

INFORME

v. 28 - n. 238 - maio/jun. 2007 ISSN 0100-3364

AGROPECUÁRIO



EPAMIG

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

Agroindústria: leite e derivados



**GOVERNO
DE MINAS**

Construindo um novo tempo

Tem muito trabalho por trás de cada litro de leite.



Programas de fomento Danone: incentivando o desenvolvimento e a rentabilidade do produtor.



A Central de Compras é um dos principais programas de fomento da Danone. É uma ferramenta que proporciona ao produtor, maior poder de negociação uma vez que as compras são feitas por um pool de compradores em vez de apenas um. Além disso, a Central oferece também:

prazo de pagamento: até 40 dias da data do pedido,

economia de CPMF: as compras são descontadas diretamente do pagamento do leite, sem boleto bancário,

agilidade: as negociações podem ser feitas por e-mail ou telefone,

garantia de procedência: todos os fornecedores da Central de Compras são referência no setor,

Comodidade e planejamento: a compra de insumos pode ser programada para o ano todo. Possibilidade de estocar insumos em armazéns

Os programas de fomento da Danone incluem ainda o software GANet, o projeto de consultoria Educampo além de diversos treinamentos.

Seja mais um produtor parceiro, ligue ainda hoje para
(35) 3729 7871.



Todo
seu



Ivan quer um banco com
recursos disponíveis para
o custeio de sua produção.

bb.com.br/agronegocios-e

Esse Banco é todo seu.

Você que é produtor rural pode contar com um banco que oferece soluções em produtos e serviços para você produzir mais. O Banco do Brasil está do seu lado desde o plantio até a comercialização.

 **BANCO DO PRODUTOR RURAL**



Informe Agropecuário

Uma publicação da EPAMIG

v.28 n.238 maio/jun. 2007

Belo Horizonte-MG

Sumário

Editorial	3
Entrevista	4
Panorama do setor de lácteo <i>Marco Aurélio Marques Ferreira, Ronaldo Perez e Luiz Antônio Abrantes</i>	7
Evolução da legislação no setor de lácteos no Brasil <i>Vanessa Aglaê Martins Teodoro, Jader Fontoura da Silva e Maximiliano Soares Pinto</i>	14
Legislação brasileira de produtos lácteos com alegação de propriedades funcionais <i>Paulo César Stringheta, Miriam Aparecida Pinto Vilela e Tânia Toledo de Oliveira</i>	22
Bactérias psicotróficas e importância de seu controle na cadeia produtiva do leite <i>Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto, Maurílio Lopes Martins e Maria Cristina Dantas Vanetti</i>	29
Bactérias patogênicas em leite e produtos lácteos <i>Maria Cristina Dantas Vanetti</i>	38
Mastite bovina e seus reflexos na cadeia do leite <i>Heloiza Maria de Souza, Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto, Clarice Bechara Meurer, Bethânia Maria Rodrigues Alves, Adauto de Matos Lemos e Claudia Galvão Reis</i>	44
Resíduos de antibióticos e seus impactos na produção e consumo do leite <i>Daniel Arantes Pereira</i>	51
Queijo de coalho: características e tecnologia <i>Denise Sobral, Junio César Jacinto de Paula e Paulo Henrique Fonseca da Silva</i>	57
Queijo Minas artesanal: acompanhamento de características físico-químicas do queijo produzido na região do Serro <i>Danielle Braga Chelini Pereira, Gisela de Magalhães Machado, Márcia Aparecida Crivellari Porto e Alcy Laender de Brito</i>	64
Tecnologia para a fabricação de doce de leite <i>Ítalo Tuler Perrone</i>	67
Efeito do tratamento térmico do leite sobre as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de iogurte e bebida láctea fermentada <i>Maximiliano Soares Pinto e Vanessa Aglaê Martins Teodoro</i>	75
Projeto Via Láctea Miniúsinas de leite: uma inovação da EPAMIG-CT/ILCT para transferência e difusão de tecnologia <i>Nelson Luiz Tenchini de Macedo e Luiza Carvalhaes de Albuquerque</i>	80

Apresentação

A produção de leite no Brasil constitui uma das principais atividades agropecuárias em função de sua importância social e econômica. Representa um dos principais setores em geração de renda nacional e arrecadação tributária. Dentre os Estados brasileiros, Minas Gerais destaca-se como maior produtor do País.

Investimentos contínuos em pesquisas voltadas para a melhoria da qualidade e produtividade do leite, adequação e modernização da legislação, desenvolvimento de processos e produtos e comercialização são importantes e necessários para promover a competitividade e estimular o consumo interno e externo dos produtos lácteos nacionais.

Esta edição do Informe Agropecuário apresenta temas relevantes para a agroindústria de leite e derivados relacionados com a obtenção de produtos lácteos de alto valor agregado. Os artigos técnico-científicos foram redigidos por pesquisadores, professores e técnicos experientes na área e contemplam aspectos da produção de leite e sua importância socioeconômica, legislação, qualidade, processos, além de estratégias para difusão de tecnologia, com novos conceitos sobre a ampliação de mercado e inserção dos produtores.

*Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto
Luiza Carvalhaes de Albuquerque
Maria Regina de Miranda Souza*

ISSN 0100-3364

Informe Agropecuário	Belo Horizonte	v. 28	n. 238	p. 1-84	maio/jun.	2007
----------------------	----------------	-------	--------	---------	-----------	------

© 1977 EPAMIG

ISSN 0100-3364

INPI: 006505007

CONSELHO DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIA E PUBLICAÇÕES

Baldonado Arthur Napoleão

Luiz Carlos Gomes Guerra

Enilson Abrahão

Álvaro Sevarolli Capute

Maria Lélia Rodriguez Simão

Artur Fernandes Gonçalves Filho

Juliana Carvalho Simões

Cristina Barbosa Assis

Vânia Lacerda

COMITÊ EDITORIAL DA REVISTA INFORME AGROPECUÁRIO

Cristina Barbosa Assis

Departamento de Transferência e Difusão de Tecnologia

Vânia Lacerda

Divisão de Publicações

Maria Lélia Rodriguez Simão

Departamento de Pesquisa

José Joaquim Ferreira

Programa Produção de Leite

Fernando Antônio Resplande Magalhães

Programa Processamento Agroindustrial

Antônio Álvaro Corsette Purcino

Embrapa

Trazilbo José de Paula Júnior

Editor-técnico

PRODUÇÃO

**DEPARTAMENTO DE TRANSFERÊNCIA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA
DIVISÃO DE PUBLICAÇÕES**

EDITOR-EXECUTIVO

Vânia Lacerda

COORDENAÇÃO TÉCNICA

*Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto, Luiza Carvalhaes de Albuquerque
e Maria Regina de Miranda Souza*

REVISÃO LINGÜÍSTICA 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: *Rosângela Maria Mota Ennes,
Maria Alice Vieira, Fabriciano Chaves Amaral e Letícia Martinez*

Capa: *Letícia Martinez*

PUBLICIDADE

Décio Corrêa

Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - Cidade Nova

Caixa Postal, 515 - CEP 31170-000 Belo Horizonte-MG

Telefone: (31) 3489-5076

deciocorreia@epamig.br

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.

Assinatura anual: **6 exemplares**

Aquisição de exemplares

Setor Comercial de Publicação

Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - Cidade Nova

Caixa Postal, 515 - CEP 31170-000 Belo Horizonte - MG

Telefax: (31) 3489-5002

E-mail: publicacao@epamig.br - Site: www.epamig.br

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

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
Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária
EPAMIG, UFLA, UFMG, UFV



Governo do Estado de Minas Gerais
Aécio Neves
Governador
Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Gilman Viana Rodrigues
Secretário



Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Conselho de Administração
Gilman Viana Rodrigues
Baldonado Arthur Napoleão
Silvio Crestana
Maria Lélia Rodriguez Simão
Osmar Aleixo Rodrigues Filho
Décio Bruxel
Sandra Gesteira Coelho
Adauto Ferreira Barcelos
Willian Brandt
Joanito Campos Júnior
Helton Mattana Saturnino

Conselho Fiscal
Carmo Robilota Zeitune
Heli de Oliveira Penido
José Clementino dos Santos
Evandro de Oliveira Neiva
Márcia Dias da Cruz
Celso Costa Moreira

Presidência
Baldonado Arthur Napoleão

Diretoria de Operações Técnicas
Enilson Abrahão

Diretoria de Administração e Finanças
Luiz Carlos Gomes Guerra

Gabinete da Presidência
Álvaro Sevarolli Capute

Assessoria de Comunicação
Roseney Maria de Oliveira

Assessoria de Desenvolvimento Organizacional
Ronara Dias Adorno

Assessoria de Informática
Renato Damasceno Netto

Assessoria Jurídica
Nuno Miguel Branco de Sá Viana Rebelo

Assessoria de Planejamento e Coordenação
José Roberto Enoque

Assessoria de Relações Institucionais
Júlia Salles Tavares Mendes

Assessoria de Unidades do Interior
Carlos Alberto Naves Carneiro

Auditoria Interna
Carlos Roberto Ditadi

Departamento de Transferência e Difusão de Tecnologia
Cristina Barbosa Assis

Departamento de Pesquisa
Maria Lélia Rodriguez Simão

Departamento de Negócios Tecnológicos
Artur Fernandes Gonçalves Filho

Departamento de Prospecção de Demandas
Juliana Carvalho Simões

Departamento de Recursos Humanos
Flávio Luiz Magela Peixoto

Departamento de Patrimônio e Administração Geral
Mary Aparecida Dias

Departamento de Obras e Transportes
Luiz Fernando Drummond Alves

Departamento de Contabilidade e Finanças
Celina Maria dos Santos

Instituto de Laticínios Cândido Tostes
Gérson Occhi

Instituto Técnico de Agropecuária e Cooperativismo
Marcílio Valadares

Centro Tecnológico do Sul de Minas
Edson Marques da Silva

Centro Tecnológico do Norte de Minas
Marco Antonio Viana Leite

Centro Tecnológico da Zona da Mata
Juliana Cristina Vieccelli de Carvalho

Centro Tecnológico do Centro-Oeste
Cláudio Egon Facion

Centro Tecnológico do Triângulo e Alto Paranaíba
Roberto Kazuhiko Zito

Tecnologia é fundamental para a qualidade de leite e derivados

O Brasil está entre os principais produtores mundiais de leite; sendo a produção impulsionada especialmente pelo crescimento populacional. Ocupa a sétima posição e responde por 4,4% da produção mundial, com 23,3 bilhões de litros de leite por ano, com produtividade média de 1.181 litros/vaca/ano para atender a um consumo *per capita* médio de 137 litros/hab./ano.

A cadeia produtiva do leite é uma das mais importantes do País no setor agropecuário. Alterações estruturais durante a última década, como o aumento da produção, a redução do número de produtores, a queda no preço pago ao produtor, o aumento da preocupação com a segurança alimentar diante da expansão dos mercados interno e externo e a recente normatização da produção de leite no País, são fatores que têm estimulado as indústrias de laticínios a terem um maior rigor na seleção da matéria-prima, e a implantarem programas de pagamento de leite por qualidade, em detrimento aos antigos modelos com base no pagamento por volume de leite. Atualmente, a qualidade da matéria-prima é um dos maiores entraves ao desenvolvimento tecnológico e à consolidação da indústria de laticínios no Brasil.

Diante desse cenário, a pesquisa, a difusão e a transferência de tecnologias para a cadeia produtiva do leite tornam-se vitais, dando suporte ao crescimento do setor agroindustrial de leite e derivados. A EPAMIG vem contribuindo para o desenvolvimento do setor laticinista por meio de pesquisas e novas tecnologias geradas pelo Centro Tecnológico/Instituto de Laticínios Cândido Tostes (CT/ILCT), em Juiz de Fora, pioneiro em estudos sobre leite e derivados no País.

Esta edição do Informe Agropecuário apresenta um panorama do setor lácteo no Brasil e da evolução da legislação nessa área e ainda traz informações e tecnologias importantes para o setor agroindustrial de leite e derivados para obtenção de produtos lácteos de alta qualidade e competitividade.

Baldonado Arthur Napoleão
Presidente da EPAMIG



A evolução do setor de leite e derivados no Brasil



Paulo do Carmo Martins é economista, formado pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), com mestrado em Economia Rural pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e doutorado em Economia Aplicada pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). É professor da UFJF, onde ministra disciplinas nos cursos de graduação em Economia e Administração e nos MBA em Marketing, MBA em Logística e MBA em Gestão Estratégica. Foi secretário de Agropecuária e Abastecimento e secretário de governo da Prefeitura de Juiz de Fora, MG.

Atualmente é chefe-geral da Embrapa Gado de Leite, secretário-executivo da Câmara Setorial do Leite e Derivados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e membro da Câmara Setorial do Leite da Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais.

Possui diversos artigos publicados em revistas científicas, anais de congressos e em revistas de divulgação voltadas para a atividade leiteira.

É autor de livros sobre o sistema agroindustrial do leite, cooperativismo e cadeia produtiva do leite.

IA - *Quais as principais transformações ocorridas na cadeia agroindustrial do leite no Brasil nos últimos anos e seus impactos no setor lácteo?*

Paulo Martins - Mudou tudo nos últimos anos. Até 1990, a atividade leiteira era basicamente extrativa, daí a expressão popular “tirar leite”, substituída hoje pela expressão “produzir leite”. A primeira mudança foi no ambiente institucional. Em 1991, o governo deixou de tabelar o preço do leite e facilitou as importações de produtos lácteos. No começo, parecia que o setor iria sucumbir, pois os produtores não estavam acostumados a negociar preços para o seu produto. Ademais, os preços internacionais sempre foram artificiais, pois a Europa e os Estados Unidos colocavam no mercado seu excedente de produção a preços bem abaixo do custo de produção. Portanto, estes produtos chegavam no Brasil a um preço muito competitivo em relação ao produto nacional. Qua-

tro décadas de tabelamento de preços engessou a produção brasileira e não estimulou a busca de eficiência e qualidade por parte de produtores e laticínios. Já em 2004 ocorreu o Plano Real, que reduziu a inflação e isso, na prática, aumentou o poder de compra do consumidor. O resultado foi que aumentou o consumo abruptamente, estimulando a produção. Estes dois fatos, ou seja, o fim do tabelamento e o Plano Real mudaram em definitivo o setor de leite e derivados no Brasil.

IA - *O que ocorreu no setor de leite após esta mudança?*

Paulo Martins - Os produtores perceberam que somente seria possível sobreviver na atividade se incorporassem tecnologia, se aumentassem a produção e a produtividade. Com isso, é possível produzir a custos menores. Já a indústria trouxe para a atividade o conceito de logística, ou seja, a necessidade de otimizar processos. A cap-

tação de leite foi organizada, implantou-se a coleta a granel, com sistemas de roteamento informatizado das linhas, as novas plantas industriais também foram informatizadas e projetadas para processar volumes elevados, visando à busca de maiores escalas produtivas. Isso resultou na queda do custo de produção, captação, processamento e distribuição. A partir dessas mudanças é que se pode efetivamente falar em cadeia produtiva. Os produtores “tiradores de leite” estão sendo expulsos da atividade. Em geral são médicos, dentistas, advogados que pouca atenção davam à atividade e hoje têm dificuldade de manterem-se produtivos. Além disso, novas regiões passaram a merecer destaque na produção. Refiro-me à Região Sul, que tem na agricultura familiar eficiente seu ponto diferencial, e também às Regiões Centro-Oeste e Norte, que apresentam custos de produção mais baixos que os Estados tradicionais produtores: Minas Gerais e São Paulo.

Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.28, n.238, maio/jun. 2007



IA - Qual é a posição brasileira no mercado internacional de lácteos e suas perspectivas? É possível imaginar uma trajetória semelhante à da carne bovina no caso do leite?

Paulo Martins - O Brasil sempre foi um dos principais importadores de lácteos no mundo. Mas, desde 1991, a produção cresce mais que o consumo. Dessa forma, a produção nacional veio substituindo a importação e, desde 2005, somos auto-suficientes em leite, ou seja, importamos e exportamos derivados lácteos praticamente na mesma proporção. Somos, hoje, a sétima nação que mais produz, atrás dos EUA, Índia, Rússia, Alemanha, França e China. E, desses países, somente Índia e China podem continuar a aumentar a produção, por algum tempo. Nos demais, a produção está estagnada e deverá até cair, em função da redução dos estímulos dados pelos governos e pela agroenergia, que irá competir com o leite. Na verdade, desses países citados, somente o Brasil tem condições de aumentar a produção de leite continuamente, nas próximas décadas. Todavia, não acredito que o leite venha a ter uma importância tão grande na balança comercial, como tem a carne, pois todos os países produzem leite em alguma proporção. Mas é inegável que seremos um grande exportador em poucos anos. Para isso, temos de fazer o dever de casa, melhorando a qualidade da nossa matéria-prima e sendo mais agressivos no mercado internacional. Na verdade, o Brasil ainda não vende leite – o mundo é quem compra. Ainda não investimos em nada para sermos reconhecidos lá fora.

IA - O Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL), regulamentado pela Portaria 56/99 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, faz parte do “Programa de Modernização do Setor Lácteo no Brasil”. Na sua opinião, quais os resultados alcançados até o momento no âmbito deste Programa?

Paulo Martins - A Portaria é um importante marco legal, pois insere o leite na preocupação do Estado com a qualidade do produto. Em geral, marcos legais têm como conseqüências mudanças de posturas no setor produtivo e, sob esse aspecto, a Portaria cumpriu o seu papel. Mas a expectativa criada com o PNMQL foi imensa, quando lançado. E os avanços não ocorreram na velocidade esperada. Na verdade, o Programa ficou muito centrado na implementação da Instrução Normativa 51. Faltaram ações mais intensas visando à disseminação e à adoção de práticas de segurança para alimentos. Estas ocorreram, mas ainda não foram totalmente incorporadas. Além disso, a grande maioria dos laboratórios de qualidade do leite não pôde ainda contar com equipamentos duplicados, item fundamental para que possam atuar sem conviver com perdas de amostras motivadas por eventuais problemas em um de seus aparelhos de análise. Mas o importante é que estamos avançando, e a preocupação com a qualidade do leite e dos derivados é hoje uma realidade. Se considerarmos o tamanho do Brasil e o número de produtores e laticínios, e, ainda, se olharmos para trás, vamos perceber que evoluímos razoavelmente nos últimos oito anos.

IA - Quais os resultados alcançados no setor lácteo com a implementação da Instrução Normativa 51 e qual a perspectiva para os agricultores familiares diante desta legislação?

Paulo Martins - Os resultados são muito favoráveis. Praticamente todos os laboratórios na Rede Brasileira de Qualidade do Leite estão no seu limite de trabalho, o que demonstra que a Instrução Normativa 51 veio para ficar. Considero natural que nem todo o leite produzido nos Estados das Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste ainda não esteja passando por análises, pois somos um continente, com muitas realidades convivendo no mesmo espaço.

Mas avançamos muito. Agora, fica o desafio de aumentar a capacidade dos laboratórios já existentes e preparar a implantação da Instrução Normativa 51 nas Regiões Norte e Nordeste, a partir do segundo semestre de 2007. Sem dúvida, é um mega desafio, pois nessas regiões temos vários problemas de infra-estrutura, como a carência de energia elétrica, estradas e laboratórios.

IA - Sabe-se que o mercado para os produtos lácteos com alegação de propriedades funcionais e de saúde é promissor. Quais são as principais dificuldades para a sua expansão?

Paulo Martins - A primeira dificuldade é que a renda *per capita* no Brasil é muito baixa. Isso inibe o consumo de produtos lácteos com maior valor agregado. A segunda é que falta informação ao consumidor. Está disseminada a idéia que leite é um produto nobre e, por si só, faz bem à saúde. Baixa renda e baixa informação inibem o consumo de lácteos e criam até mesmo o espaço para que se tenha produtos fraudados. Além disso, não temos linhas de pesquisas sendo desenvolvidas de modo contínuo que apresentem soluções tecnológicas na forma de novos produtos a preços acessíveis. Mas é inegável que é promissor este segmento de mercado, a contar pela visceral disputa que travam as poucas empresas que já descobriram este filão.

IA - O leite e seus derivados encontram-se em fase de consolidação como produtos que movimentam o comércio orgânico. Os resultados para o produtor são atraentes, considerando que o preço pago pelo leite orgânico é, em média, quatro vezes superior ao preço pago pelo leite convencional. Na sua opinião, quais são as restrições e possibilidades do produto no Brasil? Qual o diferencial do leite orgânico?



Paulo Martins - A produção de leite orgânico exige muitos cuidados, o que se traduz em investimentos, inclusive em treinamento de mão-de-obra. Isso faz com que o custo de produção seja mais elevado. Além disso, o mercado é muito restrito. Portanto, não é mercado para a grande maioria dos produtores. Sempre é bom lembrar que ainda convivemos com o grave problema de leite com contaminação. Portanto, leite orgânico está num outro extremo da nossa realidade. É nicho de mercado. É um bom negócio, porque há poucos produtores e poucos consumidores. Se a produção crescer mais que o consumo, o diferencial de preços, que é altamente estimulante, tenderá a desaparecer. É o que aconteceu na Europa, em que a diferença de preço entre o leite comum e o orgânico já não é tão elevada. Além disso, temos ainda muito pouco resultado de pesquisa neste segmento. Portanto, temos que encarar leite como nicho de mercado e não o grande mercado a ser explorado.

IA - *Quais são as ações conjuntas existentes entre a Embrapa, Ministério da Agricultura e outras instituições de pesquisa e ensino para a promoção da qualidade e segurança de produtos lácteos?*

Paulo Martins - Estamos envolvidos com a questão da qualidade e da segurança dos produtos lácteos desde o início dos anos 90. Temos participado ativamente desse assunto, contribuindo com conhecimento técnico na formulação de legislações. Participamos também da formulação das cartilhas do Programa Alimentos Seguros, mais conhecido como PAS-Campo, e treinamos multiplicadores por todo o Brasil. Também temos feito palestras em todo o Brasil sobre a Instrução Normativa 51 e fomentamos a implantação da Campanha do Banho Bem Dado, que visa ensinar o produtor a usar carrapaticidas. Em Goiás, essa Campanha levou à montagem

de oito laboratórios que fazem o exame de carrapatograma. Também naquele Estado implantamos o Centro Tecnológico do Leite, que objetiva promover cursos para empregados de laticínios. Já em Petrolina, PE, acabamos de lançar o kit de ordenha, uma tecnologia muito simples, voltada para o produtor de baixos recursos, que possibilita melhorar a qualidade do leite em até 14 vezes. Olhando para o futuro, acabamos de contratar novos pesquisadores, que terão a função de gerar novas tecnologias em termos de uso da água e de eliminar a contaminação do leite. Já com o Ministério da Agricultura, estamos discutindo uma série de ações para uso coletivo do Laboratório Nacional Agropecuário (Lanagro), visando transformá-lo no laboratório de referência da Rede Brasileira de Qualidade do Leite. Além disso, fizemos um esforço razoável e recebemos do Ministério o Certificado de Primeiro Grande Rebanho Brasileiro Livre de Brucelose e Tuberculose. Agora, estamos discutindo com o Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), um projeto para iniciar o processo de rastreabilidade de todos os nossos 2 mil animais. O propósito dessas ações é conhecer os entraves de implantação de normas, levando aos órgãos as dificuldades defrontadas e ao mesmo tempo nos colocamos como vitrine para os demais produtores. Afinal, recebemos cerca de 5 mil visitas a cada ano.

