não prensado e devidamente maturado pelo espaço mínimo de dois meses. Deve apresentar formato tendente ao esférico ou oval; peso de 1 a 8 kg; crosta firme, lisa, resistente, destacável, de coloração amarelo-parda, preferentemente revestida de parafina. A consistência deve ser dura, não elástica, quebradiça, untada, semiseca; com textura fechada ou apresentando poucos olhos em formato de cabeça de alfinete; coloração branco-creme, homogênea; e odor e sabor próprios, fortes e picantes. O Art. 628 denomina o queijo tipo *Caccio Cavallo* como sendo o produto idêntico ao tipo Provolone com formato ovular ou cilíndrico alongado (BRASIL, 1952).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ponto crítico na fabricação dos queijos de massa filada é o controle da fermentação, para que a massa se torne apropriada para a filagem. A fermentação da lactose pelas bactérias do fermento láctico, dá origem ao ácido láctico, o qual se liga ao Ca com a formação do paracaseinato bicálcico

que é ideal para filagem. Essa fermentação deve ser bem controlada, principalmente com relação ao tipo de fermento utilizado, mesofílico ou termofílico, e do tempo de fermentação empregado, longo ou curto, respectivamente. A fermentação prolongada com a formação de paracaseinato monocálcico ao invés do bicálcico torna a massa quebradiça, com perda de elasticidade e dificuldade de filagem.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO. **Produção brasileira de produtos lácteos e estabelecimentos sob inspeção federal**. São Paulo, 2010. Não paginado.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. [Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos]. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 11 mar. 1996. Seção 1, p.3977.
- _____. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 364, de 4 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Queijo Mozzarella. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 8 set. 1997.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o Novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 7 Jul. 1952.
- BARBANO, D.M.; YUN, J.J.; KINSTEDT, P.S. Mozzarella cheese making by a stirred curd, no brine procedure. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n.9, p.2687-2694, Sept. 1994.
- BLEY, M.E.; JOHNSON, M.E.; OLSON, N.F. Factors affecting nonenzymatic browning of process cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.68, n.3, p.555-561, Mar. 1985.
- CORTEZ, M.A.S. **Uma alternativa tecnológica para evitar o escurecimento não enzimático em queijo Mussarela**. 1998. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- DEL PRATO, S. Italian mozzarella. **Dairy Industries Internacional**, Datford, v.58, n.4, p.26-29, Apr. 1993.
- EMBRAPA GADO DE LEITE. **Produção, industrialização e comercialização (indústria)**. Juiz de Fora, 2010. Disponível em: <<http://www.cnppl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/industria/industria.php>>. Acesso em: 28 fev. 2011.
- FURTADO, M.M. **A arte e a ciência do queijo**. São Paulo: Globo, 1991. 297p.
- _____. **Manual prático de Mussarela (pizza cheese)**. Campinas: Master Graf, 1997. 97p.
- _____. **Quesos típicos de latinoamérica**. São Paulo: Fonte Comunicações, 2005. 192p.
- _____; LOURENÇO NETO, J.P. de M. **Tecnologia de queijos: manual técnico para a produção industrial de queijos**. São Paulo: Dipemar, 1994. 118p.
- JANA, A.H.; UPADHYAY, K.G. Mozzarella cheese: a review. **Indian Journal of Dairy Science**, New Delhi, v. 44, n.2, p.167-175, Feb. 1991.
- KINSTEDT, P.S. Functional properties of mozzarella cheese on pizza: a review. **Cultured Dairy Products Journal**, Washington, v.26, n.3, p.27-31, Mar. 1991.
- _____. Mozzarella and pizza cheese. In: FOX, P.F. **Cheese: chemistry, physics and microbiology**. 2.ed. London: Chapman & Hall, 1994. v.2, cap. 12, p.337-363.
- _____; CARIE, M.; MILANOVIE, S. Pasta-filata cheeses. In: FOX, P.F. **Cheese: chemistry, physics and microbiology**. 3.ed. London: Chapman & Hall, 2004. v.2, p. 251-277.
- _____; GUO, M.R. Recent developments in the science and technology of pizza cheese. **The Australian Journal of Dairy Technology**, Victoria, v. 52, n.4, p.41-43, Apr. 1997.
- _____; KIELY, L.P.; GILMORE, J.A. Variation in composition and functional properties within brine-salted mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n.11, p.2913-2921, Nov. 1992.
- LUCEY, J. A.; FOX, P. F. Importance of calcium and phosphate in cheese manufacture: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, n.6, p.1714-1724, June 1993.
- MCSWEENEY, P.L.H. **Cheese problems solved**. Cambridge: CRC Press, 2007. 425 p.
- O PAPEL das culturas lácticas na fabricação da mussarela. **Ha-La Biotec**, Valinhos, ano 15, n. 90, nov./dez. 2005.
- QUEIJO tipo Provolone. **Ha-La Biotec**, Valinhos, ano 2, n. 11, set. 1992.
- SIGSGAARD, P. Defined cultures for pizza cheese. **Scandinavian Dairy Information**, Helsingborg, v.8, n.3, p. 36-38, Mar. 1994.
- USDA. National Agricultural Statistics Service. **Charts and maps – livestock and animals: dairy products – cheese**. Washington, 2009. Disponível em: <http://www.nass.usda.gov.br/Charts_and_Maps/Dairy_Products/cheese.asp>. Acesso em: 28 de fev. 2011.



Mudas frutíferas
EPAMIG Sul de Minas

Unidade Regional EPAMIG Sul de Minas
Tel.: (35) 3821-6244
e-mail: uresm@epamig.br

Uvas	Outras	Citros
Bordo	Oliveira	Laranja-lima-verde
Niágara Rosada	Pessegueiro	Laranja-baía
Niágara Branca	Ameixeira	Laranja-baianinha
Syrah	Nectarineira	Laranja-campista
	Marmeleiro	Laranja-natal
	Figueira	Laranja-pera-rio
	Amora-preta	Laranja-sanguínea
	Caquizeiro	Laranja-seleta
	Atemoia	Laranja-valência
	Frutas nativas	Lima-da-pérsia
		Limão-tahiti
		Tangerina-ponkan
		Tangerina-cravo
		Tangerina-murcote

Jornal **agroneg** **NEGÓCIO** informação e resultados



“O AgroNegócio de Minas em suas mãos”.
Leia - assine - acesse

www.jornalagronegocio.com.br

Seja um assinante ligue - 31. 3484-2430

Soro de leite: aspectos tecnológicos, econômicos e ambientais

Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto¹

Caroline Franco de Souza²

Luiz Paulo de Lima³

Ian Ibsen da Silveira Rabelo⁴

Sérgio Casadini Vilela⁵

Resumo - O soro de leite é o líquido resultante da separação das caseínas e da gordura do leite no processo de elaboração do queijo. Contém mais da metade dos sólidos presentes no leite integral original, incluindo a maioria da lactose, minerais, vitaminas hidrossolúveis e 20% das proteínas do leite. Por isso, a utilização de soro de leite tem sido objeto de pesquisas. A produção anual de queijos no mundo tem aumentado e, assim, estimulado o desenvolvimento de novos produtos, com o objetivo de atingir o uso completo do soro produzido. O soro é um ingrediente de grande aplicação em diversas formulações da indústria alimentícia, pelo seu alto valor nutricional, e outras como a indústria farmacêutica. Dentre suas aplicações na área de alimentos pode-se citar a produção de concentrados, de hidrolisados e de bebidas. Reduções da ordem de 75% da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) podem ser atingidas, por exemplo, na produção de biogás e etanol a partir de soro, o que reflete positivamente no ambiente.

Palavras-chave: Laticínio. Soro lácteo. Composição do soro. Tipo de soro. Características nutricionais. Industrialização.

INTRODUÇÃO

O soro de leite é um subproduto de grande importância, associado ao volume produzido e à sua rica composição nutricional. Segundo Kosikowski (1979), o soro de leite é um líquido opaco, amarelado-esverdeado que se separa do coágulo ou da caseína durante a fabricação convencional de queijos. Representa, aproximadamente, 90% do volume de leite e retém cerca de

55% dos nutrientes do leite, como lactose, proteína, minerais, vitaminas e gordura. A composição do soro varia consideravelmente de acordo com o tipo de leite, com o tipo de queijo processado e com a tecnologia de processamento. Para a indústria de alimentos, o soro constitui uma fonte de baixo custo de proteínas, que conferem propriedades a uma ampla gama de alimentos.