IA - *A criação do Pólo de Excelência do Leite, em Juiz de Fora, MG, integra as ações para promoção e segurança dos produtos lácteos?*

Paulo Martins - Num raio de 200 km, partindo de Juiz de Fora, não existe uma concentração tão grande de especialistas em leite, em todas as três Américas. Estes especialistas estão na Embrapa Gado de Leite, no Centro Tecnológico/Instituto de Laticínios Cândido Tostes da EPAMIG e nas Universidades Federais de Juiz de Fora, Viçosa e Lavras. Há, ainda, uma série

de profissionais que atuam como consultores independentes e são reconhecidos em todo o Brasil. Ocorre que todos atuam de modo isolado. O que a Secretaria de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, está propondo é que haja uma atuação articulada desses especialistas, visando ganhos comuns para toda a cadeia. O que se espera é que soluções tecnológicas visando à redução de custos e novos produtos sejam apresentadas e intensifiquem a oferta de cursos e treinamentos como mecanismo de formação de profissionais e transferência de tecnologia. Naturalmente, todo este esforço está inserido na lógica de promoção e segurança de produtos lácteos.

IA - *Promover o aumento do consumo de leite e produtos lácteos no Brasil é um grande desafio para o setor. A seu ver, como este desafio pode ser resolvido?*

Paulo Martins - O desafio de transformar o Brasil num dos maiores produtores de leite do mundo está equacionado. Naturalmente, precisamos continuar a perseguir a redução contínua do custo de produção. Resta, ainda, melhorar a qualidade da matéria-prima e dos produtos lácteos. Isso é fundamental, pois o consumo de lácteos aumentou 2,6% ao ano nos últimos cinco anos, enquanto a produção cresceu 4,2% ao ano. Ademais, a população brasileira cresce a uma taxa de 1,4% ao ano e crescerá a uma taxa de apenas 0,8% ao ano em 2.025. Portanto, tudo leva a crer que teremos excedente de leite nos próximos anos. Nesse quadro, é fundamental que seja aumentado o consumo de leite no mercado interno e que possamos conquistar de modo definitivo o mercado externo. No mercado interno é necessário que se promovam campanhas institucionais, como Goiás vem realizando com extremo sucesso. Há muito espaço para crescer. Já no mercado externo, temos de conhecê-lo e adaptar nossos produtos às exigências de cada mercado.

■ Por Vânia Lacerda

Panorama do setor de lácteo

Marco Aurélio Marques Ferreira¹

Ronaldo Perez²

Luiz Antônio Abrantes³

Resumo - Destaca-se a atual conjuntura do setor de lácteo no Brasil, sua importância socioeconômica, bem como as principais mudanças ocorridas nos últimos anos, além do panorama sobre a produção mundial de leite. São identificados os principais países produtores e a importância da produção brasileira de leite mundialmente, a queda da produção européia e o crescimento significativo da produção no Continente Asiático. Destacam-se, ainda, o crescimento da produção de leite, a concentração industrial, as mudanças na distribuição geográfica, além das alterações ocorridas nos padrões de consumo brasileiro, nos últimos anos.

Palavras-chave: Laticínio. Leite. Produção leiteira. Cadeia produtiva.

INTRODUÇÃO

A partir da primeira metade da década de 90, o setor lácteo, no Brasil, foi fortemente influenciado pela combinação de diversas mudanças ocorridas na economia brasileira. Fatores como a desregulamentação do setor, a redução da intervenção governamental para os produtos importados, via redução de alíquotas e barreiras não tarifárias, a interrupção da intervenção governamental e a abertura econômica, reforçada pelo processo de formação e consolidação de blocos econômicos, foram determinantes para o novo padrão de produtividade e concorrência desse setor. Além disso, outros fatores associados à estabilidade econômica e aos investimentos tecnológicos possibilitaram mudanças quantitativas e qualitativas nos hábitos de consumo.

Neste contexto, a necessidade de consolidação de políticas comerciais, lastreadas a ações institucionais sustentáveis, vem alterando a conjuntura do setor lácteo nacional, sendo possível registrar algu-

mas conquistas importantes, dentre as quais o crescimento da produção nacional de lácteos, o aumento gradual no consumo *per capita* de leite, o aumento das exportações e a conquista de novos mercados externos. Entretanto, esses esforços ainda são incipientes, quando se trata da consolidação desse setor e sua elevação ao rol das indústrias de padrão competitivo internacional.

Dentre as ações necessárias ao fortalecimento do setor, o investimento em pesquisa e desenvolvimento, a criação e a consolidação de bancos de dados, bem como a geração de informações que contribuam para orientar diretrizes setoriais qualitativas, no propósito de subsidiar decisões do setor privado e dos órgãos governamentais, tornam-se imperativos. O estabelecimento de padrões de referência, via incentivos à qualidade e à produtividade, também, são necessidades imediatas a serem adotadas, visando à manutenção do ritmo de crescimento do setor.

PRODUÇÃO MUNDIAL DE LEITE

A produção mundial de leite concentra-se, basicamente, em três continentes, Europa, América e Ásia, responsáveis por mais de 90% das 500 mil toneladas anuais médias de leite. Embora a participação desses continentes, em termos de oferta, não tenha tido grandes mudanças estruturais, no período de 1995 a 2005, algumas alterações podem ser destacadas. A Europa teve sua produção total reduzida em 5,27%, enquanto América, Ásia, Oceania e África aumentaram, consideravelmente, as suas produções naquele período (Quadro 1). Considerando apenas o Continente Americano, observou-se maior evolução no México e no Brasil que registraram crescimento superior a 30% no período. Essa mudança na geografia da produção mundial pode ser explicada pelo crescimento da produção de alguns países em razão da queda ou redução de outros, que detinham expressiva representatividade nessa atividade.

¹Adm. Empresas, D.Sc., Prof. Adj. UFV - Dep^{ta} Administração, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: marcoaurelio@ufv.br

²Eng^a Química, D.Sc., Prof. Adj. UFV - Dep^{ta} Tecnologia de Alimentos, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: rperez@ufv.br

³Adm. Empresas, D.Sc., Prof. Adj. UFV - Dep^{ta} Administração, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: abrantes@ufv.br

O Brasil é um dos grandes produtores mundiais de leite. Desde 2005, ocupa a sétima posição e respondeu por 4,4% da produção mundial com 23,3 bilhões de

litros, perdendo para os Estados Unidos, Índia, Rússia, Alemanha, França e China (Quadro 2). Todavia, vale destacar que em 2004, o País obteve participação rela-

tiva maior que 2005, sendo essa 4,5% na época.

PRODUÇÃO NACIONAL DE LEITE

A produção de leite no Brasil é uma das principais atividades agropecuárias, que fornece alimento à população e tem papel importante para a sociedade. Sua importância socioeconômica pode ser constatada pela posição que ocupa no agronegócio brasileiro e está entre os principais setores em geração de renda nacional e arrecadação tributária. De 2004 para 2005, o setor passou da sexta para a quinta posição no *ranking* de valor bruto da produção agropecuária nacional. Destaca-se, também, o crescimento de 5,6% em relação ao período anterior, fato que promoveu o equilíbrio do setor agropecuário diante da queda de alguns segmentos ocorrida no mesmo período (Quadro 3).

A produção de leite é impulsionada, em especial, pelo crescimento populacional. O crescimento médio da produção de leite, no período de 1991 a 2006, foi de, aproximadamente, 3,3% ao ano (Gráfico 1). Em 2005, o País produziu 23,3 bilhões de litros de leite por ano, com produtividade média de 1.181 litros/vaca/ano, para atender a um consumo *per capita* médio de 137 litros/hab./ano (EMBRAPA GADO DE LEITE, 2006b).

Considerando-se a capacidade produtiva do setor e o aumento do consumo *per capita*, existe certo otimismo, no que diz respeito à manutenção dessa trajetória de crescimento.

A Região Sudeste, onde está concentrada a maior produção, os maiores centros de consumo e a maior parte das indústrias de laticínios, é destaque na produção nacional, seguida das Regiões Sul, Centro-Oeste, Nordeste e Norte (Quadro 4).

Entretanto, ocorreram mudanças consideráveis na produção nacional. Observou-se que enquanto esta apresentava crescimento de 26% entre os anos de 2000 e 2005, a produção no estado de São Paulo

QUADRO 1 - Produção de leite por continente - 1995/2000/2005

Continente	Produção (1.000t)			Variação em 1995/2005 (%)	Total em 2005 (%)
	1995	2000	2005		
Europa	222.288	209.643	210.575	-5,27	39,68
América	128.221	142.749	151.741	18,34	28,59
Ásia	79.456	95.762	122.042	53,60	23,00
Oceania	17.822	23.486	24.843	39,40	4,68
África	16.646	19.594	21.517	29,26	4,05
Total	464.433	491.234	530.718	14,27	100,00

FONTE: Embrapa Gado de Leite (2006b).

QUADRO 2 - Classificação dos principais países na produção mundial de leite

Posição	País	Produção em 2005 (1.000t)	Percentual
1	Estados Unidos	80.150	15.1
2	Índia	38.500	7.2
3	Rússia	30.600	5.8
4	Alemanha	27.600	5.2
5	França	25.282	4.8
6	China	24.530	4.6
7	Brasil	23.320	4.4
8	Nova Zelândia	14.625	2.7
9	Reino Unido	14.577	2.7
10	Ucrânia	14.000	2.6
11	Polônia	12.400	2.3
12	Países Baixos	10.531	2.0
13	Itália	10.500	2.0
14	Austrália	10.150	1.9
15	México	9.873	1.9
16	Turquia	9.500	1.8
17	Paquistão	9.082	1.7
18	Japão	8.255	1.5
19	Argentina	8.100	1.5
20	Canadá	8.100	1.5
Soma dos demais países produtores		141.042	26.8
Total		530.718	100

FONTE: FAO (2006) e Embrapa Gado de Leite (2006b).

QUADRO 3 - Valor bruto da produção agropecuária brasileira, em 2004 e 2005

Produto	Valor bruto da produção (R\$ milhões)		Variação em 2005/2004 (%)
	2004	2005	
Carne bovina	32.208	30.628	-4,9
Soja	36.729	25.196	-31,4
Frango	16.403	16.533	0,8
Cana-de-açúcar	12.525	13.402	7,0
Leite	11.900	12.572	5,6
Milho	13.805	10.240	-25,8
Café beneficiado	8.813	9.572	8,6
Suíno	6.392	6.802	6,4
Arroz	8.847	6.620	-25,2
Laranja	2.991	3.135	4,8

FONTE: Embrapa Gado de Leite (2006b).

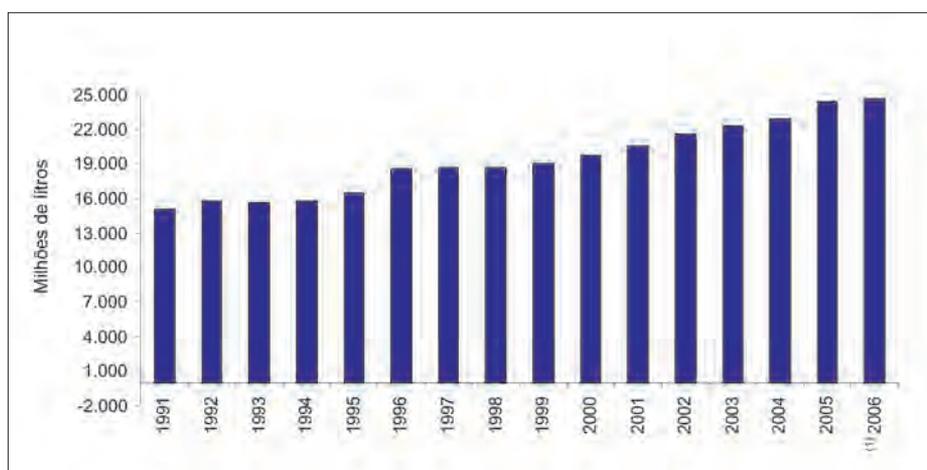


Gráfico 1 - Produção nacional de leite

FONTE: IBGE (2006) e Brasil (2006).

(1) Estimativa.

apresentou redução de 6%. Em relação ao Rio de Janeiro, não houve oscilações consideráveis na produção, mas o Estado passou de 8º para 13º produtor nacional. Porém, o estado de Minas Gerais destacou-se, com expressiva produção, ocupando o primeiro lugar na produção nacional com 28,1% do total produzido e apresentou crescimento de 83,14%, de 1985 a 2005, embora sua participação relativa apresentasse pequena redução.

Por outro lado, ao analisar esse mesmo período, ou seja, de 1985 a 2005, detectou-se crescimento na participação dos Estados do Norte, Centro-Oeste e Sul, respectivamente, de 2,4% para 7,1%; 11,4% para 15,4% e 21,8% para 26,6%. Um dos fatores de destaque na organização espacial da produção está na sua concentração regional, onde os estados de Minas Gerais, Goiás, Paraná e Rio Grande do Sul responderam por mais de 50% (Quadro 4).

Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.28, n.238, p.7-13, maio/jun. 2007

MONTANHAS E VALES MINEIROS:

NOVO CENÁRIO PARA VINHOS FINOS NACIONAIS

- Produção de material vegetativo isento de viroses
- Assessoria técnica para instalação de vinhedos
- Análises para vinhos e derivados
- Capacitação de mão-de-obra especializada em viticultura e enologia
- Vinícola incubadora de empresas

EPAMIG
 Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
 Núcleo Tecnológico EPAMIG UVA e VINHO
 Av. Santa Cruz, 500 - Caixa Postal 33 - CEP 37780-000 - Caldas/MG
 Tel.: (35) 3735-1101 - epamig@epamigcaldas.com.br

QUADRO 4 - Produção brasileira de leite por Estados e regiões

Estado/Região	Produção (milhões de litros)				Participação (%)			
	1985	2000	2004	2005	1985	2000	2004	2005
Norte	304,4	1.049,5	1.662,9	1.742,9	2,4	5,4	7,1	7,1
Rondônia	47,3	422,2	646,4	692,4	0,4	2,2	2,8	2,8
Acre	18,1	40,8	109,2	79,6	0,1	0,2	0,5	0,3
Amazonas	19,3	36,6	42,9	43,8	0,2	0,2	0,2	0,2
Roraima	7,4	9,9	7,3	5,7	0,1	0,1	0,0	0,0
Pará	122,7	380,3	639,1	697,0	1,0	2,0	2,7	2,8
Amapá	1,1	3,7	3,3	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tocantins	88,5	156,0	214,7	220,4	0,7	0,8	0,9	0,9
Nordeste	1.987,8	2.158,7	2.705,1	2.972,2	15,5	11,1	11,5	12,1
Maranhão	97,6	149,9	286,9	321,1	0,8	0,8	1,2	1,3
Piauí	62,3	76,5	75,8	78,7	0,5	0,4	0,3	0,3
Ceará	354,0	331,8	363,3	367,9	2,8	1,7	1,5	1,5
Rio Grande do Norte	140,7	144,9	201,3	212,0	1,1	0,7	0,9	0,9
Paraíba	172,9	105,8	137,3	148,5	1,3	0,5	0,6	0,6
Pernambuco	308,4	292,1	397,6	526,5	2,4	1,5	1,7	2,1
Alagoas	110,0	217,8	243,4	236,1	0,9	1,1	1,0	1,0
Sergipe	92,9	115,1	157,0	191,3	0,7	0,6	0,7	0,8
Bahia	649,0	724,8	842,5	890,1	5,1	3,7	3,6	3,6
Sudeste	6.288,4	8.293,5	9.240,9	9.535,2	49,0	42,6	39,4	38,8
Minas Gerais	3.772,4	5.585,4	6.628,9	6.908,6	29,4	28,7	28,2	28,1
Espírito Santo	281,4	378,0	405,7	417,6	2,2	1,9	1,7	1,7
Rio de Janeiro	424,2	468,7	466,9	464,9	3,3	2,4	2,0	1,9
São Paulo	1.810,4	1.861,4	1.739,4	1.744,1	14,1	9,6	7,4	7,1
Sul	2.804,4	4.904,2	6.246,1	6.542,1	21,8	25,2	26,6	26,6
Paraná	919,9	1.799,2	2.394,5	2.518,9	7,2	9,2	10,2	10,3
Santa Catarina	603,7	1.003,0	1.486,7	1.555,6	4,7	5,1	6,3	6,3
Rio Grande do Sul	1.280,8	2.102,0	2.364,9	2.467,6	10,0	10,8	10,1	10,0
Centro-Oeste	1.461,2	3.079,9	3.619,8	3.778,2	11,4	15,8	15,4	15,4
Mato Grosso do Sul	268,0	427,2	491,1	498,6	2,1	2,2	2,1	2,0
Mato Grosso	122,9	422,7	551,4	596,3	1,0	2,2	2,3	2,4
Goiás	1.055,3	2.193,7	2.538,4	2.648,5	8,2	11,3	10,8	10,8
Distrito Federal	15,0	36,3	38,9	34,8	0,1	0,2	0,2	0,1
Brasil	12.846,2	19.485,8	23.474,8	24.570,6	100	100	100	100

FONTE: Embrapa Gado de Leite (2006b).

PRODUÇÃO INDUSTRIAL NACIONAL

As mudanças que afetaram o setor lácteo alteraram também os padrões de concorrência, que atualmente são determinados pelos custos de produção, pela qualidade da matéria-prima, pelo poder de penetração das marcas e pelas parcerias e alianças estratégicas associadas a economias de escala e ganhos de eficiência.

As estratégias empresariais têm permitido à indústria ampliar sua captação, bem como minimizar as variações na capacidade processada ao longo do ano, o que evita sobressaltos entre os períodos de safra e entressafra, visto como fatores restritivos de competitividade, considerando a variabilidade dos preços pagos ao produtor (Quadro 5).

Este processo tem estimulado as indústrias de laticínios a introduzirem mecanismos de remuneração diferenciada por qualidade, além de quantidade e regularidade na oferta já existente.

Vale enfatizar que, aos poucos, observa-se uma inclusão gradual do leite informal

na indústria inspecionada, sendo esta responsável, em 2005, por 69,6% da produção nacional de leite. A partir da análise das informações contidas no Gráfico 2, observa-se que a quantidade industrializada de leite cresceu, em média, 6,64% entre 1999 e 2005, valor este, relativamente, superior aos 3,42% observados no crescimento da produção, durante o mesmo período.

Para aumentar a competitividade e estimular a demanda por produtos lácteos, com o intuito de acompanhar a tendência positiva da produção, prevê-se a necessidade de a indústria investir na melhoria da qualidade da matéria-prima e dos processos e nos esforços publicitários, visando aumentar a produtividade e estimular o consumo interno. Fatores que reforçam, também, a necessidade de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, sobretudo de novos produtos.

Isso porque, embora tenha sido registrada expansão no consumo *per capita* anual esse valor ainda é incipiente, considerando-se os 180 litros/ano recomendados pelas

agências internacionais de saúde (FAO, 2006).

No mercado de leite fluido, o destaque tem sido o crescimento exponencial do leite longa vida, que já domina o segmento desde 1997, sendo que a sua participação percentual nas vendas internas já representa quase 3/4 do total produzido.

Durante a década de 80, até meados de 1990, o leite tipo C era líder do mercado consumidor no Brasil. Porém, no momento em que os leites tipos A e B começavam a despontar na preferência dos consumidores, sobretudo pela qualidade associada à sua imagem, o leite longa vida consolidou-se, conquistando a preferência do consumidor e dominando gradativamente o mercado, conforme destacado no Gráfico 3.

O investimento forte em *marketing* com o advento da oferta do leite longa vida contribuiu para o aumento de seu consumo interno, determinando taxa geométrica de crescimento de 25% ao ano, de 1991 a 2005.

O leite longa vida tem-se beneficiado de diversos aspectos mercadológicos: primeiro, sua capacidade de estocagem e co-

QUADRO 5 - Quantidade de leite adquirido pelos laticínios sob inspeção no Brasil no período 2000-2005

Mês	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Janeiro	1.076	1.191	1.192	1.272	1.289	1.435
Fevereiro	996	1.001	1.044	1.095	1.160	1.247
Março	983	1.058	1.073	1.131	1.155	1.277
Abril	889	1.001	1.058	1.050	1.067	1.258
Mai	900	1.012	1.057	1.046	1.109	1.293
Junho	858	1.047	1.035	1.029	1.099	1.309
Julho	915	1.095	1.061	1.074	1.179	1.354
Agosto	966	1.113	1.097	1.090	1.179	1.360
Setembro	1.021	1.096	1.055	1.071	1.177	1.330
Outubro	1.119	1.169	1.116	1.165	1.250	1.431
Novembro	1.128	1.177	1.144	1.209	1.342	1.443
Dezembro	1.201	1.202	1.243	1.323	1.436	1.486
Total	12.052	13.162	13.175	13.555	14.442	16.223

FONTE: IBGE (2006).

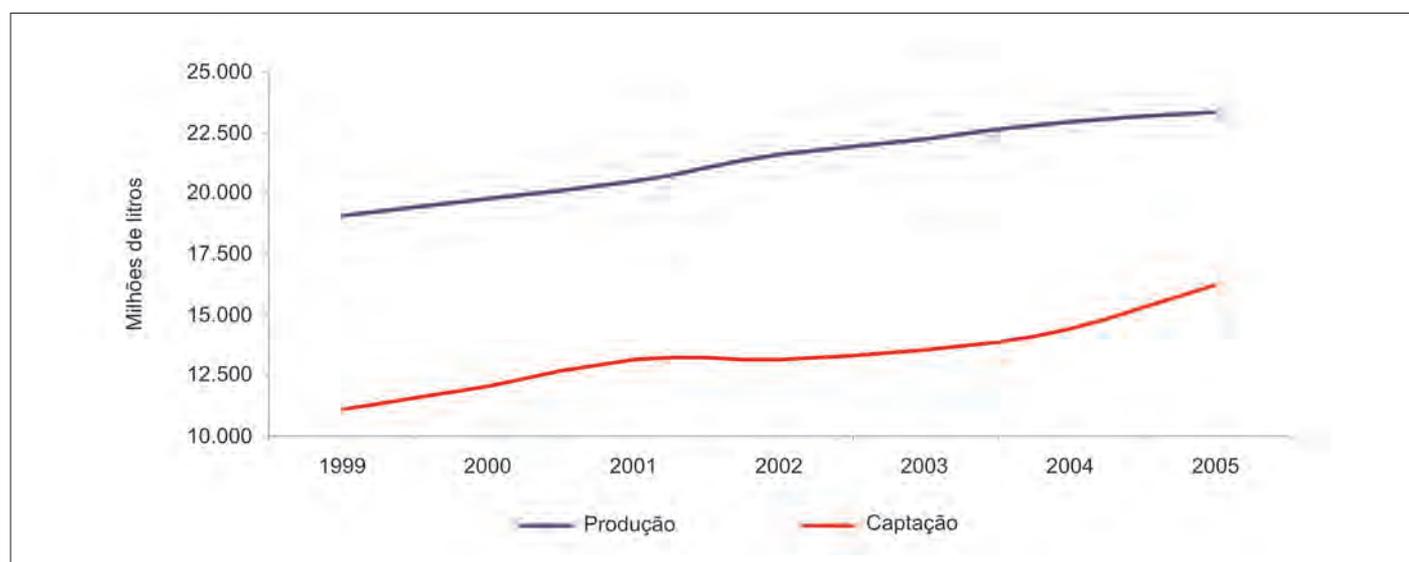


Gráfico 2 - Produção e captação inspecionada de leite, no período 1999 - 2005

FONTE: IBGE (2006).

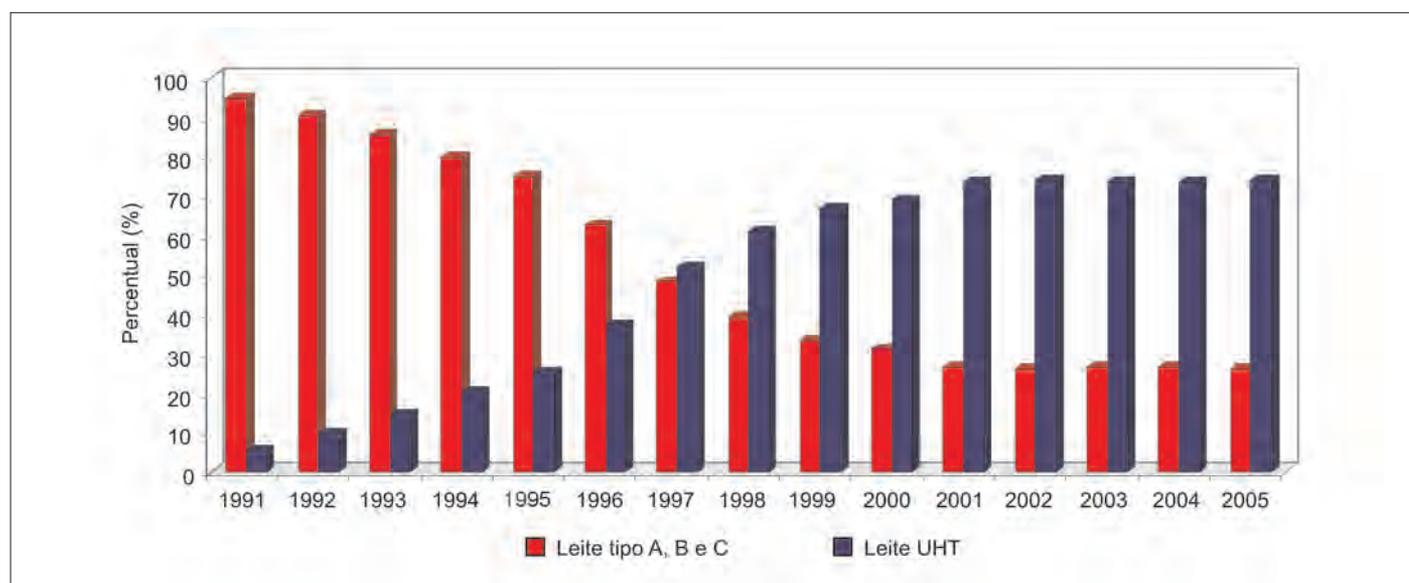


Gráfico 3 - Produção de leite UHT no período 1991 - 2005

FONTE: Dados básicos: Embrapa Gado de Leite (2006a) e Associação Brasileira de Leite Longa Vida (2006).

mercialização em grandes lotes; segundo, sua fácil manipulação; terceiro, sua capacidade de diferenciação, principalmente, pelas características de sua embalagem. Esses fatores permitiram ao leite longa vida romper com o regionalismo comercial das marcas, que vigoraram do início da década de 80, até a segunda metade da década de 90.

MUDANÇAS SETORIAIS

Dentre as principais mudanças setoriais vivenciadas nos últimos anos, destaca-se a concentração da produção industrial, que determinou o grau competitivo do setor. Essa concentração é materializada em estratégias com foco no aumento de escalas, como as aquisições, fusões, integrações e alianças estratégicas.

A concentração no segmento de processamento também é evidente com destaque para o enfraquecimento das cooperativas e fortalecimento do capital privado.

Entre os anos de 1970 e 1980, o poder de mercado do setor industrial era equacionado, principalmente, pela intensa presença de cooperativas singulares e centrais. Entretanto, o cooperativismo tem

experimentado grande diminuição no processamento e comercialização de lácteos, concentrando-se, ainda mais, na fase de recepção e comercialização de leite *in natura*.

Esse fator reacendeu as discussões da importância da indústria de propriedade coletiva como forma de desconcentração de renda. Nesse ponto vale ressaltar que as cooperativas que já lideraram a captação de leite formal do País industrializam menos de 40% do total produzido, o que favorece a concentração da produção entre as empresas e sociedades comerciais, principalmente, de capital externo.

No Brasil, a concentração no segmento de processamento também é evidente, uma vez que 14 organizações detêm cerca de 39,80% da recepção anual do leite inspecionado, o que representou, em média, entre os anos de 2002 e 2004, 5,6 bilhões de litros/ano (Quadro 6).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o setor lácteo não tenha experimentado grandes mudanças quantitativas nos últimos anos, são considerados relevantes os aspectos de concentração no processamento industrial e o deslocamento geográfico da produção para a Região Centro-Oeste que tendem a se intensificar.

A expectativa nos mercados nacional e mundial é que o crescimento da produção de leite nos países Asiáticos e na América do Sul seja mantido, em especial o da China e o do Brasil. Essa perspectiva de crescimento deve levar a China e o Brasil a consolidarem suas presenças na produção mundial de leite.

Dentre as preocupações atuais do setor, destaca-se o aumento dos custos da produção primária, decorrentes do aumento no preço dos insumos produtivos, fator importante na composição de preços e na competitividade do setor de lácteos nacional.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LEITE LONGA VIDA. São Paulo. Disponível em: <<http://www.ablv.org.br>>. Acesso em: 10 mar. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Pecuária: Brasil** – produção de leite - por unidade de federação. Rio de Janeiro, [2006]. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2007.

EMBRAPA GADO DE LEITE. **Leite em números: mercado**. Juiz de Fora, [2006a]. Disponível em: <<http://www.cnppl.embrapa.br/producao/mercado.php>>. Acesso em: 10 mar. 2007.

_____. **Leite em números: produção**. Juiz de Fora, [2006b]. Disponível em: <<http://www.cnppl.embrapa.br/producao/producao.php>>. Acesso em: 10 mar. 2007.

FAO. **FAOST - agriculture**. Rome, [2006]. Disponível em: <<http://www.fao.org/site340/default.aspx>>. Acesso em: 10 mar. 2007.

IBGE. **Pesquisa trimestral do leite**. Rio de Janeiro, [2006]. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2007.

LEITE BRASIL. **Maiiores empresas de laticínios – Brasil**. São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.leitebrasil.org.br/Maiiores%20Laticinios%20Brasil_%202004.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2007.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/secex>>. Acesso em: 10 mar. 2007.

FERREIRA, M.A.M. **Eficiência técnica e de escala de cooperativas e sociedades de capital na indústria de laticínios do Brasil**. 2005. 158p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

MARTINS, M.C. Competitividade da cadeia produtiva do leite no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v.13, n.3, p.38-51, jul./set. 2004.

QUADRO 6 - Recepção das dez maiores marcas no período 2002 - 2004

Empresa/Marca	Recepção anual (1.000 L)		
	2002	2003	2004
Nestlé	1.489.029	1.500.179	1.509.067
Itambé	732.000	750.000	829.500
Elegê	711.335	671.780	717.707
Parmalat	751.921	641.127	406.688
CCL	268.385	309.540	338.437
Sudcoop	230.952	226.016	261.099
Embaré	192.378	218.687	256.398
Laticínios Morrinhos	210.572	191.782	252.702
Centroleite	213.503	261.230	229.135
Batávia	165.276	232.311	209.893
Danone	272.236	225.033	200.737
Grupo Vigor	154.158	153.145	196.425
Confepar	109.239	115.834	189.308
Líder Alimentos	163.766	129.177	151.482
Total	5.579.750	5.590.980	5.748.578

FONTE: Leite Brasil (2004).

Evolução da legislação no setor de lácteos no Brasil

Vanessa Aglaê Martins Teodoro¹

Jader Fontoura da Silva²

Maximiliano Soares Pinto³

Resumo - Nos últimos anos ocorreram diversas alterações na legislação nacional de lácteos. Estas mudanças foram necessárias diante da evolução do mercado e dos hábitos de consumo. Cada vez mais, novos produtos são colocados no comércio e, por outro lado, os consumidores têm-se tornado mais conscientes dos seus direitos e exigem produtos seguros, com boas características organolépticas, obtidos por processos que respeitem o ambiente e a sociedade. A modernização das leis no Brasil facilita a inserção do produto nos mercados interno e externo e dificulta a comercialização dos produtos em desacordo com os padrões. Somente é possível a obtenção de matéria-prima e produtos de qualidade se houver conscientização dos participantes da cadeia produtiva do leite, educação continuada e eficácia na fiscalização pelos órgãos públicos. Cumprir as determinações legais é dever de todos aqueles que participam da cadeia produtiva, de forma que garanta o fornecimento de produtos seguros à população.

Palavras-chave: Laticínio. Leite. Lei. Qualidade. Segurança alimentar. Consumidor.

INTRODUÇÃO

Toda a cadeia produtiva do leite é regida por leis que acompanham a evolução da indústria alimentícia, o desenvolvimento de novos produtos e os hábitos de consumo da população. A aprovação ou a modificação das leis é, por vezes, morosa e, na maioria dos casos, acaba por não satisfazer a alguma parcela do setor produtivo.

Os países têm estabelecido legislação própria para monitorar a higiene e a qualidade dos produtos agropecuários, atender aos interesses públicos em proteger os consumidores e garantir que os produ-

tos ofertados sejam saudáveis e seguros (COSTA, 2007).

O sucesso da implementação de leis depende da conscientização, por meio de um processo educativo continuado de produtores e de industriais, sejam estes de grande, médio ou pequeno portes, bem como da fiscalização por parte dos órgãos públicos. Segundo Rubez (2003), no mercado competitivo dos dias atuais, apenas sobreviverão aqueles que forem capazes de adaptarem-se às mudanças.

Ainda hoje, existem grandes disparidades dentro dos vários setores da agroindústria. É fato que há leis muito atuais,

que acompanharam o crescimento da produção e do comércio, mas, por outro lado, ainda vigoram leis como o próprio Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa), do ano de 1952, que, na área de lácteos, representa uma grande fragilidade diante das inovações pretendidas.

Questões relacionadas com a saúde, bem como as conseqüências ambientais provenientes de atividades, produtos e serviços do setor alimentício têm resultado na evolução dos conceitos e em maior conscientização do consumidor. Isso induz à incorporação de estratégias que buscam

¹Médica-Veterinária, M.Sc., Prof.^a/Pesq. EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: vanessa.teodoro@epamig.br

²Médico-Veterinário, Especialista, Fiscal Agropecuário Federal MAPA, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: rrjf-sif@veloxmail.com.br

³Bacharel em Ciência e Tecnologia de Laticínios, M.Sc., Prof./Pesq. EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: max@epamig.br

o acompanhamento da produção em todo seu processo, com tendência favorável aos alimentos mais saudáveis, sem conservantes ou agrotóxicos, e sem riscos para o ambiente (COSTA, 2007).

IMPORTÂNCIA

Modernamente, observa-se, em todo o mundo, um rápido desenvolvimento e aperfeiçoamento de novos meios e métodos de detecção de agentes de natureza biológica, química e física, causadores de moléstias nos seres humanos e nos animais, passíveis de veiculação pelo consumo de alimentos e motivo de preocupação de entidades governamentais nacionais e internacionais. Ao mesmo tempo, há um aumento das perdas de alimentos e matérias-primas em decorrência de processos de deterioração de origem microbiológica, infestação por pragas e processamento industrial ineficaz, com severos prejuízos financeiros às indústrias de alimentos, à rede de distribuição e aos consumidores.

Os Sistemas de Segurança Alimentar, hoje adotados pelos principais mercados mundiais, asseguram que os produtos industrializados sejam elaborados sem riscos à saúde pública, apresentem padrões uniformes de identidade e qualidade e atendam às legislações nacionais e internacionais, no que tange aos aspectos sanitários de qualidade e de integridade econômica.

Os programas de Boas Práticas de Fabricação (BPF), Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), além de representarem um mecanismo de prevenção e controle que atinge o segmento de industrialização de leite e derivados, sua implementação passa a ser imprescindível na reorientação dos programas nacionais de garantia da qualidade destes produtos para atendimento às exigências internacionais.

Segundo Rubez (2003), o Brasil poderia ser uma das maiores plataformas exportadoras de produtos lácteos do mundo. Em termos legais, a aprovação da Instrução

Normativa 51 (BRASIL, 2002b) elevou os padrões exigidos para produção de leite em países desenvolvidos. A busca pela qualidade aumenta as possibilidades de, em médio prazo, os lácteos tornarem-se um dos principais produtos na pauta de exportações brasileiras.

As transformações ocorridas na cadeia produtiva do leite aumentaram a competitividade entre produtores e incentivaram a evolução da percepção sobre volume, produtividade e qualidade da matéria-prima (COSTA, 2007).

Como consequência da abertura de mercado nos anos 90, a globalização do comércio fez com que o produtor brasileiro passasse a concorrer com produtores de todo o mundo. Para vencer essa competição, é necessário produzir com competência. Para isso, é preciso atender a quatro requisitos fundamentais, que definem a conquista de mercado: preço, qualidade, quantidade e regularidade de oferta (CUMPRIR..., 2006).

A qualidade do leite é imprescindível, tanto pela exigência do consumidor, quanto pela restrição que representa para as exportações de derivados lácteos (COSTA, 2007). O entendimento e o cumprimento das determinações legais são muito importantes para a cadeia produtiva do leite, principalmente se o Brasil quiser se firmar como país exportador de lácteos (CUMPRIR..., 2006).

PRINCIPAIS MUDANÇAS

A segurança alimentar, ou seja, o fornecimento de alimentos seguros e de qualidade à população, é uma preocupação mundial. Segundo Costa (2007), no Brasil, em que pese o processo de granelização da coleta do leite e a tentativa de implementação do Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL), a atividade leiteira avançou em produção e produtividade, entretanto, pouco melhorou em qualidade.

O PNMQL, criado em 1996, faz parte do Programa de Modernização do Setor

Lácteo no Brasil e prima pela qualidade do leite, até então esquecida em nosso país, contudo, muito exigida nos países desenvolvidos e tradicionais da atividade leiteira. Na sua elaboração, foi realizado um diagnóstico das dificuldades enfrentadas, desde a produção primária até a comercialização do leite e derivados lácteos, a partir do qual estabeleceram-se novas metas a ser atingidas para a modernização do setor como um todo (COSTA, 2004).

O Programa é um conjunto de medidas que, em escala gradativa e plurianual, tem como objetivos melhorar a qualidade do leite produzido no Brasil, com intuito de obter leite e produtos lácteos com padrões de qualidade internacional, atender às crescentes exigências do mercado consumidor, dar condições ao leite brasileiro de competir, no futuro, com países especializados em pecuária leiteira, melhorar as condições de pagamento ao produtor e possibilitar o aumento da produção nacional, para atender ao consumo interno e, posteriormente, exportar (COSTA, 2004).

Outro objetivo é mudar a forma como o leite é produzido atualmente, a fim de melhorar sua qualidade, para que a população consuma produtos seguros, nutritivos e saborosos, além de proporcionar condições para aumentar o rendimento dos produtores (DÜRR, 2005). A longo prazo, pretende-se acabar com os diferentes tipos de leite, produzindo um tipo "único", com padrão internacional de qualidade (COSTA, 2004).

A abertura do mercado a importações e a participação do leite informal no mercado interno desencadearam o processo de reestruturação da cadeia do leite. De modo geral, no Brasil, todos os ramos do Sistema Agroindustrial do Leite têm demonstrado interesse crescente na melhoria da qualidade do leite e derivados por um motivo, em grande parte, logístico, em que todos competem por mercado e consumidores (COSTA, 2004).

A adequação às normas internacionais, a certificação da qualidade, a sobrevivência

em um mercado competitivo e maior grau de exigência dos consumidores têm levado as empresas à valorização do controle de qualidade de seus produtos. Neste sentido, um avanço significativo foi a criação da Rede Brasileira de Laboratórios de Controle de Qualidade do Leite, com atribuições de realizar análises laboratoriais, para fiscalização de amostras de leite cru, colhidas em propriedades rurais e laticínios (COSTA, 2007).

No mundo moderno, grande parte da segurança alimentar está no controle de remanescentes residuais nos alimentos, em decorrência do uso de pesticidas e drogas veterinárias, ou por acidentes, envolvendo contaminantes ambientais. O Brasil necessita desse controle, particularmente nos dias atuais, quando essa prática é quase uma imposição no contexto do comércio internacional de produtos pecuários *in natura* e processados.

O bem-estar e a saúde dos seres humanos são direitos universalizados, portanto, é dever de todos os governos preservar e manter a sanidade das pessoas, dos rebanhos e dos ecossistemas. Nesse contexto, em 1986 foi instituído o Plano Nacional de Controle de Resíduos em Produtos de Origem Animal (PNCR). O Plano prevê a adoção de Programas Setoriais para os diferentes produtos de origem animal, incluindo o leite – Programa de Controle de Resíduos em Leite (PCRL).

A Instrução Normativa 42, de 1999 (BRASIL, 1999), prevê a coleta de amostras de leite, orientada por sorteios semanais para atender ao Subprograma de Monitoramento. Estabelecimentos que violarem o Limite Máximo de Resíduo (LMR) permitido ou que indicarem resíduos de drogas de uso proibido serão submetidos ao Subprograma de Investigação, com colheitas de novas amostras. Nesses casos, as propriedades ficam sujeitas às penalidades previstas na lei. Há, ainda, o Subprograma de Controle de Produtos Importados com as amostras colhidas nos pontos de entrada, pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF), em número proporcional ao volume da par-

tida e de acordo com a capacidade analítica do sistema laboratorial.

Com o processo de globalização, as empresas têm procurado adotar sistemas de qualidade, não apenas por imposição de órgãos governamentais, mas por necessidade diante do aumento da concorrência e das exigências dos consumidores quanto à qualidade dos produtos adquiridos, bem como em respeito ao meio ambiente e à sociedade.

Segundo Gonçalo (2007), segurança alimentar não está relacionada apenas com o aspecto quantitativo, que aborda a disponibilidade de alimentos à população, mas também com o aspecto qualitativo, focando, principalmente, a saúde do consumidor. Esse princípio envolve todos os elos da cadeia produtiva de alimentos.

A fim de cumprir normas internacionais e nacionais, e garantir o fornecimento de alimentos seguros à população, são exigidos, pelos órgãos de fiscalização, a implementação das BPFs, regulamentadas pela Portaria 368 de 1997 (BRASIL, 1997). Além disso, também devem ser implementados os PPHOs e o Plano de APPCC, regulamentados pela Resolução 10 de 2003 (BRASIL, 2003) e pela Portaria 46, de 1998 (BRASIL, 1998), respectivamente.

As BPFs são procedimentos de higiene necessários para a obtenção de alimentos inócuos, saudáveis e sãos. Os PPHOs são procedimentos descritos, desenvolvidos, implantados e monitorizados, para estabelecer a forma rotineira pela qual o estabelecimento industrial evitará a contaminação direta ou cruzada e a adulteração do produto, além de preservar sua qualidade e integridade por meio da higiene antes, durante e após as operações industriais.

O processo consiste, basicamente, na elaboração de manuais com descrição dos procedimentos realizados pela indústria, quanto à higienização das instalações, equipamentos e utensílios; controle de pragas e vetores; segurança da água; saúde e hábitos higiênicos dos colaboradores; descrição das tecnologias empregadas na fabricação dos produtos; prevenção da

contaminação cruzada; definição de responsabilidades e periodicidades; análises e padrões utilizados na seleção e no controle de qualidade de matérias-primas, ingredientes e produtos acabados; procedimentos de *recall* e de atendimento ao consumidor, dentre outros.

O Sistema APPCC é uma abordagem científica e sistemática para o controle de processo, elaborado para prevenir a ocorrência de problemas, assegurando que os controles são aplicados em determinadas etapas no Sistema de Produção de Alimentos, onde possam ocorrer perigos ou situações críticas. É um sistema de análise que identifica perigos específicos e medidas preventivas para seu controle, objetivando a segurança do alimento, a garantia da qualidade e a integridade econômica. Baseia-se na prevenção, eliminação ou redução dos perigos físicos, químicos e biológicos em todas as etapas da cadeia produtiva.

A implementação das BPFs e dos PPHOs é um pré-requisito para o APPCC. Vale destacar que estabelecimentos interessados em exportar seus produtos devem ter todos os programas de qualidade implementados. Destaca-se também a exigência dos Estados Unidos e da União Européia, em seus conceitos de equivalência de sistemas de inspeção e da aplicação de programas com base no Sistema APPCC.

Em 2005, foi publicada a ISO 22000 que especifica requisitos para o Sistema de Gestão da Segurança de Alimentos, para a certificação da segurança. Formulada e reconhecida internacionalmente, aplica-se a todas as organizações, abrangendo toda a cadeia de fornecedores da indústria de alimentos. Além disso, incorpora e mantém os princípios de APPCC do *Codex Alimentarius*, a fim de garantir o controle de perigos e o fornecimento de alimentos seguros.

No Brasil, sua tradução foi publicada em 2006 como Norma Brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) – NBR ISO 22000 – Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos – Requisitos para qualquer organização na cadeia

produtiva de alimentos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2006).

A ISO 22000 representa uma oportunidade para atingir a harmonização internacional no que tange aos padrões de segurança alimentar, que resultará em uma ferramenta para implementar o APPCC por toda cadeia de fornecedores. Aplica-se a todos os integrantes da cadeia como produtores primários, indústrias de alimentos, prestadoras de serviços de transporte e armazenamento, lojas e distribuidoras de serviços de alimentação, produtoras de equipamentos, materiais de acondicionamento, aditivos, ingredientes e agentes de limpeza, dividindo responsabilidades e facilitando o trabalho em conjunto com todos que participam da cadeia de fornecimento.

A norma divide-se em requisitos para as boas práticas de manufatura, APPCC e para um sistema de gestão. Todos os requisitos são aplicáveis a todas as organizações na cadeia produtiva de alimentos, independente de tamanho e complexidade e garantem a segurança alimentar, trazem melhorias para a produção, elaboração e manipulação de produtos alimentícios e controlam toda a cadeia alimentar para que não haja perigo de contaminação e riscos à saúde do consumidor.

É um sistema pró-ativo, que atua de forma preventiva na ocorrência de perigos e nas não-conformidades do produto final. A implementação reduz custos com retrabalho, desperdícios de matéria-prima e insumos em geral e a devolução de produtos não-conformes, além disso, promove uma melhoria da imagem da empresa perante o mercado.

Nos últimos anos, muito tem sido feito para equiparar a legislação nacional com a de países mais desenvolvidos e para cumprir determinações de órgãos internacionais. A Instrução Normativa 51, de 2002 (BRASIL, 2002b), que regulamenta a produção, a identidade e a qualidade, a coleta e o transporte dos leites tipos A, B, C, pasteurizados e crus refrigerados, ainda muito discutida entre os setores produtivos, é

prova substancial do interesse em fazer com que o setor nacional de lácteos cresça acompanhando padrões mundialmente estabelecidos.

O leite cru deve ser resfriado a 4°C, em até 3 horas após sua obtenção, em tanques de expansão direta, coletivos ou individuais, podendo ser coletado a cada 48 horas, embora o ideal seja em 24 horas. A coleta e o transporte até o laticínio devem ser realizados por meio de caminhões-tanque com unidade frigorífica. O leite também pode ser resfriado em tanques de imersão de latões, individuais por produtor, no máximo, a 7°C. A Instrução Normativa 51 (BRASIL, 2002b) não aboliu por completo o transporte em latões, sob temperatura ambiente, mas restringiu em muito sua utilização. O produtor poderá fazer esse tipo de transporte desde que o leite seja entregue, no máximo, em 2 horas após a ordenha e apresente os padrões microbiológicos e físico-químicos estabelecidos. Além disso, a indústria deve concordar em trabalhar com esse tipo de leite.