Quanto a seu efeito poluente, o soro lácteo, quando lançado em cursos d'água, pode produzir um efeito poluidor pronunciado, associado à sua alta concentração de compostos orgânicos. Há um aumento do consumo do oxigênio dissolvido na água pelos microrganismos, o que causa a mortandade da fauna e flora aquáticas. Um litro de soro de leite requer cerca de 40 g de oxigênio para completa estabili-

¹Farmacêutica-bioquímica, D.Sc., *Pesq. EPAMIG Zona da Mata/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: claudia.epamig@gmail.com*

²Graduanda Engenharia de Alimentos, Bolsista FAPEMIG/EPAMIG Zona da Mata, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: carolfranco10@yahoo.com.br

³Graduando Engenharia de Alimentos UFV, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: engenheiro.lui paulo@gmail.com

⁴Graduando Engenharia de Alimentos UFV, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: ianrabelo@hotmail.com

⁵Adm. Empresas, M.Sc. Ciência e Tecnologia de Alimentos/Téc. Laticínios, Gerente Tecnologia Chr. Hansen Indústria e Comércio Ltda., Rod. Visconde de Porto Seguro, 2.860, CEP 13278-327 Valinhos-SP. Correio eletrônico: brscv@chr-hansen.com

zação da matéria carbonácea contida na sua composição – demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de 40 mil mg O₂/L – em termos práticos, uma fábrica com produção média de 300 mil litros de soro por dia polui o equivalente a uma cidade com 150 mil habitantes (SILVA, 2006).

No estado de Minas Gerais, para o lançamento de efluentes industriais nos corpos d' água, é estabelecido por legislação que: efluentes de qualquer fonte poluidora apenas poderão ser lançados, direta ou indiretamente, desde que tenham DBO menor ou igual a 60 mg/L ou tratamento com eficiência para redução de DBO de, no mínimo, 75% e média anual igual ou superior a 85% (COPAM; CERH-MG, 2008).

Embora o soro de leite tenha as aplicações comerciais descritas, ainda hoje, aproximadamente 45% desse subproduto é descartado em rios, lagos e águas residuais no solo ou outras instalações, o que representa uma perda significativa de nutrientes e gera sérios problemas de poluição ambiental. Koutinas et al. (2009) descreveram que esforços consideráveis têm sido feitos para explorar novas alternativas para o uso do soro e redução da poluição ambiental.

COMPOSIÇÃO E TIPOS DE SORO

Industrialmente, podem ser obtidos dois tipos de soro, ácido e doce, os quais têm diferenças na composição associadas à forma de coagulação do leite, ácida ou enzimática, respectivamente (Quadro 1). O soro doce tem pH de 6,5 e é obtido por ação do coalho. O soro ácido tem pH de 4,6 e é obtido por meio de fermentação ou pela adição de ácidos orgânicos e ácidos minerais na preparação de queijos frescos (ANTUNES, 2003).

O soro de leite também apresenta uma rica concentração de minerais como potássio, seguido do cálcio, fósforo, sódio e magnésio e de vitaminas (Quadro 2) do complexo B como tiamina, ácido pantotênico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina e ácido ascórbico (LONDOÑO URIBE, et al., 2008). O alto

QUADRO 1 - Composição do leite, soro doce e soro ácido

Componente	Leite (%ST)	Soro doce (%ST)	Soro ácido (%ST)
Sólidos totais (ST)	13,0	6,4	6,2
Proteína	3,6	0,8	0,75
Gordura	3,9	0,5	0,04
Lactose	4,6	4,6	4,2
Cinzas	0,8	0,5	0,8
Ácido láctico	-	0,05	0,4

FONTE: Antunes (2003).

QUADRO 2 - Conteúdo em vitaminas do soro

Vitaminas	Concentração (mg/mL)	Necessidades diárias (mg)
Tiamina	0,38	1,5
Riboflavina	1,2	1,5
Ácido nicotínico	0,85	10-20
Ácido pantotênico	3,4	10
Piridoxina	0,42	1,5
Cobalamina	0,03	2
Ácido ascórbico	2,2	10-75

FONTE: Linden e Lorient (1996).

teor de nutrientes do soro pode gerar cerca de 3,5 kg de DBO e 6,8 kg de demanda química de oxigênio (DQO) por 100 kg de soro líquido (MUÑI et al., 2005), sendo que a lactose é o principal componente sólido que contribui para a alta DBO e DQO (KOUTINAS et al., 2009).

IMPORTÂNCIA DAS PROTEÍNAS DO SORO

As proteínas do soro apresentam características funcionais desejáveis para a indústria de alimentos, tais como boa solubilidade, viscosidade, capacidade estabilizante, emulsificante, espumante, geleificante e boa adsorção de água. Assim, têm sido utilizadas em diversas aplicações na indústria de alimentos, incluindo sopas desidratadas, molho para saladas, alimentos infantis, dietéticos e geriátricos, sorvetes,

queijos, produtos de panificação, confeitarias, iogurtes, carnes, bebidas lácteas e como suplemento alimentar (NICOLAU et al., 2004; PARRA HUERTAS, 2009).

As características nutricionais e funcionais das proteínas do soro estão relacionadas com a sua estrutura e função biológica. É importante ressaltar que possuem alta digestibilidade e são constituídas por aminoácidos (Quadro 3) presentes em quantidades equilibradas que lhe conferem ou até excedem os requisitos nutricionais para adultos e crianças (PACHECO et al., 2005). Além disso, são de particular interesse na indústria farmacêutica por suas propriedades nutracêuticas.

A beta-lactoglobulina e a alfa-lactoalbumina são as principais proteínas do soro, sendo que a beta-lactoglobulina representa cerca de 50% da massa proteica e sua

QUADRO 3 - Composição em aminoácidos essenciais - g/100 g de proteína

Aminoácido	Soro	Equilíbrio recomendado pela FAO
Treonina	6,2	3,5
Cisteína	1,0	2,6
Metionina	2,0	2,6
Valina	6,0	4,8
Leucina	9,5	7,0
Isoleucina	5,9	4,2
Fenilalanina	3,6	7,3
Lisina	9,0	5,1
Histidina	1,8	1,7
Triptofano	1,5	1,1

FONTE: Linden e Lorient (1996).

proporção é de 3,3 g/L de leite bovino, enquanto que a alfa-lactoalbumina está presente na concentração de 1,2 g/L de leite (LOURENÇO, 2000).

PRINCIPAIS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS

São diversos os produtos do soro de leite, bem como suas aplicações.

Ricota

A fabricação de ricota é uma alternativa viável para transformar subproduto em produto comercial, agregando valor e diminuindo seu efeito poluente.

A ricota, obtida pela precipitação das proteínas do soro de leite por acidificação associada ao calor, é também conhecida como “queijo albumina”, por se constituir basicamente desta e de lactoglobulina, principais componentes proteicos do soro (Fig.1). A fabricação de ricota é uma das formas mais simples e econômica para o aproveitamento do soro proveniente de queijos comuns. Por ser um produto com baixo teor de gordura, é considerado um produto dietético e de fácil digestibilidade. O aumento da produção de ricota pode ser justificado, em parte, pela procura por alimentos mais saudáveis e de baixo valor energético (ESPER, 2006).

Concentrado proteico de soro

O concentrado proteico de soro (CPS) é obtido em sistema de ultrafiltração, constituído por uma membrana semipermeável, por onde passam seletivamente substâncias de baixo peso molecular, como água, íons e lactose, e retém substâncias de massa molecular alta, como proteína. O retentado

é concentrado por evaporação e liofilizado (MUÑI et al., 2005).

O CPS é definido pelo Código de Regulamentos Federais dos Estados Unidos como substância obtida pela eliminação suficiente de constituinte não proteico a partir do soro, para que o produto seco final contenha pelo menos 25% de proteína. A maioria do CPS presente no mercado contém de 34% a 35% de proteína (FOEGEDING; LUCK, 2002). No Quadro 4, está apresentada a composição nutricional e pH dos diferentes CPS. O CPS com, aproximadamente, 35% de proteína, é produzido como um substituto do leite desnatado e é utilizado na produção de iogurte, queijo processado, aplicações de bebidas diversas (FOEGEDING; LUCK, 2002), molhos, macarrão, biscoitos, sorvetes, bolos (MUÑI et al., 2005), laticínios, padaria, carnes, bebidas e produtos de fórmula infantil, por suas excelentes propriedades funcionais e nutricionais das proteínas (FOEGEDING; LUCK, 2002). O CPS com 80% de proteína é formulado para aplicações como geleificante, emulsificante e espumante (FOEGEDING; LUCK, 2002).



Figura 1 - Ricota

FONTE: Paixão... (2008).

QUADRO 4 - Conteúdo nutricional de concentrados e isolados proteicos de soro

Componente (%)	CPS 34	CPS 50	CPS 60	CPS 70	CPS 80	IPS
Proteína	34,0-36,0	50,0-52,0	60,0-62,0	75,0-78,0	80,0-82,0	90,0-92,0
Lactose	48,0-52,0	33,0-37,0	25,0-30,0	10,0-15,0	4,0-8,0	0,5-1,0
Gordura	3,0-4,5	5,0-6,0	1,0-7,0	4,0-9,0	4,0-8,0	0,5-1,0
Cinza	6,5-8,0	4,5-5,5	4,0-6,0	4,0-6,0	3,0-4,0	2,0-3,0
Umidade	3,0-4,5	3,5-4,5	3,0-5,0	3,0-5,0	3,5-4,5	4,5

FONTE: U.S. Dairy Export Council (2004).

NOTA: CPS - Concentrado proteico de soro; IPS - Isolado proteico de soro.