Para que haja sucesso na implementação da Instrução Normativa 51 (BRASIL, 2002b), deverá haver capacitação não somente dos produtores, mas também do motorista responsável pela coleta do leite. Isto porque, na maioria das vezes, é o próprio motorista que verifica a temperatura da matéria-prima no momento da coleta e realiza análises do Álcool Alizarol 72%, optando pela coleta ou pela recusa do leite.

A indústria é responsável pelo leite que recebe, portanto, deve implementar um programa de educação continuada das pessoas envolvidas com a manipulação do alimento em todas as etapas de produção. Além disso, deve manter formalizado e atualizado o Programa de Coleta a Granel, com nome do produtor, volume e tipo de leite, capacidade do refrigerador, horário e frequência de coleta, rota da linha granelizada e Programa de Controle de Qualidade da matéria-prima.

O leite, além das análises de rotina, deve ser submetido à pesquisa de resíduos de antibióticos e deverá ser analisado, pelo

menos uma vez por mês, em laboratório da rede oficial do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) ou credenciado, quanto à Contagem de Células Somáticas (CCS) e Contagem Bacteriana Total (CBT). Para essas análises o padrão exigido para 2007 é de 1 milhão de Células Somáticas (CS) ou para CBT por mL de leite, conforme o caso. O objetivo é atingir, no ano de 2011, para as Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste e, em 2012, para Norte e Nordeste, 400 mil CS por mL, para CCS e 100 mil UFC por mL, para CBT.

A intenção é acabar gradativamente com a produção do leite tipo C, substituído pelo leite pasteurizado. O prazo para extinção do leite tipo C, cru ou pasteurizado, foi estipulado até julho de 2005, nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, prorrogado até o fim do mesmo ano e até julho 2007, nas Regiões Norte e Nordeste.

A Instrução Normativa 51 tem como foco principal a produção higiênica do leite por meio do controle sanitário dos rebanhos, das boas práticas de ordenha, da refrigeração do leite imediatamente após sua obtenção, da conservação e do transporte refrigerado, do armazenamento, da distribuição e da comercialização, para que a indústria trabalhe com matéria-prima de qualidade, o que possibilita ao consumidor acesso a alimentos seguros (CUMPRIR..., 2006).

De fato, a Instrução Normativa 51 (BRASIL, 2002b) exige dos produtores o fornecimento de um leite de melhor qualidade e, embora os órgãos de inspeção exijam que esta lei seja cumprida, apenas poderão efetivamente cobrá-la, quando determinados artigos do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa), específico da produção, entrega para industrialização e para o consumo do leite, forem revogados. Nesse sentido, o Riispoa representa um entrave à melhoria da qualidade do leite e de seus derivados.

A Instrução Normativa 68, de 2006, oficializa os métodos analíticos físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos usados nos Laboratórios Nacionais

Agropecuários (Lanagro). Este documento substitui a Instrução Normativa 22, de 2003, que estabelecia os padrões de análises dos produtos e tem como objetivo o combate à fraude econômica, em especial, à prática de adição de soro de queijo ao leite por meio do aperfeiçoamento das análises de detecção de caseinomacropéptídeos (CMP), indicativos da presença de soro no leite. Com o aperfeiçoamento dos métodos analíticos será possível inferir sobre a qualidade do leite adquirido pelas indústrias (MAPA..., 2006).

A qualidade na indústria de alimentos tem um sentido amplo. No setor de lácteos, invariavelmente, aborda a obtenção da matéria-prima e as características dos produtos finais no que se refere à identidade e qualidade do produto, incluindo características organolépticas, padrões microbiológicos e físico-químicos. Estas características, na maioria das vezes, são determinadas por regulamentos técnicos específicos.

Quando surge um produto novo no mercado, com boa aceitabilidade, a tendência é que, com o tempo, sua produção seja regulamentada. É o caso das bebidas lácteas, que, além da importância de estabelecer padrões de identidade e qualidade, houve necessidade de maior esclarecimento à população, para que não se enganasse no momento da compra.

A Instrução Normativa 16, de 2005 (BRASIL, 2005a) aprova os Padrões de Identidade e Qualidade das Bebidas Lácteas. Esta Instrução Normativa apresenta algumas exigências quanto à rotulagem dos produtos. No caso das chamadas bebidas lácteas brancas, exige a presença no rótulo das seguintes expressões: “Contém.....% de soro de leite” e “Bebida láctea não é leite” ou “Este produto não é leite”. Para as bebidas lácteas coloridas, indicar: “Contém soro de leite” e “Bebida láctea não é iogurte” ou “Este produto não é iogurte”. Quando houver adição de gordura vegetal, deve trazer no painel principal do rótulo a indicação “Contém gordura vegetal”. Além disso, deve estabelecer o teor de proteínas

de origem láctea que varia de 1,0% a 1,7%, dependendo do tipo fabricado. A base láctea varia de 51% para produtos com adição de ingredientes não lácteos a 100% para aquelas sem adição.

Além das bebidas, as especialidades lácteas também incomodaram especialistas do setor e induziram muitos consumidores ao erro no momento da aquisição do produto. Nesse caso, não há regulamento técnico específico, porém, em dezembro de 2005 foi baixada uma norma pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que impede a denominação de venda “Especialidade láctea” ou “Especialidade culinária”. Permite-se, no entanto, a designação “Requeijão com... (amido e/ou gordura vegetal)”, contrariando o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) do requeijão, na medida em que permite a adição de gordura de origem não láctea. Espera-se que, com esta nova nomenclatura, o consumidor seja capaz de identificar um requeijão tradicional, de certa forma com maior qualidade, de outro produto que tenha sido adicionado de amido e/ou de gordura vegetal.

Outras alterações na legislação que, no ano de 2006, preocuparam os industriais e ainda preocupam são aquelas referentes à rotulagem dos produtos. Várias normativas permeiam as exigências quanto às informações que devem conter nos rótulos dos produtos embalados na ausência do consumidor.

As Resoluções RDC 359 e 360 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), do ano de 2003 (ANVISA, 2003ab), tratam, de forma específica, da informação nutricional e o prazo para adequação às novas exigências esgotou em julho de 2006.

Uma das novidades é a obrigatoriedade de informar a quantidade de gordura trans, além do valor energético em quilocalorias (kcal) e quilojoule (kJ), carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, fibra alimentar e sódio. O colesterol e outros tipos de gorduras deixaram de ter sua declaração obrigatória, exceto para aqueles casos em que for realizada a declaração de

propriedades nutricionais (Informação Nutricional Complementar). Vitaminas e demais minerais possuem declaração facultativa, porém, apenas podem ser declarados, quando representarem um mínimo de 5% da Ingestão Diária Recomendada (IDR).

As gorduras trans estão presentes principalmente em produtos industrializados, incluindo sorvetes, batatas fritas, salgadinhos em pacote, bolos, biscoitos, entre outros, bem como gorduras hidrogenadas, margarinas e alimentos preparados com estes ingredientes. Além disso, estão presentes também, em menor quantidade, em produtos *in natura*, como carne e leite. A recomendação é que sejam consumidos, diariamente, no máximo, dois gramas deste tipo de gordura (RÓTULOS..., 2006).

A informação nutricional deve ser expressa por porção, incluindo a medida caseira correspondente, segundo a Resolução RDC 359/2003 (ANVISA, 2003a) e em percentual de Valor Diário (VD). Especificamente, para gorduras trans, não é calculado o VD, devendo ser declarado como não estabelecido. Além disso, o VD do valor energético passou de 2.500 kcal para 2.000 kcal ou 8.400 kJ.

A Lei nº 11.265 (ANVISA, 2006), que regulamenta a comercialização de alimentos para lactentes e crianças de primeira infância, aprovada em janeiro de 2006, traz algumas modificações nos rótulos de leites fluidos que não foram muito significativas, se for considerada que, desde 2002, a Resolução RDC 222 (ANVISA, 2002) já fazia tais exigências. Ambas têm como objetivo maior, incentivar o aleitamento materno.

Os rótulos de produtos como leites fluidos, leite em pó e leites modificados devem conter informação quanto à indicação ou não-indicação na alimentação de crianças de primeira infância e lactentes. Esta informação deve figurar no painel principal, de forma legível e de fácil visualização. A Resolução RDC 222 (ANVISA, 2002) não exige que seja, obrigatoriamente, no painel principal, mas, por outro lado, o tamanho das letras utilizadas na informação deve ser proporcional ao da denominação de venda do

produto. Por sua vez, o nome do produto, segundo a Instrução Normativa 22, de 2005 (BRASIL, 2005b), que regulamenta as informações obrigatórias da rotulagem e sua forma de apresentação, deve ser proporcional ao tamanho das letras utilizadas para a marca. Tudo isso dificulta a apresentação das informações e, talvez por este motivo, a Lei nº 11.265 (ANVISA, 2006) não faça tal exigência.

Em função de muitas reclamações por parte dos empresários do setor lácteo quanto à advertência nos rótulos de leite “O Ministério da Saúde Adverte”, expressão esta comum à dos rótulos de cigarro, em 2007 foi feita uma alteração na Lei 11.265/2006 pelo MAPA por meio da Lei 11.474/2007 (BRASIL, 2007). Assim, a advertência dos rótulos de leite passou para “Aviso Importante”:

- I - leite desnatado e semidesnatado, com ou sem adição de nutrientes essenciais: AVISO IMPORTANTE: Este produto não deve ser usado para alimentar crianças, a não ser por indicação expressa de médico ou nutricionista. O aleitamento materno evita infecções e alergias e é recomendado até os 2 (dois) anos de idade ou mais;
- II - leite integral e similares de origem vegetal ou mistos, enriquecidos ou não: AVISO IMPORTANTE: Este produto não deve ser usado para alimentar crianças menores de 1 (um) ano de idade, a não ser por indicação expressa de médico ou nutricionista. O aleitamento materno evita infecções e alergias e deve ser mantido até a criança completar 2 (dois) anos de idade ou mais;
- III - leite modificado de origem animal ou vegetal: AVISO IMPORTANTE: Este produto não deve ser usado para alimentar crianças menores de 1 (um) ano de idade. O aleitamento materno evita infecções e alergias e é recomendado até os 2 (dois) anos de idade ou mais.

A Lei proíbe a utilização, nos rótulos desses produtos, de imagens de lactentes, crianças pequenas ou outras figuras humanizadas e a indução ao uso do produto para essas faixas etárias, bem como denominações ou frases com o intuito de sugerir semelhança com o leite materno ou identificar o produto como mais adequado à alimentação infantil. São proibidas também expressões que induzam à dúvida, quanto à capacidade das mães de amamentarem seus filhos e informações que possam levar ao uso dos produtos em virtude de falso conceito de vantagem ou segurança.

Outra novidade de 2006 foi a implementação da Instrução Normativa 49 (BRASIL, 2006c), a qual aprova as instruções para permitir a entrada e o uso de produtos nos estabelecimentos registrados ou relacionados no Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), do MAPA, além de revogar a Instrução Normativa nº 8, de 2002 (BRASIL, 2002a), referente à Autorização de Uso do Produto (AUP). Ou seja, os estabelecimentos fabricantes de insumos não mais precisarão da obtenção da AUP, assim, os fabricantes de produtos lácteos não necessitarão exigi-la. Por outro lado, para todos os insumos adquiridos pela empresa de leite e derivados será exigido o preenchimento de formulários, além do lançamento dos dados no Sistema de Informação Gerencial do SIF (SIGSIF). Ela traz uma lista de todos os produtos que, na realidade, devem passar por este controle, praticamente todos os insumos adquiridos pela empresa, desde ingredientes e coadjuvantes de tecnologia, passando por substâncias de higiene, óleos lubrificantes, até as embalagens utilizadas para o produto final.

Outras alterações ocorreram no ano de 2006 e, talvez, a mais significativa tenha sido a aprovação do Decreto 5.741 (BRASIL, 2006a) que regulamenta alguns artigos da Lei Agrícola de 1991 (BRASIL, 1991) e organiza o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA). Como uma subdivisão do Suasa, foi criado o Sistema

Brasileiro de Inspeção (SISBI) de produtos de origem animal, onde se inserem os produtos lácteos, de origem vegetal e de insumos. A Instrução Normativa 19, de julho de 2006 (BRASIL, 2006b), fixa os critérios de adesão ao Sisbi e exige equivalência dos serviços de inspeção municipais e estaduais.

A adesão ao SISBI é voluntária e, para isso, Estados e municípios deverão adequar seus procedimentos de inspeção e fiscalização, ficando obrigados a seguir a legislação federal ou dispor de regulamentos equivalentes, reconhecidos pelo MAPA. Além disso, deverão comprovar estrutura administrativa que permita executar as ações, conforme estabelecido na legislação. Dessa forma, aumentaria a área comercial de estabelecimentos com registro nos órgãos estaduais e municipais que poderiam realizar comércio interestadual.

Apesar dessas modificações, permanece em vigor a Lei 7.889 de 1989 (BRASIL, 1989) que determina as responsabilidades da inspeção, segundo a abrangência comercial. Portanto, estabelecimentos registrados em Estados e municípios que optarem pela não adesão continuarão a realizar o comércio de seus produtos apenas no âmbito estadual ou municipal, conforme o caso.

IMPACTOS SOBRE A CADEIA PRODUTIVA DO LEITE E QUALIDADE DOS PRODUTOS LÁCTEOS

A produção de leite de melhor qualidade traz benefícios aos produtores, à medida que reduz a incidência de doenças, o que resulta em maior produção de leite e menores custos. Além disso, uma tendência cada vez mais clara é a valorização do produto por meio do pagamento por qualidade. Dessa forma, todos os componentes da cadeia do leite são beneficiados, do produtor ao consumidor.

A implementação da Instrução Normativa 51 abrirá novos mercados para o leite brasileiro, de forma que garanta a susten-

tabilidade da produção nos próximos anos. Para isso, todos os elos da cadeia devem estar integrados para somar esforços por um objetivo comum: o leite de qualidade (DÜRR, 2005).

O baixo nível cultural e o pouco uso de tecnologia por parte dos produtores de leite são, de certa forma, preocupantes porque evidenciam a vulnerabilidade deste setor diante das modificações que vêm ocorrendo na cadeia de lácteos do Brasil, que visam garantir a qualidade do produto (SALMAN, 2006).

Se, por um lado, a Instrução Normativa 51 estabelece um novo padrão para o leite produzido e comercializado no Brasil, por outro lado, a baixa qualidade do leite inviabiliza a permanência de muitos pequenos produtores no mercado formal ou inspecionado.

De acordo com Schiavi (apud SALMAN, 2006), o processo de modernização do setor leiteiro no Brasil ainda não mostrou resultados em termos de melhoria da matéria-prima recebida nos laticínios. No entanto, a granelização do leite tem como uma de suas conseqüências a seleção de produtores implícita no processo. Sendo assim, a refrigeração e a granelização representarão, em médio prazo, um forte impacto sobre o produtor não especializado de leite. Os produtores que não se adaptam às novas regras tendem a deixar de comercializar o produto. Logo, fica evidente que a implementação da Instrução Normativa 51 será um desafio a mais a ser enfrentado pelos pequenos produtores de leite, os quais precisarão se organizar em associações e cooperativas para buscar as informações e o capital necessários para adequação de suas propriedades às novas regras (SALMAN, 2006).

Os principais benefícios alcançados com o resfriamento do leite nas propriedades e seu transporte a granel são a melhoria da qualidade da matéria-prima, o aumento da eficiência produtiva do produtor e da indústria e a redução de custos para o produtor e também para a indústria.

O Brasil tem um potencial extraordinário para a produção de leite. Desenvolvendo a competência necessária no processo pro-

duutivo, na industrialização e na comercialização, teremos um mercado altamente promissor. Principalmente, porque o País tem condições de produzir da forma mais natural possível e diminuir ou eliminar os contaminantes químicos e biológicos do leite (CUMPRIR..., 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Qualidade e segurança dos alimentos são questões que têm recebido maior atenção por parte das autoridades, indústria, profissionais, produtores e consumidores. A legislação brasileira, relativa à cadeia produtiva do leite, passou por um processo de modernização com objetivos de promover a melhoria da qualidade do leite e derivados e acompanhar a tendência mundial. Alguns pontos limitantes devem ser resolvidos como mudanças no Riispoa, capacitação contínua dos produtores e dos manipuladores de leite. A normatização e a fiscalização na produção de leite por parte do governo são de fundamental importância. A conscientização dos consumidores, quanto ao reconhecimento de seus direitos contribui para a melhoria da qualidade. A população deve conhecer os riscos advindos do consumo de leite informal ou de baixa qualidade. O trabalho integrado dos componentes da cadeia produtiva do leite é um fator crítico para a obtenção de matéria-prima e produtos lácteos de alta qualidade. O cumprimento das exigências legais deve ser considerado desde a produção até o consumo.

REFERÊNCIAS

- ANVISA. Lei nº 11.265, de 3 de janeiro de 2006. Regulamenta a comercialização de alimentos para lactentes e crianças de primeira infância e também a de produtos de puericultura correlatos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 4 jan. 2006.
- _____. Resolução RDC nº 222, de 5 de agosto de 2002. Aprova o Regulamento Técnico para Promoção Comercial de Alimentos para Lac-

tentes e Crianças de Primeira Infância. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 6 ago. 2002.

_____. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 26 dez. 2003a.

_____. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 26 dez. 2003b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 22000**: Sistemas de gestão da segurança de alimentos – requisitos para qualquer organização na cadeia produtiva de alimentos. Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 5.741, de 30 de março de 2006. Fica aprovado, na forma do Anexo deste Decreto, o Regulamento dos arts. 27-A, 28-A e 29-A da Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 31 mar. 2006a. Seção 1, p.82.

_____. Instrução Normativa nº 8, de 16 de janeiro de 2002. Aprova as Instruções para Autorização de Uso de Produtos – AUP, a serem utilizados nos Estabelecimentos de Produtos de Origem Animal, sob Inspeção Federal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 17 jan. 2002a. Seção 1, p.10.

_____. 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. 2005a. Seção 1, p.7.

_____. Instrução Normativa nº 19, de 24 de julho de 2006. Estabelece os requisitos para adesão dos Estados, do Distrito Federal e dos Muni-

cípios, individualmente ou por meio de consórcios, ao Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária, integrado pelo Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal, Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Vegetal, Sistema Brasileiro de Inspeção de Insumos Agrícolas e Sistema Brasileiro de Insumos Pecuários, na forma dos Anexos I, II, III e IV. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília**, 28 de jul. de 2006b. Seção 1, p.28.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 22, de 24 de novembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Rotulagem de Produto de Origem Animal embalado. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília**, 25 nov. 2005b. Seção 1, p.15.

_____. Instrução Normativa nº 42, de 20 de dezembro de 1999. Altera o Plano de Controle de Resíduos em Produtos de Origem Animal – PNCR e os Programas de Controle de Resíduos em Carne – PCRC, Mel – PCRM, Leite – PCRL e Pescado – PCRP. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília**, 22 dez. 1999. Seção 1, p.213-227.

_____. Instrução Normativa nº 49, de 14 de setembro de 2006. Aprova as Instruções para permitir a entrada e o uso de produtos nos estabelecimentos registrados ou relacionados no Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília**, 20 set. 2006c. Seção 1, p.3.

_____. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília**, 20 set. 2002b. Seção 1, p.13-22.

_____. Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989. Dispõe sobre a inspeção sanitária e industrial dos produtos de origem animal, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República**

Federativa do Brasil, Brasília, 24 nov. 1989. Seção 1, p.21529.

_____. Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Dispõe sobre a Política Agrícola. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília**, 18 jan. 1991. Seção 1, p.1330.

_____. Lei nº 11.474, de 15 de maio de 2007. Altera a Lei nº 10.188, de 12 de fevereiro de 2001, que cria o Programa de Arrendamento Residencial, institui o arrendamento residencial com opção de compra, e a Lei nº 11.265, de 3 de janeiro de 2006, que regulamenta a comercialização de alimentos para lactentes e crianças de primeira infância e também a de produtos de puericultura correlatos, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília**, 16 maio 2007. Seção 1, p.1. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=vizualizar&id=17757>>. Acesso em: 15 jun. 2007.

_____. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília**, 16 mar. 1998. Seção 1, p.24.

_____. Portaria nº 368, de 4 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico sobre as condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília**, 8 set. 1997. Seção 1, p.19697.

_____. 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.

COSTA, C.N. **Legislação e controle de qualidade**. Brasília: EMBRAPA, [2007]. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_43_217200392358.html>. Acesso em: 5 fev. 2007.

COSTA, E.O. da. **Qualidade do leite**: contagem de células somáticas e resíduo de antimicrobianos. Chapecó: Sociedade Catarinense de Medicina Veterinária – Núcleo Oeste, 2004. Disponível em: <http://www.nucleovet.com.br/materias_arquivos/02.doc>. Acesso em: 5 fev. 2007.

CUMPRIR IN 51 é dever de todo produtor de leite. **Boletim Informativo [FAEP]**, Curitiba, ano 20, n. 909, maio 2006. Disponível em: <<http://www.faep.com.br/boletim/bi909/bi909pag17.htm>>. Acesso em: 5 fev. 2007.

DÜRR, J. W. **Como produzir leite de alta qualidade**. Brasília: SENAR, 2005. 27p. Disponível em: <<http://www.faemg.org.br/arquivos/Cartilha%20IN%2051.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2007.

GONÇALO, E. **Panorama da segurança de alimentos no Brasil e no mundo**. Disponível em: <http://www.cic.org.br/uploads/Rac/Seguran%C3%A7a_Alimentar_no_Brasil_e_no_Mundo.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2007.

MAPA aperta cerco contra adição de soro em leite. Milk Point, 2006. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/actA=7&areaID=50&secaoID=165¬iciaID=33080>>. Acesso em: 5 fev. 2007.

RÓTULOS de alimentos devem conter mais informações. Milk Point, 2006. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/?actA=7&areaID=50&secaoID=165¬iciaID=30156>>. Acesso em: 5 fev. 2007.

RUBEZ, J. A nova lei do leite. **Leite Brasil**, São Paulo, fev. 2003. Disponível em: <http://www.leitebrasil.org.br/artigos/jrubez_078>. Acesso em: 5 fev. 2007.

SALMAN, A. K. **Instrução normativa 51**: um desafio para os pequenos produtores de leite em Rondônia. Clic News, 2006. Disponível em: <<http://www.clicnews.com.br/artigos/view.htm?id=54949>>. Acesso em: 5 fev. 2007.

Legislação brasileira de produtos lácteos com alegação de propriedades funcionais

Paulo César Stringheta¹
 Miriam Aparecida Pinto Vilela²
 Tânia Toledo de Oliveira³

Resumo - São relacionadas informações sobre legislação brasileira, critérios considerados na avaliação das alegações e mercado de alimentos funcionais, com subsídios para o desenvolvimento de produtos lácteos, com alegação de propriedades funcionais e/ou de saúde.

Palavras-chave: Leite. Laticínio. Alimento funcional. Mercado. Lei.