Isolado proteico de soro

O isolado proteico de soro (IPS) tem 90% de proteína e entre 4% e 5,5% de água. Pelo seu alto grau de pureza, o IPS é usado extensivamente em suplementos nutricionais, bebidas esportivas e medicamentos (FOEGEDING; LUCK, 2002).

Hidrolisado

A introdução na dieta de hidrolisados enzimáticos, ricos em oligopeptídeos, especialmente dipeptídeos e tripeptídeos, é uma forma de melhorar a utilização da proteína. Estes preparativos têm sido utilizados em vários países como um suplemento dietético ou de necessidades fisiológicas das pessoas idosas, bebês, crianças, atletas, para controlar o peso por meio de dieta. São usados extensamente hidrolisados de proteína, porque os aminoácidos fornecidos por hidrolisados proteicos são absorvidos rápido e completamente comparada com a proteína não hidrolisada (SOUZA et al., 2008).

Fontes de proteínas que podem ser usadas para a preparação de hidrolisados são a caseína isolada e a proteína do leite. No entanto, nos países subdesenvolvidos, esta proteína tem de ser importada, o que poderia causar um aumento considerável dos custos. Como alternativa, poderia ser usado *Bacillus subtilis* e pancreatina, uma enzima que pode hidrolisar a proteína, obtendo-se oligopeptídeos com um desem-

penho de 37,12%, de acordo com estudos realizados por Souza et al. (2008).

Fórmula infantil

O desenvolvimento de fórmulas infantis baseia-se principalmente em leite bovino e seus derivados, como substituto do leite humano. Quando nos anos 70 foram desenvolvidas as fórmulas infantis à base de soro, a fim de simular o leite humano, a atenção voltou-se para o desenvolvimento desses produtos. Isto marcou o início do desenvolvimento de formulações infantis por meio da mistura de quantidades iguais de leite desnatado, soro de leite desmineralizado e outros componentes, como vitaminas, minerais e aminoácidos (WIT, 2003).

O principal problema com esses produtos tem sido a utilização de beta-lactoglobulina. Esta proteína está ausente no leite humano e constitui uma importante causa de alergia infantil, o que limita o uso de leite bovino como matéria-prima para a produção de leite para lactentes (LUCENA et al., 2007).

Etanol

A produção de etanol pela conversão do soro de leite é uma alternativa interessante para a utilização deste subproduto industrial (DRAGONE et al., 2009). Na Irlanda, Nova Zelândia e nos Estados Unidos existem destilarias de soro em operação. Na fermentação é utilizada *Kluyveromyces*

marxianus var. *marxianus* (formalmente *fragilis*) e soro desproteínizado como substrato (MAWSON, 2003; DRAGONE et al., 2009). O processo pode ser operado sob condições assépticas, usando soro de leite pasteurizado à temperatura de fermentação entre 24 °C e 34 °C (MAWSON, 2003). Este processo de fermentação produz um rendimento de etanol de 75% a 85% do ideal, considerando que para cada quilo de etanol é necessário 0,538 kg de lactose metabolizada, o que reflete a importância da produção de etanol a partir de soro de leite.

Biomassa

Desde 1940, a biomassa de levedura vem sendo produzida comercialmente. Para este processo podem-se utilizar fontes baratas de carbono, como soro de leite inoculado com o *Kluyveromyces lactis*, um microrganismo excelente para produção de biomassa (GHALY; KAMAL; CORREIA, 2005). Este processo pode ser descrito como uma reação bioquímica de lactose para a produção de células microbianas (biomassa), como o principal produto (GHALY; KAMAL; CORREIA, 2005).

Levedura para a indústria de panificação

O soro em pó é utilizado como um ingrediente na indústria de panificação, para melhorar sabor e características de qualidade. Volume, textura da crosta e retenção de frescor no trigo de pão, esses recursos são fornecidos pela incorporação de uma combinação de emulsionantes e soro em pó (WIT, 2003).

Dois processos foram desenvolvidos para a produção de leveduras para a indústria de panificação. No primeiro, a lactose é hidrolisada com beta-galactosidase e, posteriormente, glucose e galactose são simultaneamente consumidas pela levedura (MAWSON, 2003). O segundo processo emprega uma fermentação em dois estádios. No início, as bactérias do ácido láctico convertem a lactose em lactato, que é

consumido na segunda fase pela levedura. Por fim, a biomassa pode ser mecânica ou biologicamente degradada para eliminar os componentes celulares que podem ser purificados e convertidos em produtos de alto valor (MAWSON, 2003).

Ácido orgânico

Vários ácidos orgânicos como butírico e propiônico podem ser obtidos por meio da fermentação do soro de leite. Na fermentação do soro, o álcool ainda pode ser metabolizado em ácido acético por *Acetobacter* spp. Este processo é utilizado para a produção de vinagre, produto usado em saladas e outros alimentos da cozinha, sem grandes diferenças em relação ao vinagre tradicional (WIT, 2003).

O soro constitui também um meio de cultura para produção de ácido láctico por meio da biotecnologia. A fermentação láctica é tipicamente realizada em batelada utilizando-se um complexo de espécies homofermentativas como *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* e *Lactobacillus casei* onde as fontes nutricionais como licor de milho, malte ou extrato de levedura podem ser complementadas com o meio (WIT, 2003).

Bebida láctea

O termo bebidas lácteas é definido num âmbito geral segundo a Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005 (BRASIL, 2005). Tem amplo sentido e pode englobar uma gama de produtos fabricados com leite e soro. Segundo essa Instrução Normativa, bebida láctea é conceituada como o produto lácteo resultante da mistura do leite in natura, leite pasteurizado, leite esterilizado, leite UHT, leite reconstituído, leite concentrado, leite em pó, leite integral, leite semidesnatado ou parcialmente desnatado e leite desnatado e soro de leite, líquido, concentrado ou em pó, adicionado ou não de produto alimentício ou substância alimentícia, gordura vegetal, leite fermentado, fermentos lácteos selecionados

e outros produtos lácteos. A base láctea representa pelo menos 51% m/m do total de ingredientes do produto, fermentado mediante a ação de microrganismos específicos e/ou adicionado de leite fermentado e que não poderá ser submetido a tratamento térmico após a fermentação. Além do soro, do leite e dos cultivos de bactérias lácticas já tradicionais, as bebidas lácteas podem conter na sua formulação, acidulantes, aromatizantes, reguladores de acidez, estabilizantes, espessantes, emulsificantes, corantes, conservantes, pedaços, polpa ou sucos de frutas e mel (BRASIL, 2005).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O descarte de soro pelas indústrias de queijo tem gerado problema de contaminação ambiental mundial associado ao seu alto potencial poluidor. Deve-se considerar que o soro de leite constitui uma matéria-prima de alto valor biológico, funcional e tecnológico e que o seu uso deve ser potencializado pelas indústrias, a fim de aproveitar todas as suas propriedades e minimizar os impactos ambientais negativos gerados com o seu descarte.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 ago. 2005.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 71, de 21 de setembro de 2004. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 set. 2004.

ANTUNES, A.J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. Barueri, SP: Manole, 2003. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=1raIw30CqEwC&oi=fnd&pg=PA9&dq=composi%C3%A7%C3%A3o+do+soro+de+leite&ots=Kufm8pNImI&sig=VTaMxUlabCaIqY90_us6sDN8jo#v=onepage&q

=composi%C3%A7%C3%A3o%20do%20soro%20de%20leite&f=false>. Acesso em: 9 abr. 2011.

COPAM; CERH-MG. Deliberação Normativa nº 1, de 5 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, 13 maio 2008. Diário do Executivo.

DRAGONE, G. et al. **Characterisation of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation**. **Food Chemistry**, v.112, n.4, p.929-935, Feb. 2009.

ESPER, L. M. R. **Diagnóstico da qualidade de ricotas comercializadas no Município de Campinas-SP**. 2006. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

FOEGEDING, E.; LUCK, P. Whey protein products. In: CABALLERO, B.; TRUGO, L.; FINGLAS P. (Ed.). **Encyclopedia of Foods Sciences and Nutrition**. New York: Academic Press, 2002. p. 1957-1960.

GHALY, A. E.; KAMAL, M.; CORREIA, L.R. Kinetic modelling of continuous submerged fermentation of cheese whey for single cell protein production. **Bioresource Technology**, v. 96, n.10, p.1143-1152, July 2005.

KOSIKOWSKI, F.V. Whey utilization and whey products. **Journal of Dairy Science**, v.62, n.7, p.1149-1160, July 1979.

KOUTINAS, A. et al. Whey valorisation: a complete and novel technology development for dairy industry starter culture production. **Bioresource Technology**, v.100, n.15, p. 3734-3739, Aug. 2009.

LINDEN, G.; LORIENT, D. **Bioquímica agroindustrial**. Zaragoza: Acribia, 1996. 428p.

LONDOÑO URIBE, M. et al. **Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei***. **Revista Facultad Nacional Agronomía**, Medellín, v. 61, n.1, p. 4409-4421, 2008.