INTRODUÇÃO

A expansão dos conhecimentos sobre o papel dos componentes fisiologicamente ativos dos alimentos, de fontes vegetais (fitoquímicos) e animais (zooquímicos), o consenso científico da estreita relação entre alimentação-saúde-doença, os novos conceitos sobre os efeitos benéficos de outros compostos não nutrientes, a urbanização, o aumento de expectativa da vida, o desenvolvimento científico e tecnológico, a globalização da economia e as mudanças na regulamentação são fatores de estímulo à produção de alimentos específicos na manutenção da saúde.

Neste contexto, a indústria de laticínios destaca-se no lançamento de produtos com alegação de propriedades funcionais, de maior valor agregado e que apresentam maior possibilidade de conquistar o consumidor, cada vez mais exigente.

HISTÓRICO

O termo alimentos funcionais foi inicialmente introduzido pelo governo do Japão, em meados dos anos 80, como resultado de esforços para desenvolver alimentos que possibilitassem a redução dos gastos com saúde pública, considerando a alta expectativa de vida naquele país. O Japão foi pioneiro na formulação do processo específico de regulamentação dos alimentos funcionais. Refere-se aos alimentos processados, similares na aparência aos alimentos convencionais, usados como parte de uma dieta normal e que demonstraram benefícios fisiológicos e/ou reduziram o risco de doenças crônicas, além de suas funções básicas nutricionais. Conhecidos como Alimentos para Uso Específico de Saúde – *Foods for Specified Health Use* (Foshu), estes alimentos trazem um selo de aprovação do Ministério da Saúde e Bem-estar japonês.

O princípio foi rapidamente adotado mundialmente. Entretanto, as denominações das alegações ou *claims*, bem como os critérios para sua aprovação variam de acordo com a regulamentação de cada país ou de blocos econômicos. Portanto, é importante considerar a regulamentação do mercado a que se destina o produto.

A primeira fase do mercado de alimentos funcionais ocorreu na década de 90. Caracterizou-se pela adoção do conceito estimulado pelas inovações do mercado japonês dos anos 80, como os probióticos, margarinas para redução do colesterol, barras de cereais e outros. A segunda fase iniciou-se em 2000 e caracterizou-se pela consolidação da indústria de alimentos como líder no mercado nutricional, pela diversificação e segmentação de produtos e pelo crescente foco das empresas na busca do conhecimento e interpretação dos desejos do consumidor *consumer insights*.

¹Eng^a Agr^a, D.Sc., Prof. Tit. UFV - Dep^o Tecnologia de Alimentos, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: pstringheta@gmail.com

²Farmacêutica-Bioquímica, Doutoranda, Prof^a Adj. UFJF - Faculdade de Farmácia e Bioquímica, CEP 36036-330 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: miriamaop@yahoo.com.br

³Química, D.Sc., Prof^a Adj. UFV - Dep^o Bioquímica e Biologia Molecular, CEP 36570-000, Viçosa-MG. Correio eletrônico: ttoledo@ufv.br

A partir da constatação de que o consumidor tem sido confundido com uma nomenclatura e alegações *claims* de propriedades não demonstradas cientificamente, a tendência do *Codex Alimentarius* e de vários países foi disciplinar as alegações sobre as propriedades funcionais dos alimentos ou de seus componentes, como também a segurança com base em evidências científicas (ANVISA, 1999d, 2004).

No Brasil, em 1999, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), aprovou a regulamentação que trata das diretrizes básicas para avaliação do risco e segurança dos alimentos – Resolução nº 17/99 (ANVISA, 1999c), dos procedimentos para registro de alimentos e/ou novos ingredientes – Resolução nº 16/99 (ANVISA, 1999b), das diretrizes básicas para análise e comprovação de alegação de propriedade funcional e/ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos – Resolução nº 18/99 (ANVISA, 1999d) e, Portaria 398/99 (ANVISA, 1999a) e dos procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e/ou de saúde – Resolução nº 19/99 (ANVISA, 1999e).

LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

A legislação brasileira não define alimento funcional (ANVISA, 1999ade), mas define alegação de propriedade funcional como aquela relativa ao papel fisiológico no crescimento, desenvolvimento e funções normais do organismo e alegação de propriedade de saúde como:

aquela que afirma, sugere ou implica a existência de relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde.

Estabelece as diretrizes para sua utilização, bem como as condições de registro dos produtos (ANVISA, 1999ade). Dentre as diretrizes para esse tipo de alimento são permitidas alegações funcionais e/ou de saúde, em caráter opcional. Não são permitidas alegações que façam referência à cura ou à prevenção de doenças. As alegações

devem ainda estar em consonância com as diretrizes da política pública de saúde. O alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais e/ou de saúde deve ser seguro para consumo sem a supervisão médica. O conteúdo da propaganda não pode ser diferente, em seu significado, daquele aprovado para a rotulagem (ANVISA, 1999e, 2005a). A fiscalização da propaganda e da publicidade desses produtos é feita pela Anvisa, por meio da Gerência de Monitoração e Fiscalização da Propaganda, de Publicidade, de Promoção e de Informação de Produtos Sujeitos à Vigilância Sanitária (GPROP).

O registro na Anvisa é obrigatório tanto para as substâncias bioativas e probióticos isolados, como para alimentos com alegação de propriedade funcional e/ou de saúde e para os alimentos novos e novos ingredientes, produzidos no Brasil ou importados (ANVISA, 2000ab, 2005b). Mesmo para os produtos lácteos que são da competência do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o processo referente à comprovação das alegações deve ser previamente encaminhado à Anvisa, para análise. Segundo a assessoria de imprensa da Anvisa (BOURROUL, 2006), o processo de avaliação de uma solicitação de registro demora, aproximadamente, seis meses. O referido órgão informou que, atualmente, existem 230 alimentos registrados com alegações de propriedades funcionais no mercado brasileiro.

Para obter o registro do produto com alegações, a empresa deve apresentar junto com as demais documentações, o relatório técnico-científico, com as seguintes informações (ANVISA, 1999ade):

- texto e cópia do *layout* dos dizeres de rotulagem;
- denominação do produto;
- finalidade de uso;
- recomendação de consumo;
- composição química, com caracterização molecular, quando for o caso, e formulação do produto;

- ensaios bioquímicos;
- ensaios nutricionais e/ou fisiológicos e/ou toxicológicos em animais;
- estudos epidemiológicos;
- ensaios clínicos;
- evidências abrangentes da literatura e de organismos reconhecidos;
- comprovação de uso tradicional com benefícios e sem danos à saúde.

A Resolução RDC nº 2/2002 (ANVISA, 2002) aplica-se às diretrizes a serem adotadas para a avaliação de segurança, registro e comercialização de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional e/ou de saúde, apresentadas como formas farmacêuticas (cápsulas, comprimidos, tabletes, pós, granulados, pastilhas, suspensões e soluções). Este regulamento define substância bioativa, além dos nutrientes os não nutrientes que possuem ação metabólica ou fisiológica específica e probiótico, microrganismos vivos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal e produzir efeitos benéficos à saúde do indivíduo.

O Informe Técnico nº 9, de maio de 2004 (ANVISA, 2004), foi elaborado a partir da constatação de que a aplicação do item 3.3, da Resolução nº 18/99 (ANVISA, 1999d):

para os nutrientes com funções plenamente reconhecidas pela comunidade científica não será necessária a demonstração de eficácia ou análise da mesma para alegação funcional na rotulagem.

Este Informe Técnico possibilitava situações que contrariavam as Diretrizes das Políticas Públicas de Saúde, trazendo confusão para os consumidores e a partir da observação do aumento da utilização de alegações em rótulos de produtos dispensados da obrigatoriedade de registro no comércio (ANVISA, 1999ad). Apresenta, ainda, os seguintes critérios que devem ser cumpridos, para aprovação das alegações para nutrientes com função plenamente reconhecida pela comunidade científica:

- a) estarem relacionadas com nutrientes intrínsecos ao produto, os quais devem estar presentes pelo menos na quantidade estabelecida para o atributo “fonte”, conforme a regulamentação sobre Informação Nutricional Complementar da Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998 (ANVISA, 1998a);
- b) serem específicas quanto à função do nutriente objeto da alegação;
- c) estarem vinculadas ao alimento de consumo habitual da população, o qual não deve ser de consumo ocasional e nem estar apresentado em cápsulas, comprimidos, tabletes ou outras formas farmacêuticas.

O atendimento aos critérios estabelecidos para o uso das alegações previstas no item 3.3 da Resolução nº 18/99 (ANVISA, 1999d), de responsabilidade da empresa, dispensa o envio de documentação para avaliação técnica. Entretanto, a dispensa refere-se apenas à necessidade de comprovação das alegações – item 4.1.1.9 da Resolução nº 18/99 (ANVISA, 1999d) e não ao registro e aos demais itens do relatório técnico-científico (item 4.1.1).

Em relação à expressão “não deve ser de consumo ocasional” (ANVISA, 2004), de acordo com a Resolução RDC nº 359 de 2003 (ANVISA, 2003) os seguintes produtos, dentre outros, são considerados de consumo ocasional: balas, pirulitos e pastilhas, sorvetes de massa, sorvetes individuais, pós para preparo de refresco e mistura para preparo de docinho.

Após cinco anos, a Anvisa (2005a) reavaliou os produtos com alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde, aprovados desde 1999. Utilizaram-se como base os conhecimentos científicos atualizados e relatos e pesquisas que demonstraram as dificuldades encontradas pelos consumidores em entender o verdadeiro significado da característica anunciada para determinados produtos contendo alegações. Esta revisão considerou como

pressupostos, a necessidade de as alegações estarem de acordo com as políticas do Ministério da Saúde e serem de fácil compreensão pelos consumidores, além de cumprir com o estabelecido pelas Resoluções nº 17/99, 18/99 e 19/99 (ANVISA, 1999cde). Os seguintes produtos tiveram suas alegações modificadas, com o intuito de aprimorar o entendimento para os consumidores, quanto às propriedades desses alimentos: ácidos graxos da família ômega 3, carotenóides (licopeno e luteína), fibras alimentares (beta glucana, frutooligosacarídeos, inulina, lactulose, *Psillium* ou *Psillium*, quitosana), fitoesteróis, probióticos (*Lactobacillus acidophilus*, *L. casei shirota*, *L. casei* var. *rhammosus*, *L. casei* var. *defensis*, *L. delbrueckii* subespécie *bulgaricus*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. lactis*, *B. longum*, *Streptococcus salivarius* subespécie *thermophilus*) e proteína de soja. Alguns exemplos de alegação com linguagem padronizada, com as respectivas observações para probióticos, fibras alimentares como tal e fibras alimentares prebióticas (frutooligosacarídeos e inulina) são apresentados a seguir:

PROBIÓTICOS

Lactobacillus acidophilus

Lactobacillus casei shirota

Lactobacillus casei variedade *rhammosus*

Lactobacillus casei variedade *defensis*

Lactobacillus delbrueckii subespécie *bulgaricus*

Bifidobacterium bifidum

Bifidobacterium lactis

Bifidobacterium longum

Streptococcus salivarius subespécie *thermophilus*

Alegação: “O (indicar a espécie do microrganismo) (probiótico) contribui para o equilíbrio da flora intestinal. Seu consumo deve estar associado a uma dieta equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.

Observações:

1. A quantidade do probiótico em unidades formadoras de colônias (UFC), contida

na porção diária do produto pronto para consumo, deve ser declarada no rótulo, próximo à alegação.

2. A empresa deve apresentar laudo de análise do produto para comprovar a quantidade do microrganismo viável até o final do prazo de validade do produto.

Bifidobacterium animalis

Alegação: “O *Bifidobacterium animalis* (probiótico) auxilia o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma dieta equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.

Observações:

1. A quantidade do probiótico em unidades formadoras de colônias (UFC), contida na porção diária do produto pronto para consumo, deve ser declarada no rótulo, próximo à alegação.
2. A empresa deve apresentar laudo de análise do produto para comprovar a quantidade do microrganismo viável até o final do prazo de validade do produto.

FIBRAS ALIMENTARES

Fibras alimentares

Alegação: “As fibras alimentares auxiliam o funcionamento do intestino. Seu consumo deve estar associado a uma dieta equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.

Observações:

1. Esta alegação pode ser utilizada para as fibras solúveis e insolúveis desde que a porção diária do produto pronto para consumo atenda pelo menos ao atributo “fonte” de fibras alimentares estabelecido pela Portaria SVS/MS nº 27/98.
2. Na tabela de informação nutricional deve ser declarada a quantidade de fibra solúvel e ou insolúvel, dependendo do caso, abaixo da denominação fibras alimentares.

3. Deve constar no rótulo das fibras isoladas em cápsulas, tabletes, comprimidos, pós e similares a seguinte frase de advertência em destaque e em negrito: “O consumo deste produto deve ser acompanhado da ingestão de líquidos”.

Prebióticos

- Frutooligosacarídeos

Alegação: “Os frutooligosacarídeos (FOS) contribuem para o equilíbrio da flora intestinal. Seu consumo deve estar associado a uma dieta equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.

Observações:

1. A porção diária do produto pronto para o consumo deve atender pelo menos ao atributo “fonte” de fibras alimentares estabelecido pela Portaria SVS/MS nº 27/98.
2. Na tabela de informação nutricional deve ser declarada a quantidade de frutooligosacarídeos abaixo da denominação fibra alimentar.

- Inulina

Alegação: “A inulina contribui para o equilíbrio da flora intestinal. Seu consumo deve estar associado a uma dieta equilibrada e hábitos de vida saudáveis”.

Observações:

1. A porção diária do produto pronto para consumo deve atender pelo menos ao atributo “fonte” de fibras alimentares estabelecido pela Portaria SVS/MS nº 27/98 .
2. Na tabela de informação nutricional deve ser declarada a quantidade de inulina abaixo da denominação fibra alimentar.

De acordo com a Portaria nº 27/98 (ANVISA, 1998a), para utilizar o atributo fonte de fibras alimentares o alimento deve apresentar as seguintes condições no

produto pronto para consumo: mínimo de 3 g de fibras/100 g para sólidos e mínimo de 1,5 g de fibras/100 mL para líquidos.

A situação atual no Brasil, após a reavaliação das alegações em 2004, adequando-as às políticas de saúde pública e nutrição do Ministério da Saúde e aos conhecimentos científicos atualizados, é a seguinte: não existe nenhuma alegação de saúde aprovada. Estão aprovadas 14 alegações de propriedades funcionais genéricas com linguagem padronizada e 25 tipos de substâncias ou microrganismos com alegação de propriedade funcional. Os fabricantes tiveram prazo para adequar os rótulos até janeiro de 2001, ou negociar novo prazo junto à Vigilância até o esgotamento das embalagens (ANVISA, 2005a). As alegações sobre nutrientes com função plenamente estabelecida encontram-se em discussão (LAJOLO, 2006).

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS LÁCTEOS COM ALEGAÇÃO DE PROPRIEDADES FUNCIONAIS

O desenvolvimento de produtos lácteos com alegação de propriedades funcionais e/ou de saúde deve considerar de forma prioritária a legislação vigente, bem como os critérios utilizados pelos órgãos competentes na avaliação dos processos de solicitação de registro, pois somente os produtos que cumprem com a legislação têm a solicitação de registro aprovada. As alegações devem ser embasadas em sólida comprovação científica.

A indústria de insumos adquiriu uma grande importância no desenvolvimento de produtos com alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde. Ela deve oferecer o embasamento científico que sustente as alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde relativas ao ingrediente. A indústria de laticínios, interessada no desenvolvimento do produto, deve considerar a especificidade dos resultados dos testes de comprovação para a matriz do alimento, para as quantidades das substâncias bio-

ativas ou probióticos adicionados e para a porção de consumo do alimento.

A indústria de laticínios está entre as que apresentam maior crescimento na disponibilização de produtos com alegações de propriedades funcionais, em especial nos segmentos de iogurtes e outros leites fermentados, que utilizam microrganismos probióticos e substâncias prebióticas. As culturas probióticas devem constar da lista de produtos, geralmente reconhecidos como seguros – *Generally Recognized As Safe* (GRAS). A adição de bactérias probióticas pode ser feita basicamente de três maneiras: como componente da cultura *starter* que dará origem ao produto; por adição de uma cultura concentrada junto com a cultura *starter*, no início do processamento ou por adição de uma cultura concentrada, após a fermentação, antes da embalagem. Esta última prática, comum na produção de produtos lácteos probióticos fermentados, é essencial na produção de produtos lácteos probióticos não fermentados.

Os prebióticos são substâncias não digeríveis pelo hospedeiro e que têm a propriedade de ser fermentados de maneira seletiva, no cólon, favorecendo o seu bem-estar. Os oligossacarídeos constituem o grupo mais enfatizado, destacando-se a inulina e os frutooligosacarídeos. Os probióticos e prebióticos têm sido também utilizados em outros produtos, como bebidas lácteas não fermentadas (leite *sweet*), leites em pó, iogurtes congelados e queijos, com alegação de propriedades funcionais.

A garantia dos benefícios dos produtos probióticos fabricados com tecnologia adequada depende da eficiência e do controle de toda a cadeia de frio, de transporte, de distribuição, de comercialização e consumo. A informação para o transportador, distribuidor, comerciante e consumidor deve ser abundante, para que todo o esforço não seja perdido.

O panorama relatado por Santos (2006), em relação ao fluxo de aprovação dos pro-

cessos de solicitação de registro para alimentos com alegações de propriedades funcionais, no período de 1999 a 2004, evidenciou a alta proporção de processos indeferidos: 214 processos deferidos e 162 indeferidos. Observa-se a necessidade do conhecimento das diretrizes das políticas de saúde e dos critérios utilizados para avaliação da base científica das alegações, por parte das empresas solicitantes.

CRITÉRIOS PARA A AVALIAÇÃO DAS ALEGAÇÕES

A política pública de saúde do Brasil específica para a área de alimentação e nutrição é a Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN). O Guia Alimentar para a População Brasileira (BRASIL, 2005) constitui o cumprimento de uma das diretrizes da PNAN. O referido Guia incorporou as recomendações da estratégia global sobre dieta, atividade física e saúde da Organização Mundial da Saúde (OMS) e estabelece as diretrizes para a alimentação saudável e atividade física. As diretrizes dessas políticas recomendam a redução do teor de sal, açúcar e gorduras nos alimentos, o incentivo ao aleitamento materno exclusivo nos primeiros seis meses de vida e à prática de atividade física, com o objetivo de reduzir a incidência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) como a obesidade, diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares e câncer.

A OMS e a Organização das Nações Unidas para Agricultura e a Alimentação (FAO) publicaram, em 2003, os critérios de classificação da força da evidência das recomendações para prevenção de doenças de acordo com a qualidade, quantidade e resultados dos estudos disponíveis. Segundo estes critérios, a evidência é classificada como (WHO; FAO, 2003):

a) convincente: evidência apoiada em estudos bem conduzidos, que apresentem associações consistentes entre exposição e doença, com pou-

ca ou nenhuma evidência para o contrário. A evidência disponível baseia-se em um número substancial de estudos, incluindo estudos observacionais prospectivos e, quando relevantes, ensaios controlados randomizados de tamanho, duração e qualidade adequados, apresentando efeitos consistentes. A associação deve ser biologicamente plausível;

b) provável: evidência com base em estudos epidemiológicos que apresentem associações consistentes suficientes entre a exposição e a doença, mas onde são percebidas falhas na evidência ou alguma evidência do contrário, o que impossibilita um julgamento mais definitivo. As falhas na evidência podem ser as seguintes: duração insuficiente dos ensaios ou estudos, estudos ou ensaios disponíveis insuficientes, tamanhos inadequados de amostra e acompanhamento insuficiente. Evidências de laboratório são geralmente de suporte. A associação deve ser biologicamente plausível;

c) possível: evidência com base principalmente em resultados de estudos caso-controle e transversais. Estão disponíveis insuficientes ensaios controlados randomizados, estudos observacionais, ou estudos controlados não randomizados. Evidências com base em estudos não epidemiológicos, como pesquisas clínicas e de laboratório, de apoio. São requeridos mais ensaios para apoiar as tentativas de associações, que devem também ser biologicamente plausíveis;

d) insuficiente: evidência com base em resultados de poucos estudos que são sugestivos, mas não são suficientes para estabelecer uma associação entre exposição e doença. Existe evidência limitada ou não há evidên-

cia disponível das experimentações controladas randomizadas. São necessárias pesquisas mais bem delimitadas para apoiar as tentativas de associações.

Lajolo (2006) afirmou que existem na literatura, evidências científicas de diversos efeitos de algumas substâncias bioativas, porém, o critério para a aprovação de uma alegação é a existência de concordância científica significativa, ou seja, evidência convincente. Exemplificou que existem diversas evidências epidemiológicas de ações benéficas do licopeno, como a redução do risco de ocorrência de doenças cardiovasculares e de câncer de próstata. Mas, até o momento, somente a ação como antioxidante obteve a concordância científica significativa, demonstrada por estudos clínicos controlados e considerada como relação convincente. Por este motivo, a Comissão Técnico-Científica de Assessoramento em Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e/ou de Saúde e Novos Alimentos (CTCAF) aprovou para esta substância, somente a alegação como antioxidante.

O documento do *Codex Alimentarius* "Diretrizes para o uso de alegações de saúde e de nutrientes, *Guidelines for use of nutrition and health claims*" (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2004) fornece recomendações aos governos para facilitar o controle das alegações utilizadas pela indústria. De acordo com o documento, algumas condições são necessárias para aprovação das alegações como:

a) segurança e inocuidade do alimento são pressupostos para a avaliação científica de uso de alegações de saúde, inclusive a segurança e a inocuidade relacionada com o aumento do consumo do alimento em função da alegação *claim* utilizada;

b) devem ser realizadas simulações conduzidas por métodos apropriados para avaliar o risco potencial

- do consumo excessivo, com base em valores éticos;
- c) devem ser avaliados o tipo e as características do alimento sobre o qual será feita uma alegação;
- d) este alimento deve estar de acordo com a política de saúde e nutrição do País, a fim de que evitem informações contraditórias sobre a finalidade do alimento;
- e) deve-se ter sólida evidência científica para aprovação da alegação.

Os dados obtidos devem mostrar de modo constante uma associação entre exposição e a melhora da função e/ou redução do risco de doença, com pouco ou nenhum dado que demonstre o contrário, no caso de estudos epidemiológicos (relação convincente). O documento "Proposta de recomendações sobre a base científica de alegações de saúde etapa 2/3, *Proposed Draft Recommendations on the Scientific Basis of Health Claims at Step 2/3*" (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2005), que ainda se encontra em discussão, recomenda a utilização de estudos clínicos e que outros estudos somente sejam aceitos para sustentar a evidência clínica; que não devem ser permitidas alegações *claims* com base em descobertas ou associações recentes, sem a devida solidez dos dados encontrados; recomenda ainda que deve ocorrer a reavaliação em função do surgimento de evidências científicas convincentes que alterem as associações anteriormente estabelecidas.

O projeto Processo para Avaliação da Base Científica para Alegações em Alimentos (Passclaim), patrocinado pelo Instituto Internacional de Ciências da Vida (ILSI) Seção Regional Europa – aprovou seis critérios para a comprovação científica das alegações de saúde em alimentos. Os critérios são:

- a) o alimento e/ou o componente alimentar ao qual é atribuído o efeito alegado devem ser caracterizados;

- b) a comprovação de uma alegação deve tomar por base dados humanos, basicamente provenientes de estudos intervencionais, com recomendações específicas de planejamento;
- c) quando o benefício final da alegação não puder ser diretamente mensurado, os estudos deverão recorrer a marcadores;
- d) os marcadores devem ter:
 - validade biológica, que apresente relação conhecida com resultado final e distribuição normal dentro das características da população-alvo,
 - validade metodológica, com respeito às suas características analíticas;
- e) dentro de um estudo, a variável-alvo deve ser estatisticamente significativa e biologicamente relevante para o grupo-alvo, além de consistente com a alegação a ser comprovada;
- f) a alegação deve ser cientificamente comprovada, considerando a totalidade dos dados disponíveis e a avaliação da evidência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A regulamentação orienta a indústria de alimentos e garante ao consumidor produtos diferenciados, reconhecidamente comprovados pela comunidade científica. Os produtos com alegação de propriedades funcionais e/ou de saúde bem-sucedidos incentivam o desenvolvimento de novos ingredientes e alimentos proporcionando um importante e crescente mercado.