LOURENÇO, E. J. **Tópicos de proteínas de alimentos: proteínas do leite bovino**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p.179-231.

LUCENA, M. et al. **a-Lactalbumin precipitation from commercial whey protein**

concentrates. **Separation and Purification Technology**, v.52, n.3, p.446-453, Jan. 2007.

MAWSON, J. Fermentation of whey. In: CABALLERO, B. (Ed.). **Encyclopedia of Foods Sciences and Nutrition**. 2.ed. London: Academic Press, 2003. p.6157-6163.

MUÑI, A. et al. Eficiencia de un sistema de ultrafiltración/nanofiltración tangencial en serie para el fraccionamiento y concentración del lactosuero. **Científica**, v.15, n.4, p.361-367, 2005.

NICOLAU, E.S. et al. **Soro de queijo: importância e características nutricionais**. Belo Horizonte: Laticínios Net, 2004. Disponível em: <http://www.laticinio.net/inf_tecnicas.asp?cod=40>. Acesso em: 25 mar. 2011.

PACHECO, M.T.B. et al. Propriedades funcionais de hidrolisados obtidos a partir de concentrados protéicos do soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.2, p.333-338, abr./jun. 2005.

PAIXÃO eterna por queijos: ricota. Blog Panela doce de Thyfani T. Junkes. Itajaí, 2008. Disponível em: <<http://paneladoce.blogspot.com/2010/06/paoxao-eterna-porqueijos.html>>. Acesso em 2 maio 2011.

PARRA HUERTAS, R. A. Whey: importance in the food industry. **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, Medellín, v.62, n.1, p.4967-4982, Jan./June 2009.

SILVA, D.J.P. **Diagnóstico do consumo de água e da geração de efluentes em uma indústria de laticínios e desenvolvimento de um sistema multimídia de apoio**. 2006. 83f. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

SOUZA, M.W.S. de et al. Obtaining oligopeptides from whey: use of subtilisin and pancreatin. **American Journal of Food Technology**, v. 3, n.5, p.315-324, 2008.

U.S. DAIRY EXPORT COUNCIL. **Reference manual for U.S. whey and lactose products**. Arlington: 2004. Disponível em: <<http://www.usdec.org/library/Publication-sInfo.cfm?ProductType=Whey&mnItemNumber=82207&snItemNumber=82218&tnItemNumber=82261&Category=Manuals>>. Acesso em: abr. 2011.

WIT, J. Dairy ingredients in non-dairy foods. In: FRANCIS, F. (Ed.). **Encyclopedia of Food Science and Technology**. New York: J. Wiley. 2003 p.718-727.



Veja no próximo

INFORME AGROPECUÁRIO

Revitalização de nascentes e produção de água

Planejamento estratégico de propriedades rurais para conservação de recursos naturais

Tecnologias para conservação de nascentes

Recuperação e conservação de matas ciliares

Sistemas agroflorestais como prática de manejo em bacias hidrográficas

Sustentabilidade do eucalipto e os confrontos com os recursos hídricos

Qualidade de água em bacias hidrográficas

Leia e Assine o INFORME AGROPECUÁRIO
(31) 3489-5002 - publicacao@epamig.br
www.informeagropecuario.com.br

Pesquisa e tecnologia para a agricultura orgânica



O livro **Tecnologias para produção orgânica** contém informações relevantes sobre produção orgânica, refletindo a demanda crescente da sociedade por uma agricultura livre de resíduos de agrotóxicos e que promova a produção sustentável de alimentos com qualidade.

Resultados de pesquisas recentes, processos tecnológicos já disponíveis ao produtor e aspectos relacionados à certificação, regulamentação e registro de produtos são abordados nesta publicação com o objetivo de contribuir para o crescimento da agricultura orgânica no estado de Minas Gerais.

Este livro promove a atualização técnica de profissionais, produtores e estudantes interessados nos diferentes aspectos que envolvem a cadeia de produção orgânica de alimentos no Brasil.

Informações e aquisição

(31) 3489 5002

(31) 3891-2646

publicacao@epamig.br

Ferramentas de qualidade: aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na indústria de laticínios

Vanessa Aglaê Martins Teodoro¹

Denise Sobral²

Gisela de Magalhães Machado³

Renata Golin Bueno Costa⁴

Junio César Jacinto de Paula⁵

Elisângela Michele Miguel⁶

Resumo - Os programas de qualidade como as Boas Práticas de Fabricação, os Procedimentos-Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) têm sido cada vez mais empregados pelas indústrias de laticínios, seja por exigência dos órgãos de inspeção, seja pelo próprio mercado. As ferramentas de garantia de qualidade auxiliam na implantação e na implementação desses programas. O Diagrama de Causa e Efeito constitui uma excelente ferramenta para tomada de decisão que pode ser utilizada com sucesso para solucionar problemas ou atingir um objetivo previamente estabelecido.

Palavras-chave: Laticínio. Gestão. Qualidade total. Melhoria de processo. Ishikawa.

INTRODUÇÃO

O consumidor está cada vez mais exigente e consciente de seus direitos. Este fato intensificou-se, principalmente, a partir da década de 1990, quando foi aprovado, no Brasil, o Código de Defesa do Consumidor. Dessa forma, pode-se afirmar que garantir a qualidade do produto deixou de ser um diferencial para as empresas e passou a ser uma necessidade (CALDEIRA FILHO, 2009).

Nas últimas décadas, as indústrias de alimentos têm buscado implementar sistemas para gestão, garantia, controle e inspeção da qualidade de seus processos e

produtos. Esse fato visa atender às legislações e às exigências dos consumidores, o que possibilita a sobrevivência, a competitividade, a ampliação das atividades e a busca por novos mercados.

Toda empresa que deseja aumentar sua eficácia deve reduzir as perdas da produção, e ter como meta, o elo entre a produtividade e a qualidade de seus produtos. Segundo Caldeira Filho (2009), o mercado estabelece o preço de venda, logo, uma empresa só terá lucro se diminuir seus custos. Por outro lado, uma indústria somente conseguirá uma redução de seus custos de fabricação, por exemplo, com a diminuição

de perdas e de desperdícios. Assim, quando se consegue aliar qualidade ao aumento da produtividade e do rendimento e à redução de desperdícios, é possível alcançar uma boa margem de lucro.

Os principais programas de garantia da qualidade e inocuidade de leite e derivados, com implementação obrigatória, são os Procedimentos-Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e as Boas Práticas de Fabricação (BPF), também conhecidos como Programas de Pré-Requisitos (PPR), além do Sistema Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC). Atualmente, esses programas têm sido

¹Médica-Veterinária, M.Sc., Prof^ª/Pesq. EPAMIG-ILCT, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: vanessa.teodoro@epamig.br

²Eng^ª Alimentos, M.Sc., Prof^ª/Pesq. EPAMIG-ILCT, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: denisesobral@epamig.br

³Eng^ª Alimentos, M.Sc., Prof^ª/Pesq. EPAMIG-ILCT, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: giselammachado@epamig.br

⁴Eng^ª Alimentos, D.Sc., Prof^ª/Pesq. EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: renata.costa@epamig.br

⁵Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc., Prof./Pesq. EPAMIG-ILCT, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: junio@epamig.br

⁶Bacharel Ciência e Tecnologia de Laticínios, M.Sc., Prof^ª/Pesq. EPAMIG-ILCT/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 183, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: elismicheli@epamig.br

tratados como Programas de Autocontrole pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

FERRAMENTAS DA QUALIDADE

O conceito de qualidade vem evoluindo ao longo dos anos. Inicialmente, associava-se à conformidade e às especificações, posteriormente, à visão de satisfação do cliente. Essa satisfação relaciona-se, principalmente, a fatores como prazo e pontualidade de entrega, condições de pagamento, atendimento pré e pós-venda, flexibilidade (CALDEIRA FILHO, 2009), além de satisfação das características sensoriais exigidas pelo consumidor.

Para Ishikawa (1997), o termo qualidade aborda trabalho, serviço, informação, processo, divisão, pessoal, incluindo operários, engenheiros, gerentes e executivos, qualidade de objetivos, dentre outros. O enfoque básico é controlar a qualidade em todas as suas manifestações.

Qualidade total representa a busca da satisfação, não só do cliente, mas de todas as partes interessadas como funcionários, acionistas, governo, comunidade, meio ambiente, enfim, todos que representam entidades significativas na existência da empresa (CALDEIRA FILHO, 2009).

A garantia da qualidade dentro do Programa de Qualidade Total, segundo Campos (1996), é uma conquista que pode ser alcançada pelo gerenciamento correto de todas as atividades relacionadas com a qualidade, buscando sistematicamente a eliminação das falhas, com vistas à satisfação total das necessidades dos consumidores. Para Souza et al. (1994), sua implantação implica na mobilização dos seus vários departamentos ou setores e na participação ativa de todos os seus colaboradores. A fim de incentivar e viabilizar essa participação faz-se necessário treinar os funcionários dos vários escalões para identificar e analisar problemas, visando promover a melhoria contínua de

seus processos e a padronização de seus procedimentos (CALDEIRA FILHO, 2009). Para isso, é necessário que haja Ferramentas para desenvolver e atingir os objetivos.