O desenvolvimento de alimentos com alegação de propriedades funcionais é um assunto complexo que deve considerar todos os aspectos sensoriais, tecnológicos e normativos, de forma que garanta os benefícios alegados e mantenha a confiança do consumidor. A propaganda dos produtos deve-se limitar ao conteúdo aprovado para a rotulagem, informando de

forma fidedigna e respeitando o consumidor. A legislação brasileira mantém-se atenta aos conhecimentos científicos atualizados e incorpora os princípios do *Codex Alimentarius*, que objetivam promover e proteger a saúde pública, além de garantir práticas equitativas no comércio de alimentos.

AGRADECIMENTO

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

REFERÊNCIAS

ANVISA. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos**. Brasília, 2005a. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno.htm>>. Acesso em: 1 set. 2005.

_____. **Orientação para utilização, em rótulos de alimentos, de alegação de propriedades funcionais de nutrientes com funções plenamente reconhecidas pela comunidade científica**: item 3.3 da Resolução ANVISA/MS nº 18/99. Brasília, 2004. (ANVISA. Informe Técnico, 9). Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/09_210504.htm>. Acesso em: 6 abr. 2005.

_____. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes), constantes do anexo desta Portaria. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 16 jan. 1998a. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=97&word=>>>. Acesso em: 5 nov. 2005. 1998.

_____. Portaria nº 398, de 30 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 3 maio 1999a. Dis-

ponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=11297&word=>>. Acesso em: 24 out. 2005.

ANVISA. Resolução nº 16, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para registro de Alimentos e ou Novos Ingredientes. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 3 dez. 1999b. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=107&word=>>. Acesso em: 6 abr. 2005.

_____. Resolução nº 17, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as Diretrizes Básicas para a Avaliação de Risco e Segurança dos Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 3 maio 1999c. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=108&word=>>. Acesso em: 6 abr. 2005.

_____. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, Poder Executivo, 3 maio 1999d. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=109&word=>>. Acesso em: 6 abr. 2005.

_____. Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 3 maio 1999e. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=110&word=>>. Acesso em: 30 ago. 2005.

_____. Resolução nº 22, de 15 de março de 2000. Dispõe sobre os Procedimentos Básicos de Registro e Dispensa da Obrigatoriedade de Registro de Produtos Importados Pertinentes

à Área de Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 16 mar. 2000a. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=136&word=>>. Acesso em: 28 set. 2005.

_____. Resolução nº 23, de 15 de março de 2000. Dispõe sobre o Manual de Procedimentos Básicos para Registro e Dispensa da Obrigatoriedade de Registro de Produtos Pertinentes à Área de Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 16 mar. 2000b. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=22680&word=>>. Acesso em: 28 nov. 2005.

_____. Resolução RDC nº 2, de 7 de janeiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 9 jan. 2002. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=1567&Word=>>. Acesso em: 30 ago. 2005.

_____. Resolução RDC nº 278, de 22 de setembro de 2005. Aprova as categorias de Alimentos e Embalagens Dispensados e com Obrigatoriedade de Registro. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 23 set. 2005b. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18843&word=>>. Acesso em: 27 abr. 2006.

_____. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 26 dez. 2003. Disponível em: <<http://www.e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=9058&word=>>. Acesso em: 5 set. 2006.

BOURROUL, G. Ingredientes criam lácteos funcionais a serviço da saúde humana. **Leite &**

Derivados, São Paulo, ano 15, n.93, p.36-48, ago. 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação Geral da Política de Alimentação. **Guia alimentar da população brasileira**. Brasília, 2005. (BRASIL. Ministério da Saúde. Série A. Normas e Manuais Técnicos). Disponível em: <http://www.materias.especiais.com.br/saude/guia/guia_alimetar.doc>. Acesso em: 17 out. 2005.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. CAC. **CAC/GL 23 Guidelines for use of nutrition and health claims - CAC/GL 23-1997**. Rev. 1-2004. 27th session. 5p. 2004. Disponível em: <<http://www.codexalimentarius.net/download/standards/351/CXG-023e.pdf>>. Acesso em: 14 maio 2007.

_____. **CAC/CL 2005/56 - NFSDU Proposed Draft Recommendations on the Scientific Basis of Health Claims at Step 2/3**. Dezembro 2005. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/codex/circular_letters/cxcl2005/cl05.pdf>. Acesso em: 14. maio 2007.

LAJOLO, F.M. Introdução alimentos funcionais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOABRE ALIMENTOS FUNCIONAIS, 1., 2006, São Paulo. **Ciência, inovação e regulamentação**. São Paulo: FIESP, 2006. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/alimentosfuncionais>>. Acesso em: 5 maio 2006.

SANTOS, C. F. Panorama Brasil: fluxo de aprovação das alegações. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE ALIMENTOS FUNCIONAIS, 1., 2006, São Paulo. **Ciência, inovação e regulamentação**. São Paulo: FIESP, 2006. Disponível em: <<http://fiesp.com.br/alimentosfuncionais>>. Acesso em: 5 maio 2006.

WHO; FAO. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. Geneva, 2003. (WHO. Technical Report, 916). Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/trs/who_TRS_916.pdf>. Acesso em: 31 maio 2006.

Bactérias psicotróficas e importância de seu controle na cadeia produtiva do leite

Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto¹

Maurílio Lopes Martins²

Maria Cristina Dantas Vanetti³

Resumo - A implementação da granelização do leite cru, no Brasil, permitiu a redução dos custos operacionais de produção e as perdas por acidificação por atividade de bactérias mesofílicas. Esta prática pode resultar em perda de qualidade dos produtos lácteos associada ao crescimento e à atividade enzimática de bactérias psicotróficas. As principais causas de contaminação do leite por esse grupo bacteriano estão associadas a procedimentos inadequados de higiene na cadeia produtiva do leite. O desenvolvimento de métodos rápidos para detectar a microbiota psicotrófica deteriorante no leite constitui uma necessidade para a indústria, considerando que os métodos disponíveis não fornecem informações, em tempo hábil, sobre a qualidade microbiológica do leite cru antes de seu processamento.

Palavras-chave: Laticínio. Leite refrigerado. Microbiota psicotrófica. Bactéria. Qualidade microbiológica. Contaminação. Deterioração.

INTRODUÇÃO

A estocagem do leite cru na fonte de produção, sob refrigeração, possui, como vantagens, a redução simultânea dos custos operacionais de produção e a redução da perda do leite cru, por atividade acidificante das bactérias mesofílicas. Entretanto, a conservação da matéria-prima sob refrigeração, por períodos prolongados, pode resultar em perda de qualidade dos produtos lácteos associados ao crescimento e à atividade enzimática de bactérias psicotróficas.

As proteases produzidas por bactérias psicotróficas tornam o leite instável ao calor, o que provoca a coagulação durante a pasteurização, a gelificação do leite UHT,

o desenvolvimento de vários sabores e odores indesejáveis, a redução do rendimento na produção de queijos e a ocorrência de textura anormal em alguns tipos de queijos. Portanto, se o leite cru é submetido a períodos de estocagem prolongados sob refrigeração, o controle de psicotróficos na matéria-prima pode ser mais importante do que o controle realizado após o processamento.

Os procedimentos inadequados de higiene na cadeia produtiva do leite e a microbiota contaminante do ambiente são considerados as principais causas de contaminação dos produtos por microrganismos psicotróficos deterioradores e/ou patogênicos. A presença de microrganismos

na forma de biofilmes em superfícies de contato com os alimentos pode levar a contaminações antes e após o processamento e causar problemas de saúde pública e de ordem econômica. Bactérias relacionadas com a formação de biofilmes incluem as deterioradoras, a exemplo de *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Aeromonas*, *Hafnia*, *Serratia*, *Micrococcus*, *Enterococcus*, e as patogênicas, como *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* Typhimurium, estirpes enteropatogênicas de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*.

As temperaturas de refrigeração recomendadas para o armazenamento do leite na fonte de produção permitem o crescimento de bactérias psicotróficas, a produ-

¹Farmacêutica-bioquímica, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTZM, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: clucia@epamig.ufv.br

²Tecnólogo/Bacharel em Ciência e Tecnologia de Laticínios, D.Sc. em Microbiologia Agrícola, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: m_lopesm@yahoo.com.br

³Eng^a Alimentos, D.Sc., Prof^a Tit. UFV-Dep^o Microbiologia, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: mvanetti@ufv.br

ção e a atividade de suas enzimas. Ainda não existe, no Brasil, uma regulamentação específica sobre a qualidade microbiológica da matéria-prima destinada à fabricação de produtos lácteos específicos. Entretanto, conhecendo-se a qualidade do leite cru, pode-se prever a qualidade de produtos lácteos subsequentemente manufaturados.

SISTEMA DE GRANELIZAÇÃO DO LEITE CRU REFRIGERADO NA FONTE DE PRODUÇÃO E A LEGISLAÇÃO VIGENTE

De acordo com a Instrução Normativa nº 51 (BRASIL, 2002), no sistema de coleta a granel, os tanques de refrigeração por expansão direta devem ser dimensionados de forma tal que permitam a refrigeração do leite à temperatura igual ou inferior a 4°C, no período máximo de três horas após o término da ordenha, independente de sua capacidade. Os tanques de refrigeração por imersão devem ser dimensionados de modo que permitam a refrigeração do leite à temperatura igual ou inferior a 7°C, também no período máximo de três horas, após o término da ordenha, independente de sua capacidade. O uso coletivo de tanques de refrigeração a granel, denominados tanques comunitários, é admitido, desde que se baseie no princípio de operação por expansão direta. A temperatura máxima de conservação do leite é de 7°C na propriedade rural, em tanques comunitários, e de 10°C no estabelecimento processador. A localização do equipamento deve ser estratégica, para facilitar a entrega do leite de cada ordenha, no local onde este estiver instalado. Não é permitido acumular, na propriedade rural, a produção de mais de uma ordenha para enviá-la, de uma só vez ao dia, ao tanque comunitário.

A Instrução Normativa nº 51 (BRASIL, 2002) estabelece ainda que o tempo transcorrido entre a ordenha e o recebimento do leite no estabelecimento industrial, que irá beneficiá-lo, deve ser de, no máximo, 48 horas, independente de seu tipo. Recomenda-se, como ideal, um período não superior a

24 horas. Posteriormente, o leite refrigerado é recolhido e transportado em caminhões providos de tanques isotérmicos até a indústria. Alguns aspectos do processo de granelização são considerados críticos, como a utilização de tanques de refrigeração coletivos, o tempo de refrigeração, a higienização dos equipamentos e utensílios e a temperatura máxima do leite na propriedade rural.

BACTÉRIAS PSICOTRÓFICAS CONTAMINANTES DO LEITE E MECANISMOS DE ADAPTAÇÃO AO FRIO

Bactérias psicotróficas são capazes de multiplicar a 7°C ou menos independente de sua temperatura ótima de crescimento. A microbiota psicotrófica de importância na indústria de laticínios inclui espécies de bactérias Gram-negativas dos gêneros *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Serratia*, *Aeromonas*, *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*.

Muitos desses psicotróficos produzem enzimas termorresistentes que reduzem a qualidade e a vida de prateleira do leite termicamente tratado e de produtos lácteos fabricados com leite contaminado; por essa razão, são considerados organismos deterioradores significativos (PINTO, 2004).

Espécies do gênero *Bacillus* causam problemas sensoriais no leite UHT, o que interfere em sua qualidade durante o armazenamento à temperatura ambiente, principalmente pelo desenvolvimento de rancificação e por secretarem proteases, lipases e fosfolipases extracelulares de termorresistência comparável à resistência térmica das enzimas produzidas por espécies do gênero *Pseudomonas* (SØRHAUG; STEPANIAK, 1997).

Dentre as bactérias psicotróficas contaminantes, *Pseudomonas* é isolada com maior frequência a partir do leite e derivados refrigerados (PINTO, 2004), embora não representem mais do que 10% da microbiota do leite recém-ordenhado. O gênero *Pseudomonas* inclui espécies que se caracterizam por apresentar 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). A contaminação dos produtos lácteos por este microrganismo origina-se do suprimento de água de qualidade inadequada, deficiências de procedimentos de higiene na fonte de produção e/ou na indústria de laticínios.

Isolados de *Pseudomonas* spp., provenientes de leite e submetidos à caracterização molecular e fenotípica, foram divididos em cinco grupos sendo que aqueles incluídos nos grupos B (*P. fluorescens*) e E (*P. fluorescens* ou possivelmente *P. fragi*) continham alta frequência de isolados com atividades de protease, de lipase e de lecitinase (WIEDMANN et al., 2000). De acordo com os autores, as estirpes incluídas nestes grupos constituem organismos representantes da microbiota deterioradora, de particular preocupação para a indústria de laticínios e de alimentos, especialmente *P. fluorescens*. Os autores constataram ainda que somente dois, de 22 isolados pertencentes aos grupos A e D (*P. putida*), exibiram atividade proteolítica e/ou lipolítica.

As bactérias psicotróficas possuem mecanismos de adaptação a baixas temperaturas dependente de modificações dos lipídeos e das proteínas. A concentração de lipídeos, na maioria das bactérias, está entre 2% e 5%, e a maior parte do seu conteúdo está na membrana celular. Uma grande parte dos microrganismos psicotróficos sintetiza lipídeos neutros e fosfolipídeos com maior proporção de ácidos graxos insaturados, quando crescem em temperaturas baixas. As modificações do conteúdo de ácidos graxos na membrana da célula

microbiana, induzidas por baixas temperaturas, sugerem que essas alterações estejam associadas a mecanismos fisiológicos da célula. O aumento do grau de insaturação dos ácidos graxos leva a um decréscimo no ponto de fusão do lipídeo. Portanto, o aumento da síntese de ácidos graxos insaturados a baixas temperaturas tem como função manter o lipídeo em estado líquido, o que permite que a membrana continue a exercer sua função. Este conceito é conhecido como teoria da solidificação de lipídeos. Essa modificação não é observada em espécies do gênero *Pseudomonas*, pelo fato de que espécies psicrotróficas desse gênero já contêm entre 59% e 72% de lipídeos insaturados em sua membrana, o que lhes confere maior versatilidade em temperaturas de refrigeração, em relação à maioria dos microrganismos (JAY, 1996).

A preservação de fluxo metabólico a baixas temperaturas está associada à estrutura química das enzimas, para que elas possam manter sua capacidade catalítica eficiente. As enzimas adaptadas ao frio são, em geral, caracterizadas por apresentar alta atividade específica a baixas temperaturas (GERDAY et al., 2000). Os estudos da estrutura tridimensional de enzimas extracelulares e intracelulares de bactérias psicrotróficas e psicrófilas demonstram que a maioria das alterações, que ocorre a baixas temperaturas, consiste em um decréscimo na força de ligação entre os grupamentos hidrofóbicos e do número de ligações iônicas. Outras variáveis que podem estar fortemente envolvidas na adaptação de proteínas ao frio são específicas de algumas enzimas, a exemplo do decréscimo de resíduos de prolina e de arginina, um aumento nos resíduos de glicina ou nas interações com o solvente, além de uma melhor acessibilidade do sítio catalítico da enzima ao substrato.

Os resultados de pesquisas onde são comparadas a estrutura tridimensional das enzimas α -amilase, β -lactamase, lipase e subtilisina com a de seus similares indicam que a adaptação molecular a baixas temperaturas está associada ao enfraque-

cimento das interações intramoleculares e, em alguns casos, no aumento da interação com o solvente, o que leva a uma estrutura molecular mais flexível, capaz de realizar a catálise com baixo gasto de energia. A compensação térmica das enzimas adaptadas ao frio é alcançada por meio do aumento da eficiência catalítica. A otimização dos fatores catalíticos pode originar uma estrutura altamente flexível que apresenta modificações conformacionais durante a catálise.

Além das modificações celulares para a manutenção da fluidez da membrana e da atividade enzimática, outros mecanismos são reconhecidos como importantes para o crescimento de bactérias a baixas temperaturas. A síntese de solutos compatíveis e a manutenção da integridade estrutural de macromoléculas, incluindo os ribossomos e outros componentes que afetam a expressão gênica, são exemplos de estratégias para adaptação a temperaturas baixas. A resposta específica ao frio, que é comum a bactérias relacionadas com alimentos, é representada pela indução da síntese de proteínas, denominadas Proteínas do Choque Frio (CSPs), que são proteínas pequenas, com massa molecular de, aproximadamente, 7kDa, envolvidas na estrutura do mRNA, na síntese de proteínas e/ou proteção ao congelamento (JAY, 1996).

DETERIORAÇÃO DO LEITE E DERIVADOS POR ATIVIDADE ENZIMÁTICA

A deterioração do leite cru refrigerado ocorre principalmente em função da atividade de proteases e lipases. As enzimas proteolíticas de natureza bacteriana agem, em sua maioria, sobre a κ -caseína, o que resulta na desestabilização das micelas de caseína e na coagulação do leite, de forma análoga à quimosina. A lipólise resulta da ação de lipases naturais e/ou microbianas. Estas enzimas têm a propriedade de hidrolisar triglicérides, constituintes da gordura, em ácidos graxos de cadeia curta, incluindo os ácidos butírico, capríco, caprílico e cáprico, principais responsáveis por odores desagradáveis no leite e que podem ser

responsáveis pela rancificação em queijos. Mesmo em concentrações baixas, as proteases degradam as proteínas e as lipases degradam os lipídeos e causam defeitos em produtos de vida de prateleira longa, como o leite UHT e o leite em pó, onde as enzimas são preservadas e podem ser reativadas após a reconstituição.

A proteólise do leite bovino também pode ser atribuída à atividade de proteases naturais termoestáveis, principalmente plasmina, uma serino protease e seu precursor inativo, o plasminogênio. A plasmina é parcialmente resistente à pasteurização e ao tratamento UHT. Plasmina, plasminogênio e ativadores de plasminogênio encontram-se associados às micelas de caseína e às membranas dos glóbulos de gordura e concentrações mais altas destas substâncias são encontradas na fração caseínica do leite comparadas às concentrações existentes no soro e na gordura. A plasmina hidrolisa principalmente a β -caseína e α_{S2} -caseína e, em menor extensão, α_{S1} -caseína, enquanto a κ -caseína é resistente à hidrólise por esta enzima.

As concentrações de plasmina presentes no leite são muito baixas e variam de 14 μ g a 75 μ g/100 mL. A relação entre plasmina e plasminogênio é, na maioria dos casos, de 1:5. No leite estão presentes também substâncias termolábeis inibidoras de plasmina. Como consequência, o potencial de degradação do sistema plasmina-plasminogênio no leite depende do balanço entre enzima ativa e seus precursores e inibidores. Em função da baixa concentração de plasmina no leite, problemas tecnológicos não se manifestam em produtos de vida de prateleira curta. Entretanto, em concentrações moderadas, a atividade desta enzima pode ser deletéria para produtos de vida de prateleira longa.

A gelificação do leite UHT pode ocorrer em baixa concentração de plasmina (0,15 mg/L), durante o período de estocagem à temperatura ambiente. A gelificação é acompanhada de um aumento da viscosidade e a plasmina age, preferencialmente, sobre α e β -caseína.

O sistema plasmina-plasminogênio do leite pode ser afetado pelo rompimento da micela de caseína por atividade de proteases de *Pseudomonas*. Estas proteases promovem a liberação de plasmina ligada à caseína para o soro e pode comprometer de forma negativa o processo de fabricação de queijos, considerando que a plasmina é importante no desenvolvimento de características sensoriais no produto, como sabor, odor e textura (FAJARDO-LIRA; NIELSEN, 1998). Portanto, neste caso, as proteases bacterianas atuam de forma indireta sobre a qualidade do leite e derivados.

O controle da microbiota psicrotrofica no leite constitui um fator importante para assegurar a qualidade de alguns produtos lácteos. Entretanto, a contaminação do leite cru por bactérias psicrotólicas proteolíticas é freqüente e de difícil controle. Bactérias psicrotólicas produtoras de proteases resistentes ao tratamento térmico de 149°C, por 10 segundos, são isoladas com alta freqüência de leite cru refrigerado. Essas proteases são ativas na concentração de caseína e no pH característico do leite, a 25°C e 45°C. O aumento da suscetibilidade do leite esterilizado à ação de proteases, durante o período de estocagem, também é descrito na literatura científica. Resultados de pesquisas indicam que um grau de proteólise detectável não requer uma

alta população de psicrotólicas com base em decréscimo de 10% a 20% na concentração de κ -caseína, após dois dias de estocagem a 5°C, na presença de 10⁵ UFC/mL de *Pseudomonas* spp.

Na indústria de queijos, os produtores possuem problemas de perdas de rendimento em decorrência da atividade de proteases bacterianas sobre a caseína. Cousin (1982) constatou um aumento considerável do nitrogênio total em soros de leites inoculados com psicrotólicas, o que sugere que a atividade metabólica dessas bactérias pode afetar o rendimento de queijos. Esse autor descreveu que o rendimento de queijos ácidos, fabricados com leite inoculado com psicrotólicas, foi reduzido com o aumento da concentração inicial de células, resultado este associado à degradação de proteínas e de lipídeos. As técnicas de manuseio de leite cru podem resultar em contagens altas de psicrotólicas antes da fabricação de queijos que, por meio de suas atividades proteolíticas e lipolíticas, produzem substâncias indesejáveis ao produto (SØRHAUG; STEPANIAK, 1997). Segundo descrição desses autores, a adição de protease de *P. fluorescens*, na concentração de 5ng/mL, ao leite usado para fabricação de queijo *Quark* reduziu a qualidade do produto quanto ao sabor e aroma, após três semanas de estocagem a 7°C.

As lipases, produzidas por psicrotólicas, são consideradas mais importantes que as proteases no desenvolvimento de defeitos no sabor e aroma em queijos. Isto porque as proteases são solúveis em água e perdidas no soro, enquanto as lipases são adsorvidas pelos glóbulos de gordura, ficando retidas na massa do queijo.

As taxas de fermentação das bactérias do ácido láctico, durante a produção de queijos e de iogurte, também podem ser afetadas pelo crescimento de psicrotólicas. Em alguns casos, a ação das proteases produzidas por bactérias psicrotólicas resulta em aumento dos teores de peptídeos e de aminoácidos livres que estimulam o crescimento das bactérias do ácido láctico. Por outro lado, a lipólise resultante da ação de lipases, também produzidas por psicrotólicas, aumenta a concentração de ácidos graxos livres, que podem inibir as bactérias do ácido láctico. Portanto, se amostras de leite cru são submetidas a períodos prolongados de estocagem, sob refrigeração, o controle de psicrotólicas na matéria-prima pode ser mais importante do que o realizado após o processamento.

Alguns problemas tecnológicos são apresentados no Quadro 1, associados à contaminação do leite cru por bactérias psicrotólicas.