Ferramentas da qualidade são técnicas utilizadas com a finalidade de definir, mensurar, analisar e propor soluções para os problemas que interferem no bom desempenho dos processos produtivos. Para compreender e melhorar esses processos, são necessários o conhecimento e a aplicação de uma série de ferramentas ou técnicas. O hábito de disciplinar a busca de soluções com ferramentas adequadas evita a ocorrência de falhas muito comuns nas decisões do cotidiano como conclusão por intuição, tomada de decisões pelo caminho mais curto, dimensionamento inadequado do problema, satisfação com uma única solução, isolamento do problema ou omissão de detalhes (CALDEIRA FILHO, 2009).

Várias são as ferramentas que podem ser aplicadas na indústria de laticínios e que auxiliam na tomada de decisão como o Programa 5 Sentidos e as ferramentas 5W + 1H ou 2H, *kanban*, *kaizen*, Círculos de Controle de Qualidade, *Brainstorming*, Desdobramento da Função Qualidade (QFD), o Ciclo Plan, Do, Check e Act (PDCA), a Análise dos Modos e dos Efeitos das Falhas (FMEA), a técnica de Análise da Árvore de Falhas (FTA), além do Diagrama de Causa e Efeito.

DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO (ISHIKAWA)

Este Diagrama, também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe, foi idealizado pelo professor Kaoru Ishikawa, em 1943 (O GERENTE, 2006), e tem como objetivo identificar as causas de um problema em estudo ou de um efeito desejado. É utilizado na fase de análise dos problemas levantados pelo grupo, por exemplo, durante um *Brainstorming* e identifica a relação entre uma característica da qualidade e os fatores que a determinam. Constitui um diagrama de registro das diversas causas

de um problema, a partir da análise e das classificações das prováveis origens dessas causas, razão pela qual é conhecido também como de causa e efeito (CAMPOS, 1996).

Assim, pode-se dizer que foi desenvolvido para representar a relação entre o “efeito” e todas as possibilidades de causas que podem contribuir para esse efeito. Seu desenho facilita a visualização das várias causas que afetam um processo, por classificação e relação, tomando a forma de uma espinha de peixe (O GERENTE, 2006).

O Diagrama é um instrumento muito usado para estudar quais fatores determinam os resultados que se deseja obter (processo, desempenho, oportunidade) e quais as causas de problemas que se precisa evitar (defeitos, falhas, variabilidade) (SANTOS, 2009).

Os benefícios da utilização do Diagrama de Causa Efeito são evidentes, na medida em que foca no aperfeiçoamento do processo, envolve toda a equipe de trabalho e promove um registro visual das causas potenciais que podem ser revistas e atualizadas (O GERENTE, 2006).

Essa ferramenta, segundo o Gerente (2006), possibilita:

- a) identificar as informações a respeito das causas do problema;
- b) organizar e documentar as causas potenciais de um efeito ou característica de qualidade;
- c) indicar o relacionamento de cada causa e subcausa às demais e ao efeito ou característica de qualidade;
- d) reduzir a tendência de procurar uma causa “verdadeira”, em prejuízo do desconhecimento ou esquecimento de outras causas potenciais.

Transmeth (2009) cita como pontos fracos do Diagrama a não apresentação dos eventuais relacionamentos entre as diferentes causas e a ausência de foco nas causas que devem ser efetivamente eliminadas. Para sanar estes pontos fracos, sugere a utilização combinada do Diagrama de Ishikawa com uma ferramenta de focalização.

Metodologia do Diagrama de Causa e Efeito

O processo inicia-se com o levantamento de um problema ou efeito a ser analisado, acompanhado de uma descrição, onde e quando ocorre e qual a sua extensão. Segundo Santos (2009), o problema a ser investigado deve ser definido de forma precisa, ou seja, devem ser evitados termos abstratos e ideias muito genéricas. Em seguida, deve-se encontrar o maior número possível de causas que possam contribuir para gerar o efeito, terminando o processo com a eleição da causa principal ou causas principais (CAMPOS, 1996), focando naquelas possíveis de ser sanadas. Na etapa de levantamento das causas, é necessária uma discussão franca e aberta, em que se pode utilizar um método efetivo de condução da reunião com este objetivo, a Ferramenta da Qualidade *Brainstorming* (CAMPOS, 1996), com pessoas envolvidas no processo. As sugestões devem ser resumidas em poucas palavras (SANTOS, 2009).

Para facilitar a identificação e a análise, recomenda-se agrupar as causas em categorias, compostas por palavras que iniciam com a letra M e variam em número de componentes: método, mão de obra, material, máquina, meio ambiente, manutenção (CAMPOS, 1996), matéria-prima, mensuração (O GERENTE, 2006). Santos

(2009) também inclui o “Management” ou gestão. Podem ser utilizadas, ainda, as categorias 4Ps, a saber: política, procedimentos, pessoal e planta (SANTOS, 2009). Essas categorias funcionam, na realidade, como um guia para definição das causas. Cada autor sugere um número diferente de categorias, que variam de acordo com a empresa e/ou com a situação específica com que se deseja trabalhar, não constituindo, portanto, uma regra.

A partir de uma lista bem definida de possíveis causas, as mais prováveis são

identificadas, selecionadas e estudadas para uma melhor análise e para subsequente eliminação (O GERENTE, 2006).

Os componentes do Diagrama são representados graficamente na forma de espinha de peixe, conforme apresentados na Figura 1 e detalhados na Figura 2.

Quando o Diagrama de Causa e Efeito é utilizado para fins de planejamento, a atenção deve ser concentrada sobre um resultado desejado. A seta principal aponta para o que se deseja que aconteça, e as setas menores dos ramos representam os

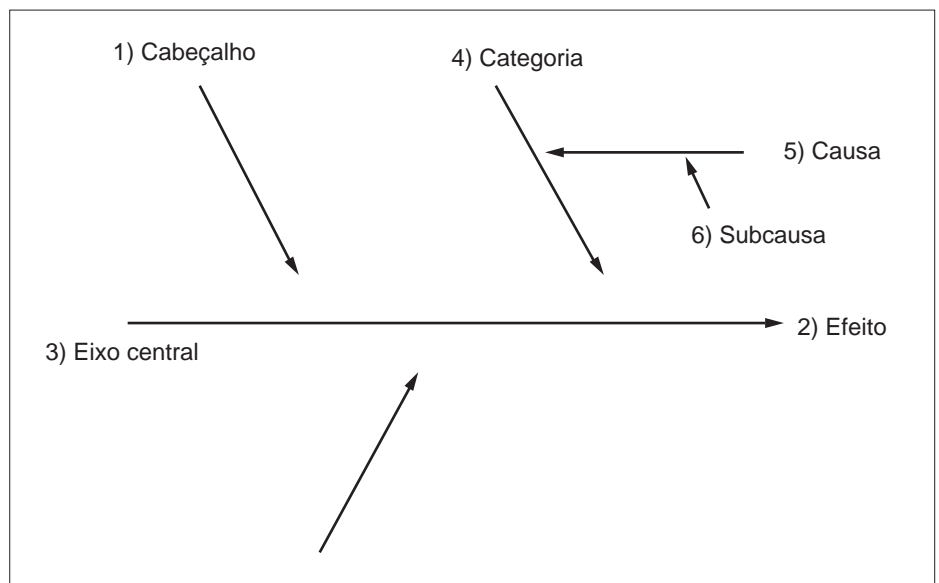


Figura 1 - Componentes do Diagrama de Causa e Efeito
FONTE: O Gerente (2006).

1) *Cabeçalho*: Título, data, autor (ou grupo de trabalho)

2) *Efeito*: Contém o indicador de qualidade e o enunciado do projeto (problema). É escrito no lado direito, desenhado no meio da folha.

O efeito ou problema é fixado no lado direito do desenho, e as influências ou causas maiores são listadas no lado esquerdo.

3) *Eixo central*: Uma flecha horizontal, desenhada apontando para o efeito. Usualmente desenhada no meio da folha.

4) *Categoria*: Representa os principais grupos de fatores relacionados com o efeito. As flechas são desenhadas inclinadas, as pontas convergindo para o eixo central.

5) *Causa*: Causa potencial, dentro de uma categoria que pode contribuir com o efeito. As flechas são desenhadas em linhas horizontais, apontando para o ramo de categoria.

6) *Subcausa*: Causa potencial que pode contribuir com uma causa específica. São ramificações de uma causa.

Figura 2 - Detalhamento dos componentes do Diagrama de Causa e Efeito

FONTE: O Gerente (2006).

vários meios necessários para alcançar o resultado (O GERENTE, 2006). Essa ferramenta auxilia na organização do pensamento e sua utilização facilita a distinção da verdadeira causa de um problema (IBIAPINA, 2005).

Os passos para construção do Diagrama Causa e Efeito estão descritos na Figura 3.

Durante a sessão para montagem do Diagrama de Causa e Efeito deve ser oferecida total liberdade aos participantes, induzindo-os à participação. Devem ainda, ser evitadas críticas, discussão ou mesmo interpretação de ideias (IBIAPINA, 2005).