QUADRO 1 - Efeitos do crescimento de bactérias psicrotólicas em leite cru antes do tratamento térmico sobre a qualidade de produtos lácteos

(continua)

Produto	Psicrotólicas em leite cru (Log UFC/mL)	Efeito sobre a qualidade
Leite UHT	5,9 6,9-7,2	Gelificação após 20 semanas. Gelificação após 2 a 10 semanas; desenvolvimento gradual de falta de frescor; sabor de amargo, sujo, ranço.
Leite em pó, leite em pó congelado	6,3-7,0	Estabilidade térmica reduzida, aumento da capacidade espumante do leite reconstituído.
Leite pasteurizado	5,5	Sabor inferior, quando comparado ao leite pasteurizado produzido com leite fresco.
Queijos duros	6,5-7,5	Rancidez.
Queijos duros	7,5- 8,3	Diferentes defeitos de sabor, especialmente rancidez e gosto de sabão; redução do rendimento do queijo.

(conclusão)

Produto	Psicrotróficos em leite cru (Log UFC/mL)	Efeito sobre a qualidade
Queijo Cottage	5-7,8	Correlação significativa entre a contagem de psicrotróficos no leite cru e gosto amargo no produto final.
Manteiga	ND	Desenvolvimento rápido de rancidez na manteiga fabricada com creme proveniente de leite cru estocado a frio comparado à manteiga fabricada com creme proveniente de leite fresco.
Iogurte	7,6-7,8	Gosto amargo, de sujo ou sabor de fruta, em função de microbiota específica.

FONTE: Sørhaug e Stepaniak (1997).

NOTA: ND - Não determinado; Log UFC/mL - Logaritmo de Unidades Formadoras de Colônias por mililitro.

FATORES QUE INFLUENCIAM A QUALIDADE DO LEITE UHT

O leite UHT é definido como o leite homogeneizado, submetido a temperaturas que variam de 130°C a 150°C, por 2 a 4 segundos, mediante processo térmico de fluxo contínuo, resfriado imediatamente a uma temperatura inferior a 32°C e envasado, sob condições assépticas, em embalagens previamente esterilizadas e hermeticamente fechadas. Dessa forma, o produto, do ponto de vista bacteriológico, é estável à temperatura ambiente por vários meses.

Os programas para assegurar a qualidade de produtos UHT diferem daqueles para produtos pasteurizados, pois a maioria dos defeitos que limitam a aceitabilidade de produtos UHT, após longo tempo de estocagem, resulta de alterações físicas, químicas e enzimáticas. A gelificação do leite UHT, durante a estocagem, constitui o fator mais limitante de sua vida de prateleira. Os fatores de produção do leite que influenciam a qualidade do leite cru e possuem efeito sobre a gelificação do leite UHT incluem a idade do animal, o estágio de lactação, mastite, qualidade microbiológica da matéria-prima, temperatura de estocagem, uso de aditivos e conteúdo de gordura.

A gelificação é caracterizada pela formação de um gel durante o período de estocagem do produto (Fig. 1), constituído por uma matriz protéica tridimensional inicia-



Figura 1 - Ocorrência de gelificação em leite UHT durante o período de estocagem do produto

da por interações entre a proteína do soro β -lactoglobulina e a κ -caseína da micela de caseína, durante o tratamento térmico a altas temperaturas. Estas interações resultam na formação de um complexo entre a β -lactoglobulina e a κ -caseína. O mecanismo aceitável para explicar a gelificação baseia-se em um processo constituído de etapas (Fig. 2). O complexo β - κ dissocia-se da micela de caseína, devido à degradação pelas proteases bacterianas de múltiplos sítios âncoras sobre a κ -caseína e, posteriormente, os complexos dissociados agregam-se dentro de uma matriz tridimensional. Um gel, na forma de creme, é formado

quando uma concentração crítica do complexo β - κ é alcançada. Os fatores significativos que influenciam o início da gelificação incluem: o tipo e/ou a severidade do tratamento térmico, a proteólise durante a estocagem, o estágio de lactação, a contagem de células somáticas, a qualidade microbiológica do leite cru, a sazonalidade, a temperatura de estocagem, o uso de aditivos e o conteúdo de gordura do leite (DATTA; DEETH, 2001).

O crescimento de bactérias psicrotróficas no leite cru predispõe as proteínas a efeitos deletérios, quando o leite é submetido a tratamentos térmicos em tempera-

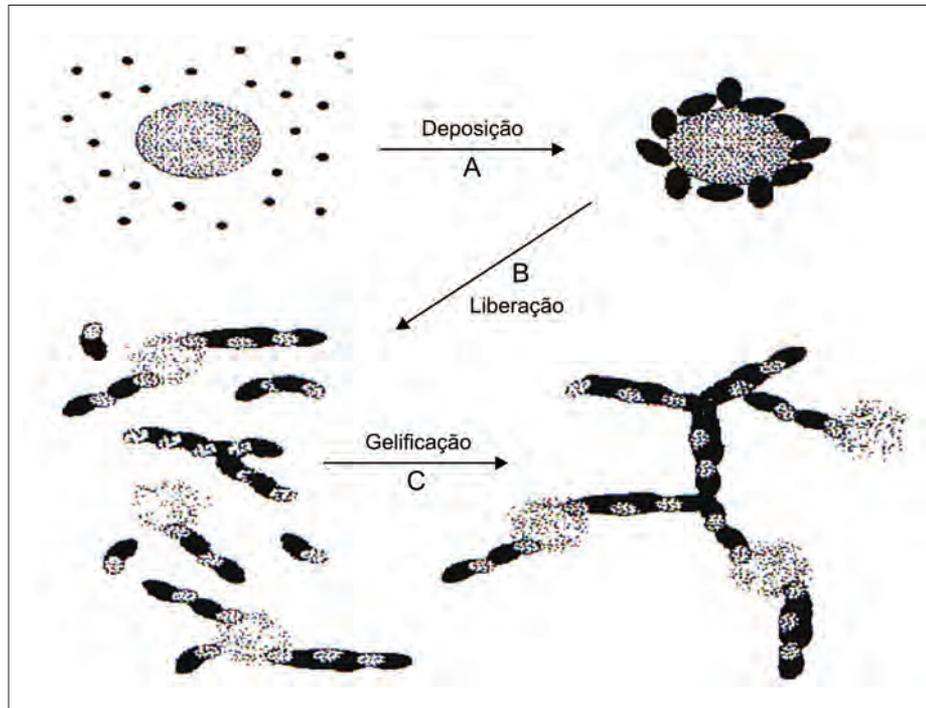


Figura 2 - Modelo proposto para explicar o processo de gelificação do leite UHT

FONTE: Dados básicos: Datta e Deeth (2001).

NOTA: A - Deposição de β -lactoglobulina sobre κ -caseína durante o aquecimento UHT e formação do complexo $\beta\kappa$; B - Dissociação do complexo β -lactoglobulina- κ -caseína das micelas durante a estocagem do leite UHT; C - Gelificação do leite pela formação de ligações cruzadas entre o complexo β -lactoglobulina- κ -caseína.

turas ultra-altas. A atividade de enzimas termorresistentes de bactérias psicrotróficas pode reduzir a qualidade e a vida útil do leite UHT. A qualidade microbiológica do leite cru pode influenciar no grau de proteólise do produto acabado, sendo que maiores valores são observados, quando a matéria-prima apresenta contagens entre 10^5 UFC/mL e 10^6 UFC/mL. Estudos demonstram que a adição de proteases purificadas de estirpes de *P. fluorescens* ao leite UHT leva ao desenvolvimento gradual de sabores indesejáveis.

ESTABILIDADE E RESISTÊNCIA TÉRMICA DAS ENZIMAS PRODUZIDAS POR BACTÉRIAS PSICROTRÓFICAS

As proteases, lipases e fosfolipases produzidas por bactérias psicrotróficas, principalmente por *Pseudomonas*, são

estáveis a altas temperaturas e resistem à pasteurização e ao tratamento UHT, mas não são ativas acima de 50°C a 60°C . Essas enzimas possuem atividade ótima entre 30°C e 45°C , uma baixa energia de ativação e, portanto, são mais ativas entre 4°C e 7°C do que as enzimas de microrganismos mesofílicos (SØRHAUG; STEPANIAK, 1997).

Atividade proteolítica de bactérias dos gêneros *Pseudomonas*, *Aeromonas* e *Alcaligenes* foi detectada em leite desnatado, mesmo a 5°C (TERADA et al., 1982). O controle da atividade enzimática de bactérias psicrotróficas no leite cru é importante, especialmente em produtos esterilizados de vida de prateleira longa.

As proteases termorresistentes produzidas por bactérias psicrotróficas do gênero *Pseudomonas* são metaloproteases alcalinas que requerem os cátions divalentes Ca^{2+} e Zn^{2+} , para sua estabilidade e ativi-

dade, e são ativas sobre a caseína, especialmente sobre a κ -caseína. De acordo com Mitchell et al. (1986), a termorresistência pode ser relacionada com a sequência de aminoácidos da proteína e com a força de estabilização das interações entre o Ca^{2+} e a proteína, que confere proteção parcial contra a desnaturação da enzima. A função do Ca^{2+} presente nas proteases bacterianas é a de estabilizar a conformação nativa da molécula que pode ser afetada pela adição de EDTA ou tratamento em resina trocadora de cátion. Os íons Ca^{2+} e Zn^{2+} são requeridos para a atividade ótima da protease de *Pseudomonas* MC60 a 45°C , mas somente o Ca^{2+} é capaz de restaurar o efeito de inativação a altas temperaturas. Os fatores que estabilizam as enzimas termorresistentes de bactérias psicrotróficas, descritos por Sørhaug e Stepaniak (1997), incluem pontes salinas, pontes de hidrogênio, sítios de ligações ao Ca^{2+} e a presença de um centro hidrofóbico expandido.

Bactérias psicrotróficas isoladas de produtos de laticínios produziram proteases e lipases resistentes aos tratamentos térmicos de 77°C por 17 segundos e de 140°C por 5 segundos. A inativação de 90% da atividade de proteases extracelulares produzidas por *Pseudomonas* pode ser alcançada a 72°C , por 4 a 5 horas ou a 120°C , por 7 minutos. Entretanto, estes tratamentos são considerados altamente prejudiciais às características do leite.

Espécies do gênero *Bacillus* secretam proteases, lipases e fosfolipases extracelulares de termorresistência comparável à resistência térmica das enzimas produzidas por espécies do gênero *Pseudomonas*, as quais são associadas a defeitos sensoriais no leite UHT durante o armazenamento (SØRHAUG; STEPANIAK, 1997).

ADESÃO E FORMAÇÃO DE BIOFILMES POR BACTÉRIAS PSICROTRÓFICAS

O estudo das interações entre bactérias e as superfícies em ambientes específicos de produção e processamento de alimentos

constitui a medida mais efetiva, para prevenir a formação de biofilmes e para a sua remoção. A prevenção do desenvolvimento de biofilmes constitui a chave para o seu controle e a combinação de técnicas adequadas de limpeza, o emprego de tratamentos com associação de agentes oxidantes e compostos tensoativos e o monitoramento freqüente das superfícies são importantes para um programa efetivo de manutenção.

Vários fatores contribuem para a adesão de uma bactéria à determinada superfície e dependem não só da fisiologia do microrganismo, mas também da natureza do substrato e do tempo de contato. Hood e Zottola (1995) observaram que o número de células aderentes de *S. Typhimurium*, *E. coli* O:157:H7, *P. fragi* e *P. fluorescens* aumentou com o tempo em superfície de aço inoxidável, porém o meio de cultura em que os autores observaram maior aderência foi diferente para cada microrganismo. Em resultados constatados por Suarez et al. (1992), observou-se maior capacidade de adesão de bactérias psicotróficas Gram-negativas em relação às bactérias Gram-positivas isoladas de leite cru a diferentes tipos de materiais usados para a construção de equipamentos de laticínios, incluindo o aço inoxidável, a borracha e o vidro.

Além das células vegetativas, os esporos bacterianos também são envolvidos em processos de adesão. Martins (2001) constatou que esporos de isolados de leite UHT foram capazes de aderir à superfície de aço inoxidável, sendo que a adesão aumentou com o tempo. Este autor sugeriu que a presença de fissuras e ranhuras na microtopografia da superfície do aço inoxidável poderia proteger os esporos, quando aderidos em números baixos.

Uma das características a ser considerada, quando as células bacterianas encontram-se aderidas à superfície, é a sua maior resistência à ação de sanificantes. Nessa condição, substâncias poliméricas extracelulares representam uma barreira de proteção que compromete a atividade de

compostos sanificantes oxidantes e não-oxidantes (MITTELMAN, 1998). Além disso, de acordo com os dados de Andrade et al. (1998), a resistência das bactérias em biofilmes pode variar em função do tipo de microrganismo. Estes autores observaram uma maior resistência de esporos de *Bacillus sporothermodurans*, aderidos à superfície de aço inoxidável, em relação às células de *Enterococcus faecium* aderidas, nas mesmas condições, à ação de solução de ácido peracético, na concentração de 60 mg/L, por 2 minutos. O valor D para esporos de *B. sporothermodurans* foi de 2,3 minutos e para *E. faecium*, de 7 segundos.

CONTROLE DA CONTAMINAÇÃO DO LEITE POR MICRORGANISMOS

A qualidade dos produtos lácteos é influenciada pela qualidade bacteriológica da matéria-prima na fonte de produção, pela contaminação dos tanques de refrigeração, pelo aumento da temperatura durante o transporte, pelo tempo de transporte, pela contaminação na indústria e pelo tratamento do leite após o processamento. Todos esses fatores estão inter-relacionados, sendo de máxima importância utilizar como matéria-prima, leite de alta qualidade bacteriológica.

Técnicas comuns estudadas para inativar parte da microbiota do leite incluem a termização (60°C a 66°C por 5 a 20 segundos), a pasteurização (72°C por 15 segundos), a microfiltração, a centrifugação e também o tratamento UHT. Outros métodos incluem a sanificação, a refrigeração, a injeção de CO₂ e a adição de peróxido de hidrogênio, o uso de sorbato e a inoculação de bactérias do ácido láctico.

O controle prático da qualidade da matéria-prima para a produção do leite UHT é limitado ao uso da termização e resfriamento. Além desses procedimentos, a manipulação das condições de processamento e estocagem, concomitante ou não com o uso de aditivos, também pode controlar ou

minimizar a atividade proteolítica, seja ela de origem bacteriana ou de plasmina; pode impedir a dissociação do complexo β -K da micela de caseína e, finalmente, pode inibir interações que, subseqüentemente resultem na formação da rede de proteínas responsável pela gelificação do leite UHT.

MÉTODOS DE DETECÇÃO DA MICROBIOTA PSICOTRÓFICA EM LEITE CRU REFRIGERADO

Os testes de predição da vida útil de produtos lácteos baseiam-se na detecção de psicotróficos Gram-negativos, especialmente de *Pseudomonas*, porque essas bactérias causam a vasta maioria dos problemas de conservação desses produtos. Entretanto, os métodos disponíveis recomendam incubação por 7 a 10 dias, a 7°C. Os métodos convencionais de cultivo e quantificação da contaminação microbiana são considerados demorados e não compatíveis com os requerimentos para atender a um controle de qualidade eficiente na indústria de laticínios. Uma variação da técnica convencional de contagem de psicotróficos foi estabelecida pela Federação Internacional de Laticínios e preconiza a incubação por 25 horas, a 21°C. Esses métodos que utilizam incubação preliminar das amostras de leite antes do plaqueamento e incubação geralmente são finalizados após 24 horas. As desvantagens dessas metodologias, convencional e estimativa, são a inviabilidade do direcionamento do leite, em tempo hábil, para o processamento e a ausência de relação entre as populações de microrganismos psicotróficos e a atividade proteolítica. Por isso, esses procedimentos de plaqueamento, precedidos ou não de incubação preliminar, têm baixa correlação com a vida útil real dos produtos lácteos. Os resultados obtidos por Duyvesteyn et al. (2001) permitiram concluir que a contagem padrão em placas não é uma opção válida para a determinação da qualidade sensorial do leite pasteurizado. Esses autores constataram uma correlação

muito baixa entre a contagem de psicrotróficos aeróbios e avaliação sensorial do produto. Portanto, as desvantagens associadas à técnica de contagem padrão em placas comprometem uma característica desejável para a garantia de qualidade na indústria de laticínios, que é a capacidade de prever rapidamente a vida de prateleira dos seus produtos finais.

A presença das enzimas proteolíticas no leite pode ser avaliada por métodos imunológicos, a exemplo da técnica de ELISA, mas que detecta a presença de protease somente quando o número de células de *Pseudomonas* é superior a 10^6 UFC/mL. Além disso, algumas espécies de bactérias produzem proteases imunologicamente não relacionadas e pode ocorrer da taxa de atividade antigênica ser diferente da atividade proteolítica residual.

Uma alternativa estudada por Martins et al. (2005), para a detecção de bactérias proteolíticas presentes no leite, foi a utilização da técnica de amplificação de uma seqüência específica do DNA, conhecida como Reação de Polimerização em Cadeia (PCR). Esta técnica é usada para a detecção e identificação de muitos microrganismos em amostras de alimentos, solo, material clínico, entre outros. A facilidade, rapidez, versatilidade e sensibilidade da PCR tornaram-na uma ferramenta poderosa para estudos genéticos e em função de suas vantagens é utilizada para a detecção de várias espécies bacterianas patogênicas como *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* e bactérias formadoras de esporos como *Bacillus* e *Clostridium*.

O uso do gene *apr*, que codifica a metaloprotease alcalina, como um marcador para a detecção de bactérias proteolíticas isoladas do leite, a exemplo de *P. fluorescens*, reduziria o tempo de detecção dessa microbiota no leite cru, o que permitiria o direcionamento do leite para a fabricação dos diferentes derivados. Entretanto, estudos

com o objetivo de aumentar a sensibilidade da técnica de PCR e reduzir os custos dos reagentes ainda são requeridos para a implementação rotineira desta técnica pelas indústrias de laticínios (MARTINS et al., 2005).

Dentre as desvantagens da PCR incluem a impossibilidade de distinguir células vivas e mortas, a presença de inibidores de polimerase nas amostras de alimentos, o que leva a resultados falsos negativos e o acesso ao microrganismo-alvo. O desenvolvimento de métodos mais rápidos, precisos e seguros, a fim de detectar a microbiota psicrotrófica presente no leite constitui uma área de estudo, uma vez que as metodologias hoje disponíveis não fornecem informação sobre a qualidade microbiológica do produto antes do seu processamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que as enzimas produzidas por bactérias psicrotróficas são responsáveis pelos defeitos de qualidade do leite e seus derivados, a atividade desses organismos no leite precisa ser controlada, para assegurar a qualidade dos produtos lácteos. Como a temperatura de refrigeração adotada no armazenamento do leite não inibe o crescimento de psicrotróficos nem a produção e atividade de enzimas deterioradoras, é imprescindível que se assegure a adoção das boas práticas de produção para limitar a contaminação. Uma alternativa para minimizar os danos causados por essa microbiota é o controle do tempo de estocagem do leite cru.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, N. J.; BRIDGEMAN, T. A.; ZOTTOLA, E.A. Bacteriocidase activity of sanitizers against *Enterococcus faecium* attached to stainless steel as determined by plate count and impedance methods. **Journal of Food Protection**, v.61, n.7, p.833-838, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 set. 2002. Seção 1, p.13-22.

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

DATTA, N.; DEETH, H. C. Age gelation of UHT milk. **Food and Bioproducts Processing**, v.79, n.C4, p.197-210, Dec. 2001.

DUYVESTYEN, W.S.; SHIMONI, E.; LABUZA, T.P. Determination of the end of shelf-life for milk using weibull hazard method. **Lebensm-Wiss und Technology**, v.34, p.143-148, 2001.

FAJARDO-LIRA, C.E.; NIELSEN, S.S. Effect of psychrotrophic microorganisms on the plasmin system in milk. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.4, p.901-908, 1998.

GERDAY, C.; AITTALEB, M.; BENTAHIR, M.; CHESSA, J. P.; CLAVERIE, P.; COLLINS, T.; D'AMICO, S.; DUMONT, J.; GARSOUX, G.; GEORLETT, D.; HOYOUX, A.; LONHIENNE, T.; MEUWIS, M.A.; FELLER, G. Cold-adapted enzymes: from fundamentals to biotechnology. **Trends in Biotechnology**, v.18, n.3, p.103-107, 2000.

HOOD, S.K.; ZOTTOLA, E.A. Biofilms in food processing. **Food Control**, v.6, n.1, p.9-18, 1995.

JAY, J.M. **Modern food microbiology**. 5.ed. New York: Chapman & Hall, 1996. 661p.

MARTINS, A.D.O. **Eficiência do ácido peracético sobre esporos de *Bacillus sporothermodurans***. 2001. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

MARTINS, M. L.; ARAÚJO, E. F. de; MANTOVANI, H.C.; MORAES, C.A.; VANETTI, M.C.D. Detection of the *apr* gene in proteolytic

psychrotrophic bacteria isolated from refrigerated raw milk. **International Journal of Food Microbiology**, v.102, n.2, p.203-211, 2005.

MITCHELL, E.G.; EWINGS, K.N.; BARTLEY, J.P. Physicochemical properties of proteinases from selected psychrotrophic bacteria. **Journal of Dairy Research**, v.53, p.97-115, 1986.

MITTELMAN, M. W. Structure and functional characteristics of bacterial biofilms in fluid processing operations. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.10, p.2760-2764, 1998.

OLIVEIRA, L.C. de; GOMES, M.F.; VELLOSO, C.R.V. Modernização da legislação sanitária federal sobre leite e derivados. In: CASTRO, M.C.D. e; PORTUGAL, J.A.B. (Ed.). **Perspectivas e avanços em laticínios**. Juiz de Fora: EPAMIG-ILCT, 2000. p.105-191.

PINTO, C.L. de O. **Bactérias psicrotróficas proteolíticas do leite cru resfriado granelizado destinado à produção do leite UHT**. 2004. 97f. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

SØRHAUG, T.; STEPANIAK, L. Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: quality aspects. **Trends in Food Science and Technology**, v.8, n.2, p.35-40, Feb. 1997.

SUAREZ-CARLOS, B.; FERREIROS, C.M.; CRIADO, M.T. Adherence of psychrotrophic bacteria to dairy equipment surfaces. **Journal of Dairy Research**, v.59, n.3, p.381-388, 1992.

TERADA, A.; TANAKA, S.; UCHIDA, K. Studies on psychrotrophic bacteria of bovine milk, proteolytic and lipolytic activities of psychrotrophic bacteria isolated from raw milk. **Bulletin of the Nippon Veterinary and Zootechnical College**, v.31, p.222-228, 1982.

WIEDMANN, M.; WEILMEIER, D.; DINEEN, S.S.; RALYEA, R.; BOOR, K.J. Molecular and phenotypic characterization of *Pseudomonas* spp. isolated from milk. **Applied and Environmental Microbiology**, v.66, n.5, p.2085-2095, May 2000.