Este procedimento é caracterizado pela execução de duas atividades diferentes: o levantamento de maior quantidade possível de causas e o arranjo das causas de forma sistemática. Uma das dificuldades, que frequentemente ocorre, é a de onde alocar uma determinada causa. No entanto, isto não é significativo. O importante é que a causa tenha sido lembrada (CAMPOS, 1996).

Ao construir o Diagrama de Causa e Efeito, as causas devem ser arranjadas de forma sistemática, partindo das espinhas pequenas para as médias e destas para as espinhas grandes e colocadas na forma de flechas apontadas para o problema ou efeito que se deseja obter (Fig. 4).

Segundo Campos (1996), é preciso fazer tantos Diagramas quanto forem os efeitos ou problemas estudados. Depois que as ideias forem exauridas e compreendidas, devem-se identificar as causas mais prováveis, destacando-as no Diagrama. Para essas causas selecionadas, devem-se então, desenvolver e implantar as soluções. O acompanhamento do problema, de preferência por meio de itens quantificáveis, permite determinar se as soluções implementadas corrigiram de fato as causas reais. Se isso não ocorrer, o Diagrama deve ser refeito até que todos concordem que o problema tenha sido solucionado.

1. Definir o efeito: estabelecer o efeito que se deseja alcançar, ou seja, uma característica da qualidade (CAMPOS, 1996) ou um problema a ser estudado (SANTOS, 2009). O efeito pode ser um problema, como "erros em pedidos" ou algo que necessite ser descrito em termos de qualidade, como "desenvolver o melhor treinamento em motivação gerencial" (O GERENTE, 2006).
2. Conhecer e entender o processo: observar, documentar, conversar com pessoas envolvidas (SANTOS, 2009).
3. Gerar ideias: reunir um grupo para discutir o problema, apresentar os fatos conhecidos, incentivar as pessoas a dar suas opiniões. Isso pode ser por meio de *Brainstorming* (SANTOS, 2009).
4. Organizar as informações: organizar todas as informações obtidas na etapa anterior, eliminar informações irrelevantes (SANTOS, 2009) e definir o maior número possível de causas que podem afetar o efeito da qualidade (CAMPOS, 1996).
5. Ordenar as causas: estabelecer as causas principais, secundárias, terciárias, etc. (SANTOS, 2009), isto é, definir as relações entre as causas e construir um diagrama de causa e efeito, ligando os elementos com o efeito da qualidade por relações de causa e efeito (CAMPOS, 1996).
6. Definir grau de importância para as causas: estipular uma importância para cada causa e assinalar aquelas particularmente importantes, que pareçam ter um efeito significativo na característica da qualidade (CAMPOS, 1996; SANTOS, 2009). Para Böhmerwald (1996), nessa etapa, o coordenador deve entrar em consenso com os participantes sobre as causas mais prováveis e priorizá-las por meio de votação.
7. Definir soluções: os participantes indicam as possíveis soluções para afastar as causas dos problemas a serem solucionados ou para a melhoria da qualidade (BÖHMERWALD, 1996).
8. Registro: registrar quaisquer informações necessárias (CAMPOS, 1996).

Figura 3 - Passos para construção do Diagrama de Causa e Efeito

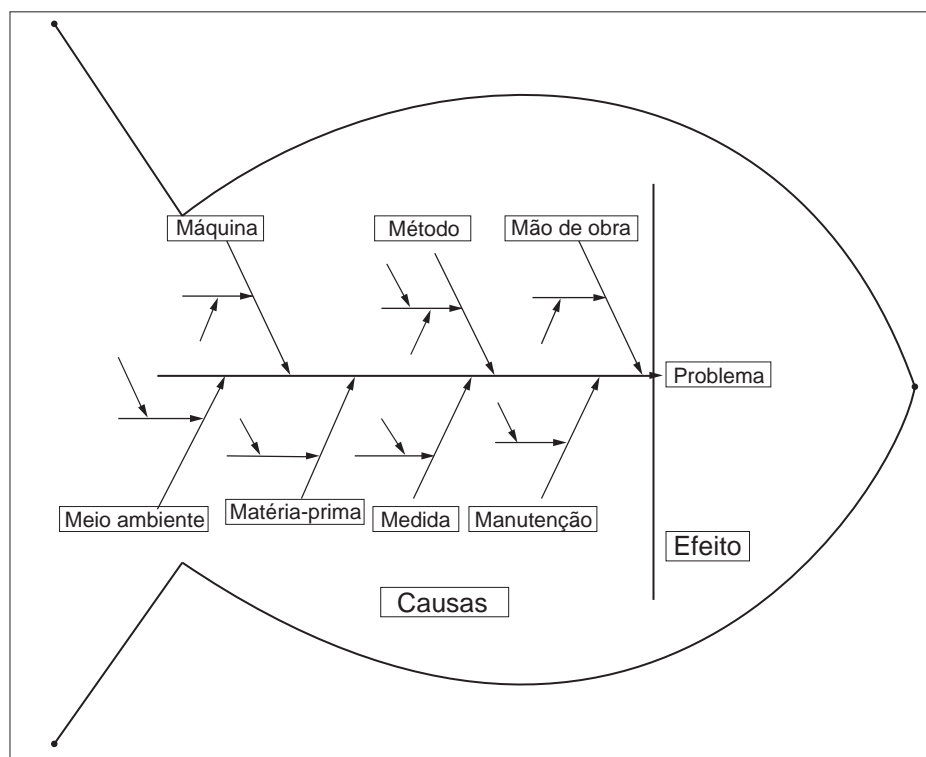


Figura 4 - Construção do Diagrama de Causa e Efeito

FONTE: Campos (1996).

Simulação da aplicação do Diagrama de Causa e Efeito na indústria de laticínios

Segue-se uma simulação da utilização da ferramenta Diagrama de Causa e Efeito com a finalidade de identificar as possíveis causas para um problema específico.

O primeiro passo foi definir como problema a contaminação de queijos frescos por *Listeria monocytogenes*. Posteriormente, realizou-se *Brainstorming* com uma equipe composta por profissionais da área de produção de queijos, físico-química, microbiologia e qualidade. Dessa forma, foram definidas as causas mais importantes, passíveis de acarretar contaminação do queijo fresco por *L. monocytogenes* e

possíveis de ser controladas. Essas causas foram então separadas por categorias (mão de obra, matéria-prima, método, medidas, máquinas e meio ambiente) e agrupadas, conforme a relação existente entre elas. O passo seguinte foi a montagem do Diagrama e a discussão de como atuar em cada uma dessas causas para prevenir e/ou controlar sua ocorrência.

De acordo com as informações levantadas nas discussões, foi possível elaborar o Diagrama representado na Figura 5.

Memorando das causas: controle e prevenção

As ações corretivas, as medidas preventivas e de controle foram descritas detalhadamente no memorando do processo.

A Figura 6 demonstra, sem detalhes, os itens e os subitens trabalhados pela equipe.

A seguir, será apresentada a descrição do primeiro item do memorando, mão de obra, com detalhamento de sua causa e subcausa:

Mão de obra

a) causa: contaminação de origem fecal por manipulador doente ou portador.

Os colaboradores que manipulam alimentos e que podem contaminá-los de forma direta ou indireta devem-se submeter aos exames de rotina como os de fezes, urina e sangue por intermédio dos órgãos competentes de saúde antes do seu ingresso na indústria e, depois,

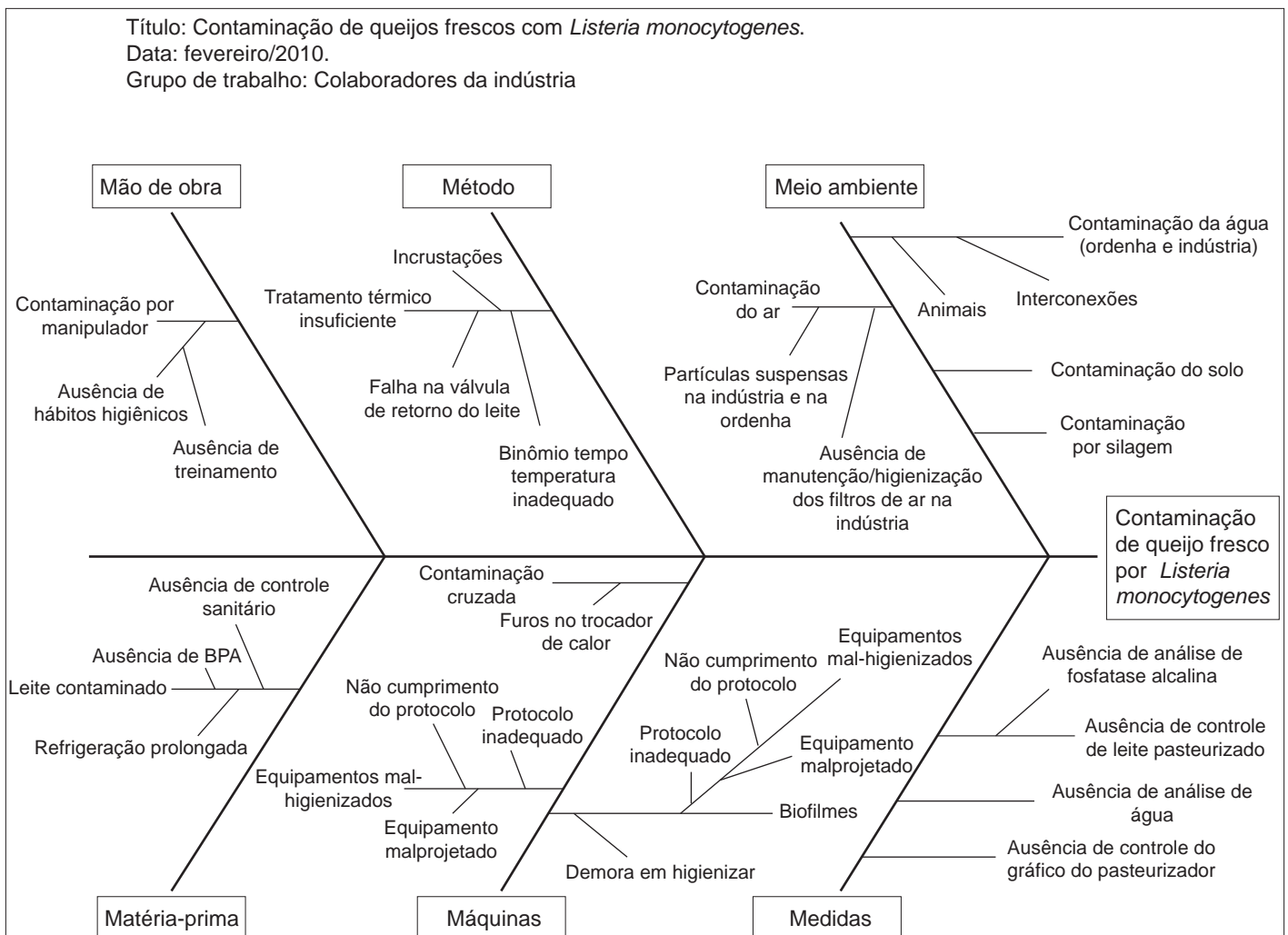


Figura 5 - Diagrama de Causa e Efeito para a contaminação de queijos frescos com *Listeria monocytogenes*

NOTA: BPA - Boas Práticas Agrícolas.

I. MÃO DE OBRA

CAUSA 1: Contaminação de origem fecal por manipulador doente ou portador

Subcausa 1.1: Ausência de hábitos higiênicos

Subcausa 1.2: Ausência de treinamento

II. MEIO AMBIENTE

CAUSA 1: Contaminação do ar

Subcausa 1.1: Ausência de manutenção/higienização dos filtros de ar na indústria

Subcausa 1.2: Contaminação por partículas suspensas no ar na ordenha e na indústria

CAUSA 2: Contaminação da água (na ordenha e na indústria)

Subcausa 2.1: Acesso dos animais à fonte de água ou contaminação fecal

Subcausa 2.2: Interconexões

CAUSA 3: Contaminação do ambiente por silagem

CAUSA 4: Contaminação pelo solo

III. MÉTODO

CAUSA 1: Tratamento térmico insuficiente

Subcausa 1.1: Binômio tempo temperatura inadequado

Subcausa 1.2: Incrustações

Subcausa 1.3: Falha no funcionamento da válvula de retorno do leite

IV. MEDIDAS

CAUSA 1: Ausência de controle do gráfico do pasteurizador

CAUSA 2: Ausência da análise de água

CAUSA 3: Ausência de controle do leite pasteurizado

Subcausa 3.1: Ausência de análises de fosfatase alcalina

V. MATERIAIS (equipamentos)

CAUSA 1: Equipamentos mal-higienizados

Subcausa 1.1: Não cumprimento do protocolo de higienização

Subcausa 1.2: Equipamentos malprojetados

Subcausa 1.3: Protocolo de higienização inadequado

CAUSA 2: Formação de biofilmes

Subcausa 2.1: Demora em higienizar equipamentos

Subcausa 2.2: Equipamentos mal-higienizados

a) Não cumprimento do protocolo de higienização

b) Equipamentos malprojetados

c) Protocolo de higienização inadequado

CAUSA 3: Contaminação cruzada

Subcausa 3.1: Furos no trocador de calor

VI. MATÉRIA-PRIMA

CAUSA 1: Leite contaminado

Subcausa 1.1: Ausência de controle sanitário do rebanho (mastite)

Subcausa 1.2: Tempo prolongado de refrigeração do leite

Subcausa 1.3: Ausência de Boas Práticas Agropecuárias

periodicamente, a cada seis meses. Esses exames não são específicos para *Listeria*, mas podem indicar alguma alteração. Também deverá ser efetuado exame médico nos trabalhadores em outras ocasiões, quando existirem razões clínicas ou epidemiológicas.

Manipuladores suspeitos de serem portadores de microrganismos de alguma doença passível de ser veiculada por alimentos ou possuam feridas, infecções cutâneas, chagas ou diarreia ficam impedidos de trabalhar em qualquer área de manipulação de alimentos ou onde haja possibilidade de constituir fonte de contaminação direta ou indireta até que obtenha alta médica.

- subcausa 1: ausência de hábitos higiênicos.

A prática de hábitos higiênicos deve ser abordada nos treinamentos oferecidos aos funcionários. Porém, devem ser intensivamente trabalhados e vistoriados, a fim de evitar a contaminação por parte dos manipuladores. Na maioria dos casos, a mudança de hábitos impróprios é a questão mais complicada dentro das indústrias. Por isso, são importantes a conscientização e o treinamento. Deverá ser realizado controle adequado, para garantir o cumprimento dessas exigências.

As pessoas que ordenham, manipulam, armazenam, transportam, processam ou preparam leite e derivados são, na maioria das vezes, responsáveis por sua contaminação. Esta pode ser evitada por meio de higiene pessoal, comportamento e manipulação adequada. Isso deve ser feito a partir da manutenção de um nível adequado de limpeza pessoal, comportamento e operação de forma apropriada, a saber:

- pessoas que manipulam matérias-primas ou produtos semielaborados, as quais representam risco de contaminá-los, não devem entrar

Figura 6 - Itens do memorando do Diagrama de Causa e Efeito

em contato com nenhum desses produtos prontos para o consumo, enquanto não trocarem a roupa,

- manter os uniformes limpos e utilizá-los somente dentro da indústria,
 - manter os cabelos presos e protegidos por touca, e utilizar máscaras, ambas descartáveis,
 - uso de luvas está condicionado à ocorrência de treinamento adequado,
 - os homens devem manter-se barbados, com unhas limpas e curtas; as mulheres, além de manterem as unhas limpas e curtas, não devem usar adornos, esmaltes ou bases,
 - não comer ou fumar, tossir ou falar sobre os alimentos,
 - higienizar as mãos antes de iniciar os trabalhos e após o seu término, sempre que utilizar os sanitários, trocar de atividade, manipular produtos contaminados, crus ou semielaborados, manipular produtos químicos, e sempre que necessário,
 - não realizar procedimentos de higienização enquanto estiver produzindo,
 - cumprir todas as normas de higiene que se fizerem necessárias.
- subcausa 2: ausência de treinamento.

Treinamentos contínuos são necessários, com a finalidade de aprimorar as atividades exercidas pelos colaboradores. Esses treinamentos

devem abranger não somente as tecnologias, mas também, higienização, hábitos higiênicos, dentre outros.

O treinamento em higiene de alimentos consiste em demonstrar quais são os riscos para a contaminação e alteração da qualidade do alimento manipulado, por falha na higiene pessoal e no comportamento dos funcionários. Nestes treinamentos, deve constar o uso de máscaras e de luvas. Deve ser feito um trabalho intenso de motivação e conscientização. Os colaboradores devem-se sentir parte do processo produtivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Diagrama de Causa e Efeito é uma ótima ferramenta para definir as causas de um determinado problema, bem como as estratégias para atingir um efeito desejado. Essa ferramenta auxilia na organização do pensamento para tomada de decisão e sua utilização facilita a distinção da verdadeira causa de um problema, além de permitir maior interação entre as pessoas envolvidas no processo.

REFERÊNCIAS

BÖHMERWALD, P. **Gerenciando o Sistema de Sugestões**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Otoni, 1996.

CALDEIRA FILHO, O. Revisão bibliográfica. In: _____. **Uso de ferramentas da qualidade na melhoria dos processos de fabricação de tubos PVC extrudados**. 2004. cap.2, p.7-56. Dissertação (Mestra-

do em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2004. Disponível em: <http://www.dem.feis.unesp.br/posgraduacao/tesesp/odiloncaldeirafilho/capitulo2_revisao_bibliografica.pdf> Acesso em: 5 maio 2009.

CAMPOS, V.F. **TQC: “Controle da Qualidade Total”**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Otoni: UFMG, 1996.

O GERENTE. **Diagrama de Causa e Efeito**. [S.l., 2006]. Disponível em: <http://www.o gerente.com.br/qual/dt/qualidade-dt-diagrama_causa_efeito.htm>. Acesso em: 5 maio 2009.

IBIAPINA, F. L. P. **Avaliando a qualidade das áreas de suporte em uma instituição de saúde**: validando um modelo a partir da POCC – Próxima Operação como Cliente. 2005. Monografia (Especialização em Administração Hospitalar) – Universidade Gama Filho, Fortaleza. Disponível em: <<http://www.fundacaounimed.org.br/site/Monografias/FI%C3%A1vio%20L%C3%BAcio%20Pontes%20Ibiapina.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2009.

ISHIKAWA, K. **Controle da qualidade total**: à maneira japonesa. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 221p.

SANTOS, A. B. **Diagrama de Causa e Efeito**. São José do Rio Preto: UNESP, [2009]. Disponível em: <http://www.dcce.ibilce.unesp.br/~adriana/ceq/Material%20de%20aula/Diag_causa_efeito.doc>. Acesso em: 5 maio 2009.

SOUZA, R. de et al. **Sistema de gestão da qualidade**: para empresas construtoras. São Paulo: SEBRAE-SP, 1994.

TRANSMETH. **Diagrama de Causa e Efeito de Ishikawa**. [São Paulo, 2009]. Disponível em: <<http://www.numa.org.br/transmeth/ferramentas/ffishikawa.htm>>. Acesso em: 10 maio 2009.



Mudas de Videira

- Mudanças selecionadas.
- Produzidas pela moderna técnica de enxertia de mesa.
- Isentas de viroses.

Consulte as variedades disponíveis e informe-se sobre cursos em viticultura.

Núcleo Tecnológico EPAMIG Uva e Vinho
Av. Santa Cruz, 500 • Caldas • MG

(3 5) 3 7 3 5 1 1 0 1

epamig@epamigcaldas.gov.br



EPAMIG



INFORME AGROPECUARIO

Tecnologias para o Agronegócio



Assinatura e vendas avulsas
publicacao@epamig.br
(31) 3489-5002



INSTRUÇÕES AOS AUTORES

INTRODUÇÃO

O Informe Agropecuário é uma publicação seriada, periódica, bimestral, de caráter técnico-científico e tem como objetivo principal difundir tecnologias geradas ou adaptadas pela EPAMIG, seus parceiros e outras instituições para o desenvolvimento do agronegócio de Minas Gerais. Trata-se de um importante veículo de orientação e informação para todos os segmentos do agronegócio, bem como de todas as instituições de pesquisa agropecuária, universidades, escolas federais e/ou estaduais de ensino agropecuário, produtores rurais, empresários e demais interessados. É peça importante para difusão de tecnologia, devendo, portanto, ser organizada para atender às necessidades de informação de seu público, respeitando sua linha editorial e a prioridade de divulgação de temas resultantes de projetos e programas de pesquisa realizados pela EPAMIG e seus parceiros.

A produção do Informe Agropecuário segue uma pauta e um cronograma previamente estabelecidos pelo Conselho de Difusão de Tecnologia e Publicações da EPAMIG, conforme demanda do setor agropecuário e em atendimento às diretrizes do Governo. Cada edição versa sobre um tema específico de importância econômica para Minas Gerais.

Do ponto de vista de execução, cada edição do Informe Agropecuário terá um coordenador técnico, responsável pelo conteúdo da publicação, pela seleção dos autores dos artigos e pela preparação da pauta.

APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS ORIGINAIS

Os artigos devem ser enviados em CD-ROM ou pela Internet, no programa *Word*, fonte Arial, corpo 12, espaço 1,5 linha, parágrafo automático, justificado, em páginas formato A4 (21,0 x 29,7cm).

Os quadros devem ser feitos também em *Word*, utilizando apenas o recurso de tabulação. Não se deve utilizar a tecla *Enter* para formatar o quadro, bem como valer-se de “toques” para alinhar elementos gráficos de um quadro.

Os gráficos devem ser feitos em *Excel* e ter, no máximo, 15,5 cm de largura (em página A4). Para tanto, pode-se usar, no mínimo, corpo 5 para composição dos dados, títulos e legendas.

As fotografias a serem aplicadas nas publicações devem ser recentes, de boa qualidade e conter autoria. Podem ser enviadas em papel fotográfico (9 x 12 cm ou maior), cromo (*slide*) ou digitalizadas. As foto-grafias digitalizadas devem ter resolução mínima de 300 DPIs no formato mínimo de 15 x 10 cm e ser enviadas em CD-ROM ou ZIP disk, preferencialmente em arquivos de extensão TIFF ou JPG.

Não serão aceitas fotografias já escaneadas, incluídas no texto, em *Word*. Enviar os arquivos digitalizados, separadamente, nas extensões já mencionadas (TIFF ou JPG, com resolução de 300DPIs).

Os desenhos devem ser feitos em nanquim, em papel vegetal, ou em computador no *Corel Draw*. Neste último caso, enviar em CD-ROM ou pela Internet. Os arquivos devem ter as seguintes extensões: TIFF, EPS, CDR ou JPG. Os desenhos não devem ser copiados ou tirados de *Home Page*, pois a resolução para impressão é baixa.

PRAZOS E ENTREGA DOS ARTIGOS

Os colaboradores técnicos da revista Informe Agropecuário devem observar os prazos estipulados formalmente para a entrega dos trabalhos, bem como priorizar o atendimento às dúvidas surgidas ao longo da produção da revista, levantadas pelo coordenador técnico, pela Revisão e pela Normalização. A não-observância a essas normas trará as seguintes implicações:

- os colaboradores convidados pela Empresa terão seus trabalhos excluídos da edição;
- os colaboradores da Empresa poderão ter seus trabalhos excluídos ou substituídos, a critério do respectivo coordenador técnico.

O coordenador técnico deverá entregar ao Departamento de Publicações (DPPU) da EPAMIG os originais dos artigos em CD-ROM ou pela Internet, já revisados tecnicamente, 120 dias antes da data prevista para circular a revista. Não serão aceitos artigos entregues fora desse prazo ou após o início da revisão linguística e normalização da revista.

O prazo para divulgação de errata expira seis meses após a data de publicação da edição.

ESTRUTURAÇÃO DOS ARTIGOS

Os artigos devem obedecer a seguinte seqüência:

- título:** deve ser claro, conciso e indicar a idéia central, podendo ser acrescido de subtítulo. Devem-se evitar abreviaturas, parênteses e fórmulas que dificultem a sua compreensão;
- nome do(s) autor(es):** deve constar por extenso, com numeração sobrescrita para indicar, no rodapé, sua formação e títulos acadêmicos, profissão, instituição a que pertence e endereço. Exemplo: Eng^o Agr^o, D.Sc., Pesq. U.R. EPAMIG SM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: ctsm@epamig.br;
- resumo:** deve constituir-se em um texto conciso (de 100 a 250 palavras), com dados relevantes sobre a metodologia, resultados principais e conclusões;
- palavras-chave:** devem constar logo após o resumo. Não devem ser utilizadas palavras já contidas no título;
- texto:** deve ser dividido basicamente em: Introdução, Desenvolvimento e Considerações finais. A Introdução deve ser breve e focar o objetivo do artigo;
- agradecimento:** elemento opcional;
- referências:** devem ser padronizadas de acordo com o “Manual para Publicação de Artigos, Resumos Expandidos e Circulares Técnicas” da EPAMIG, que apresenta adaptação das normas da ABNT.

Com relação às citações de autores e ilustrações dentro do texto, também deve ser consultado o Manual para Publicações da EPAMIG.

NOTA: Estas instruções, na íntegra, encontram-se no “Manual para Publicação de Artigos, Resumos Expandidos e Circulares Técnicas” da EPAMIG. Para consultá-lo, acessar: www.epamig.br, entrando em Publicações ou Biblioteca/Normalização.



FAPEMIG

Em 2011, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) completa 25 anos de apoio à Ciência, Tecnologia e Inovação. Sua missão é induzir e fomentar a pesquisa e a inovação científica e tecnológica para o desenvolvimento do Estado.

Em 25 anos, a FAPEMIG apoiou mais de 10 mil projetos de pesquisa, concede anualmente cerca de 6 mil bolsas e mais de 1.200 apoios a eventos científicos. Hoje, a Fundação tem parcerias com empresas, instituições federais e estrangeiras, trabalhando para destacar a pesquisa mineira como vetor de desenvolvimento socioeconômico para o País.

FAPEMIG

Há 25 anos, sempre à frente do seu tempo

www.fapemig.br

Mapa de associados Junho/2011

Participação ativa em defesa do setor lácteo

1º Lugar no Ranking da Produção Nacional



Sindicato da Indústria de Laticínios do Estado de Minas Gerais



VALORIZE SUA EMPRESA, ASSOCIE-SE!

(31) 3223.1421 | silemg@silemg.com.br | www.silemg.com.br