Veja no próximo

INFORME AGROPECUÁRIO

CANA-DE-AÇÚCAR

Variedades melhoradas

Produção de mudas

Implantação e condução de canaviais

Nutrição mineral e adubação

Colheita e industrialização da cana-de-açúcar

Resíduos da agroindústria canavieira

Zoneamento agropedoclimático da cana-de-açúcar sucroalcooleira

Leia e Assine o INFORME AGROPECUÁRIO
(31) 3489-5002 - publicacao@epamig.br

Bactérias patogênicas em leite e produtos lácteos

Maria Cristina Dantas Vanetti¹

Resumo - Enfermidades causadas pela ingestão de alimentos contaminados constituem um problema mundial e o leite e os produtos lácteos têm participação importante, considerando a presença desses alimentos na dieta humana. Com a adoção da pasteurização do leite, no final do século 19, associada a medidas como proibição da comercialização de leite cru em muitos países, a segurança do leite e seus derivados foi aumentada. Surto de doenças associadas ao leite e produtos lácteos continuam a ocorrer. Bactérias como *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* e *Escherichia coli* estão entre os agentes de infecção mais comuns. *Staphylococcus aureus* é o causador de intoxicação associado com maior frequência aos surtos que envolvem esses alimentos. A prevenção das doenças causadas por ingestão de leite e produtos lácteos contaminados, independentes de sua etiologia, baseia-se essencialmente na prevenção da contaminação e na eliminação de potenciais agentes patogênicos. A adoção de práticas higiênicas e adequadas em toda a cadeia produtiva é fundamental, o que contribui para a redução da contaminação do leite, e garante a qualidade da matéria-prima, a segurança alimentar, assegurando novos mercados consumidores.

Palavras-chave: Laticínio. Qualidade microbiológica. Doença. Contaminação. Segurança alimentar. Controle preventivo.

INTRODUÇÃO

A interdependência social, política e econômica crescente do mundo globalizado aumenta os riscos de transmissão de patógenos infecciosos e exige das autoridades governamentais, políticas de cooperação internacional para a adoção de medidas de prevenção e de controle dessas doenças. Por ser o principal item comercializado no mundo, os alimentos são partes importantes no cenário das doenças infecciosas e contribuem na disseminação de microrganismos patogênicos. A indústria de alimentos procura disponibilizar para o consumidor, alimentos nutritivos, seguros, com qualidade e dispõe para isso de recursos, como a implementação de programas de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), para alcançar esse objetivo. Entretanto, a ocorrência de doenças

causadas pela ingestão de alimentos contaminados é uma preocupação crescente em todo o mundo e uma causa importante de morbidade e mortalidade. Dados da ocorrência das doenças de origem alimentar são subestimados, mesmo em países com sistemas de vigilância epidemiológica efetivos, como nos Estados Unidos da América (EUA), onde as estatísticas indicam a ocorrência de cerca de 76 milhões de casos de intoxicações ou infecções alimentares a cada ano, com uma demanda de 325 mil internações hospitalares, resultando em cerca de 5.200 mortes (CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 2005).

O leite é um alimento de alto valor nutritivo e, portanto, um substrato ideal para o crescimento de muitos microrganismos deterioradores e patogênicos. A implemen-

tação da rotina da pasteurização foi efetiva para garantir a segurança dos produtos lácteos que, atualmente, são identificados como veículos de patógenos em frequência baixa. Nos EUA, intoxicações ou infecções alimentares, atribuídas ao consumo de leite e derivados, variaram entre 1,1% e 1,7% dos casos registrados, no período de 1998 a 2002 (LYNCHY et al., 2006), enquanto em países da Europa, essa taxa variou de 1% a 5% entre os anos de 1980 e 2001 (BUYSER et al., 2001). Na América Latina, a estimativa do envolvimento de produtos lácteos em surtos de intoxicações ou infecções alimentares é de cerca de 8% dos casos diagnosticados, enquanto no Brasil este valor é de 7,7% (SIRVETA, 2003).

Estudos epidemiológicos em sete países da Europa, que confirmaram ou colocaram o leite ou produtos lácteos como

¹Eng^a Alimentos, D.Sc., Prof^a Tit. UFV-Dep^{ta} Microbiologia, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: mvanetti@ufv.br

suspeitos de veicularem patógenos incriminaram queijos em 53,1%, leite em 39,1% e outros produtos em 7,8% dos casos ou surtos (BUYSER et al., 2001). Mesmo sendo escassos, os dados disponíveis sobre a ocorrência das doenças de origem alimentar no Brasil também indicam o maior envolvimento dos queijos, como veículos de patógenos ou de suas toxinas (SIRVETA, 2003).

Embora o leite e derivados constituam um veículo não muito freqüente na epidemiologia das intoxicações e infecções alimentares, a importância desses produtos na dieta humana requer sistemas que possam garantir sua inocuidade. Há, portanto, a necessidade de enfatizar a vigilância continuada em cada etapa da produção, processamento, pasteurização e distribuição do leite e derivados.

Os problemas associados com o controle sanitário de leite e derivados tornaram-se extremamente complexos em razão da variedade e das inovações de produtos, processos, químicos, materiais e padrões de comercialização. Esta situação atual requer avaliações prévias em termos de segurança alimentar que nem sempre são realizadas antes da entrada do produto no mercado.

PRINCIPAIS PATÓGENOS ENVOLVIDOS EM DOENÇAS CAUSADAS PELA INGESTÃO DE LEITE OU PRODUTOS LÁCTEOS

As doenças atribuídas ao consumo de leite ou produtos lácteos são conhecidas desde o início da indústria laticinista. Entre as principais, estão as causadas pela presença de microrganismos patogênicos, micotoxinas, alergênicos naturais do leite, resíduos químicos, resíduos de antibióticos e hormônios. Embora a grande preocupação do consumidor pareça ser a presença de resíduos químicos, particularmente pesticidas, as investigações comprovam que mais de 90% das doenças relacionadas com ingestão de leite e derivados continuam a ser de origem bacteriana. São conhecidas,

no mínimo, 21 enfermidades causadas pelo consumo de leite e produtos lácteos (BEAN et al., 1996). Décadas atrás, antes que a pasteurização fosse exigida pelas agências governamentais, as doenças relacionadas com consumo de leite eram, principalmente, febre tifóide, difteria, febre escarlate, disenteria, febre Q, entre outras. A adoção da pasteurização do leite, inicialmente estabelecida para matar *Mycobacterium tuberculosis*, causador da tuberculose, e considerado o patógeno mais termorresistente encontrado em leite, reduziu drasticamente a prevalência dessas doenças. Nos anos 60, a temperatura de pasteurização do leite foi aumentada para garantir a inativação de *Coxiella burnetii*, agente causador da febre Q. Nos últimos anos, o reconhecimento de novos agentes patogênicos e a reemergência de patógenos conhecidos resultaram na mudança da epidemiologia das doenças causadas pelo consumo de leite e produtos lácteos. Atualmente, os surtos de doenças que envolvem leite e produtos da indústria laticinista são atribuídos a patógenos como *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, entre outros. Segundo o Regional Information System for Surveillance of Foodborne

Diseases (Sirveta), de 1993 a 2002 foram registrados apenas 31 surtos de intoxicações ou infecções causadas pela ingestão de leite e derivados no Brasil e a intoxicação estafilocócica é a síndrome de ocorrência mais comum (Gráfico 1).

Nesses surtos o queijo é o principal produto lácteo envolvido (Gráfico 2).

Os dados do Centers for Disease Control and Prevention (CDC), nos EUA, apresentados por Olsen et al. (2004), identificam outro perfil de patógenos associados a surtos que ocorreram em razão do consumo de leite pasteurizado (Gráfico 3).

Salmonella é uma das causas mais comuns de infecções alimentares em todo o mundo. Casos de salmonelose em razão da ingestão de leite cru, leite pasteurizado e produtos lácteos são bem documentados. Como a pasteurização é efetiva para inativar *Salmonella*, os surtos que envolvem produtos pasteurizados são atribuídos a tratamento térmico inadequado ou contaminação pós-pasteurização. A dose mínima infecciosa de *Salmonella* para o homem varia de dez células a milhões de células e está relacionada com fatores inerentes ao indivíduo, ao sorotipo de *Salmonella* e ao tipo de alimento contaminado. *Salmonella* pode multiplicar-se em muitos alimentos e, por isso, muitos países exigem ausência

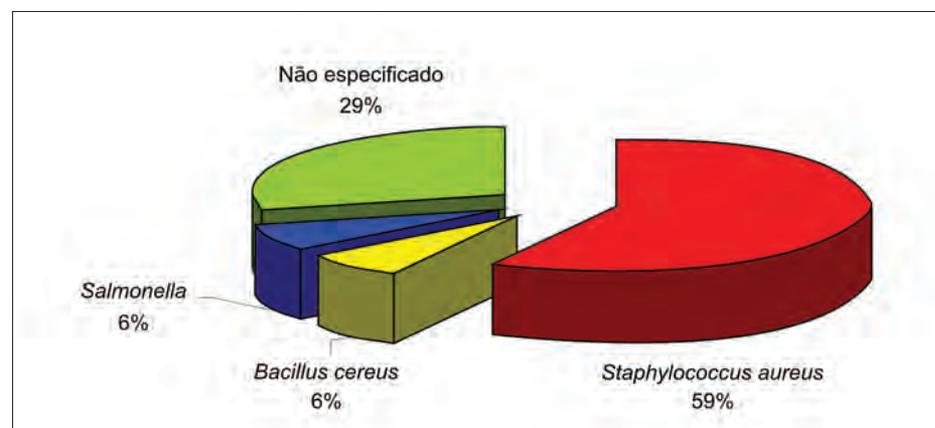


Gráfico 1 - Principais patógenos relacionados com surtos de intoxicação ou infecção alimentar, registrados pelo Sirveta, atribuídos ao consumo de leite ou produtos lácteos, que ocorreram no Brasil no período 1993-2002

NOTA: Sirveta – Regional Information System for Surveillance of Foodborne Diseases.

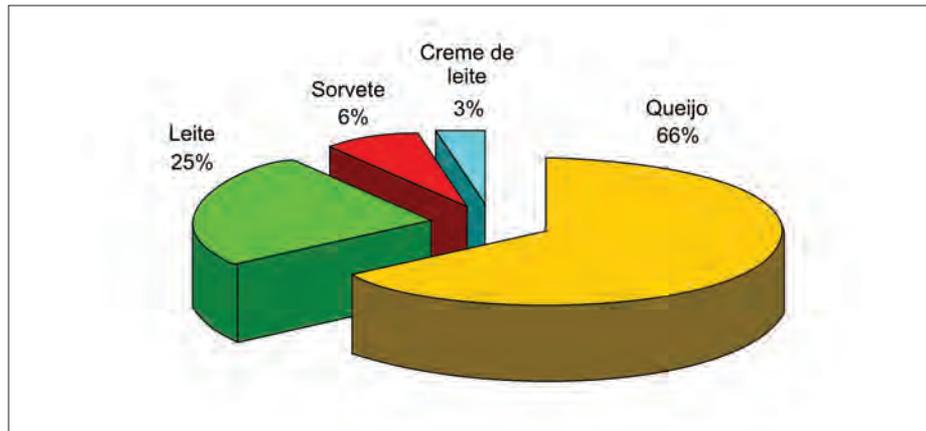


Gráfico 2 - Principais produtos lácteos envolvidos em surtos de intoxicação ou infecção alimentar, registrados pelo Sirveta, que ocorreram no Brasil no período 1993-2002

NOTA: Sirveta – Regional Information System for Surveillance of Foodborne Diseases.

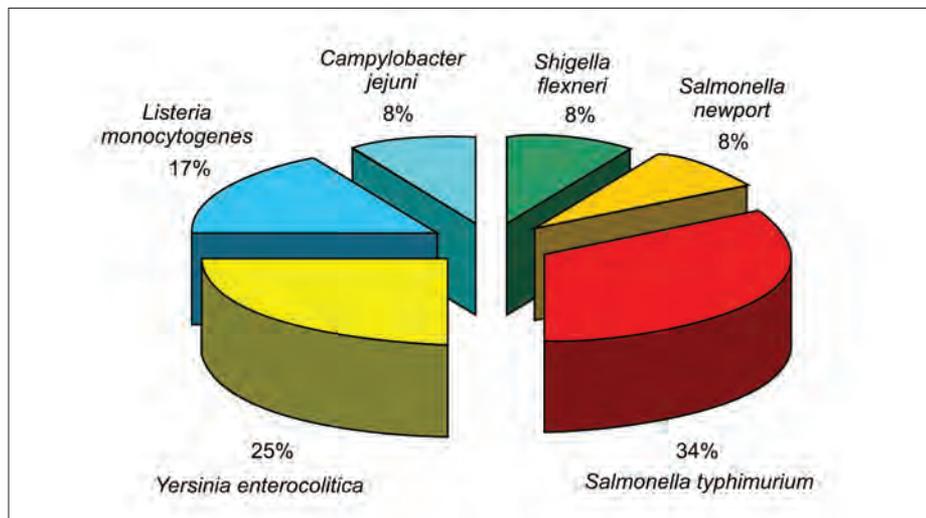


Gráfico 3 - Principais patógenos associados a surtos de intoxicação e infecção, ocorridos nos EUA, causados pelo consumo de leite pasteurizado no período 1966-2000

desse patógeno em porções mínimas de 25 g do alimento.

Campylobacter foi reconhecido como causa de infecção em humanos na década de 70 e, atualmente, é considerado um dos principais agentes bacterianos de infecção alimentar. As espécies *C. jejuni* e *C. coli* frequentemente são as mais associadas com diarreia e clinicamente indistinguíveis. A infecção por *C. jejuni* é relacionada com o consumo de carnes, leite ou água e a dose infecciosa é relativamente baixa (SCHMID et al., 1997).

Causada por *L. monocytogenes*, a listeriose é uma doença relativamente rara, mas clinicamente grave, com taxas de mortalidade entre 20% e 30% em uma população de risco. Produtos lácteos estão associados com os cinco maiores surtos de listeriose registrados no mundo, em razão da ingestão de leite cru ou queijos fabricados com leite cru. Leite fluido pasteurizado, queijos maturados ou processados, sorvetes e produtos congelados são classificados como produtos de risco baixo a moderado de causarem listeriose. Exceção

é feita para queijos frescos, que são considerados como produtos de risco relativamente alto. Esse patógeno é ubiqüitário e resistente a várias condições adversas que podem ser encontradas durante o processamento de alimentos, mas não sobrevive à pasteurização. Entretanto, é psicrófilo, isto é, apresenta capacidade de crescer em temperaturas de refrigeração. *L. monocytogenes* é identificada como causa de mastite em animais com sintomas clínicos e subclínicos e é isolada de leite cru e do ambiente de processamento de leite e derivados com freqüência. Essa contaminação ambiental e de equipamentos tem uma participação importante na presença de *L. monocytogenes* em alimentos. Estima-se que a dose infecciosa seja de, aproximadamente, 10^3 células e a doença ocorre em indivíduos de grupos de riscos específicos, como pessoas idosas, imunodeprimidas, recém-nascidos e grávidas. A Resolução nº 12 de 2 de janeiro de 2001 (ANVISA, 2001) estabelece a ausência de *L. monocytogenes* em 25 g de leite e produtos lácteos. A tolerância zero também é estabelecida pelo governo americano para alimentos prontos para consumo, incluindo produtos lácteos. Nos EUA, 13 dos 18 recall de produtos lácteos que ocorreram no período de 1994 a 1995 foram em razão da contaminação por *L. monocytogenes*.

E. coli O157:H7 foi identificada como agente de infecção alimentar em 1983 e associada com a colite hemorrágica e a síndrome urêmica hemolítica, uma doença grave que causa falha renal aguda. Inicialmente, a veiculação de *E. coli* O157:H7 estava relacionada com carne bovina, mas há a constatação de ocorrência de surtos envolvendo outros alimentos, inclusive leite, como veículo desse patógeno (MENG; DOYLE, 1998). A presença de *E. coli* O157:H7 em leite pode estar associada à contaminação fecal, e o consumo de leite cru é a principal causa dos casos documentados da infecção. Surtos da síndrome urêmica hemolítica envolvendo queijo

foram relacionados com a contaminação pós-pasteurização.

Y. enterocolitica é outro patógeno psicrotrófico e de característica ubiqüitária, associado à infecção causada pela ingestão de água e alimentos. Crianças na faixa etária de 5 a 15 anos estão envolvidas em mais de 75% dos casos de yersiniose.

A intoxicação por *S. aureus* é uma das doenças mais freqüentes associadas ao consumo de queijos fabricados com leite cru. Esse patógeno é um dos agentes causadores de mastite e sua presença em leite é freqüente. O crescimento em alimentos deve ser evitado, pois números acima de 10^6 unidades formadoras de colônias/g ou mL resultam em quantidades suficientes de toxina para provocar a intoxicação. Um problema adicional é que a toxina estafilocócica é termorresistente e, embora a pasteurização elimine células de *S. aureus*, não inativa a toxina pré-formada.

Mycobacterium paratuberculosis não é, comprovadamente, um patógeno para humanos, mas muitas espécies de *Mycobacterium*, inclusive *M. paratuberculosis* têm sido isoladas de biópsias do intestino de pacientes com a doença de Crohn, uma inflamação do intestino, similar a síndrome clínica da doença de Johne, que ocorre em ruminantes. *M. paratuberculosis* também tem sido isolado de amostras de leite e de colostro obtidos de animais com sinais clínicos e subclínicos da doença.

Surtos ocasionais de doenças resultantes do consumo de leite e derivados contaminados passam despercebidos, mas aqueles que ocorrem em grande escala e que alcançam grandes proporções geram conseqüências econômicas, médicas e emocionais devastadoras. Exemplos desses surtos com leite e produtos lácteos são os que envolveram mais de 23 mil casos confirmados de salmonelose em razão do consumo de leite integral, em Chicago-EUA, em 1985; a ocorrência de 145 casos, dentre eles 46 mortes em razão do consumo do queijo tipo mexicano, contaminado com *L. monocytogenes*, em 1985, na

Califórnia-EUA, e o surto no Japão, em 2000, quando mais de 14 mil pessoas adoeceram ao consumir leite contaminado com toxina produzida por *S. aureus* ou *Bacillus cereus*.

O controle e a prevenção das doenças causadas pela ingestão de leite e produtos lácteos contaminados com microrganismos e/ou suas toxinas são complexos e as soluções disponíveis não eliminam completamente a contaminação dos produtos com os microrganismos patogênicos. No mundo industrializado, com a contínua globalização da produção e distribuição de alimentos, pode-se esperar o reconhecimento de novos agentes patogênicos em novos alimentos como veículos. O aumento da taxa de infecções causadas por bactérias resistentes a antibióticos, que tornam o controle clínico da doença mais difícil, mostra que os problemas futuros podem ser maiores do que o esperado. Além disso, o aumento da idade da população e as condições e tratamentos que tornam os indivíduos imunodeprimidos aumentam a população de grupo de risco. Esforços concentrados e colaboração internacional serão críticos para encontrar soluções que garantam a segurança alimentar e antecipem os novos riscos microbiológicos em alimentos.

FONTES DE CONTAMINAÇÕES DO LEITE E PRODUTOS LÁCTEOS

Os microrganismos patogênicos podem contaminar o leite em qualquer uma das etapas de produção, beneficiamento, distribuição e consumo. Práticas inadequadas de manejo na ordenha, no armazenamento e na conservação, higienização deficiente de equipamentos de beneficiamento e em sala de ordenha, dentre outros fatores, tornam o leite suscetível à contaminação por patógenos. Falhas no controle da sanidade do rebanho, as quais envolvem vacinações periódicas, controle de parasitas e doenças e alimentação, também contribuem para aumentar o risco na segurança microbiológica do leite.

A origem dos principais patógenos encontrados no leite geralmente é de excreções do úbere de animais infectados ou de contato com material fecal presente no ambiente. Muitos patógenos, como *Salmonella*, *Campylobacter* e *E. coli* O157:H7, são habitantes do trato intestinal de ruminantes, que os adquirem pela ingestão de água e ração contaminadas com fezes. A presença de patógenos em tanques de armazenamento de leite e em outros equipamentos está diretamente relacionada com a contaminação fecal. *S. aureus* enterotoxigênico e *L. monocytogenes* podem ser agentes causadores de mastite e são diretamente excretados no leite de animais infectados.

A contaminação de superfícies e de equipamentos com bactérias patogênicas capazes de formar biofilmes representa um risco importante de contaminação pós-pasteurização do produto lácteo.

A contaminação do leite e de seus derivados com microrganismos patogênicos está, em geral, associada ao uso de leite cru, a erros no processo de pasteurização ou à adição de ingredientes não pasteurizados aos produtos lácteos. As principais fontes de contaminação do leite por patógenos são os próprios animais, manipuladores e equipamentos, em razão de práticas higiênicas insatisfatórias durante a ordenha, a estocagem, o transporte e o processamento do produto. Para assegurar a inocuidade do leite e de seus derivados sistemas de barreiras múltiplas são usados para reduzir o risco para o consumidor. O manejo adequado do rebanho animal, a erradicação de certas doenças animais, a adoção das boas práticas de produção e práticas higiênicas na ordenha contribuem para minimizar a contaminação do produto, pois muitos dos patógenos que afetam o gado leiteiro são eliminados nas fezes, e cuidados precisam ser tomados para reduzir a possibilidade de contaminação fecal do leite.

A refrigeração do leite é um procedimento que não elimina os patógenos, mas

é efetiva para limitar a multiplicação da maioria deles. Prevenir o crescimento bacteriano é importante, mesmo que o leite seja posteriormente pasteurizado antes de ser comercializado ou transformado em outros produtos. Entretanto, patógenos psicrótróficos como *L. monocytogenes* e *Y. enterocolitica* são capazes de multiplicar a temperaturas de 7°C ou menos e, nesses casos, evitar a contaminação pela adoção de procedimentos adequados de higienização é o mais apropriado.

A pasteurização ineficiente, a conservação e o transporte do produto final em condições inadequadas permitem a sobrevivência de patógenos, uma vez contaminantes do leite. O binômio tempo temperatura de pasteurização foi estabelecido com o propósito de inativar todos os patógenos prováveis de serem veiculados pelo leite. A recontaminação do produto, após este tratamento térmico, deve ser evitada como forma de assegurar sua inocuidade.

MEDIDAS PREVENTIVAS E DE CONTROLE

A prevenção das doenças causadas por leite e produtos lácteos, independentes de sua etiologia, baseia-se essencialmente na prevenção da contaminação e na eliminação de potenciais agentes patogênicos. As condições, nas quais o leite é obtido, garantem um ambiente ideal para a multiplicação de microrganismos e qualquer patógeno presente no leite cru pode, potencialmente, contaminar o ambiente da linha de produção e processamento de leite e derivados. A adoção de práticas higiênicas e adequadas na fonte de produção é fundamental para reduzir a contaminação do leite e garantir a qualidade da matéria-prima e a segurança alimentar.

A exigência do consumidor moderno pela garantia da qualidade dos alimentos consumidos leva a uma necessidade pre-

mente de implantação de sistemas de qualidade e rastreamento de alimentos. Segurança alimentar é um tema de importância mundial e os órgãos governamentais, além de assegurarem disponibilidade de alimentos para a população, devem garantir que estes sejam de qualidade e não causem danos à saúde. Entretanto, a responsabilidade da garantia de qualidade de leite e produtos lácteos não é atribuição exclusiva do governo ou da indústria. Há a necessidade de um engajamento de toda uma nação, com a participação de todos os sistemas agroindustriais e com a adoção de programas de qualidade em todos os elos da cadeia produtiva. O consumidor deve ser estimulado a participar e ter à disposição programas de educação efetivos que informem sobre as práticas seguras de conservação e preparo dos alimentos, além de esclarecimentos sobre os microrganismos patogênicos e hábitos simples de higiene e manipulação dos alimentos que podem ser benéficos à saúde.

A investigação de surtos de intoxicação e infecção pode indicar as condições de contaminação, o que leva à adoção de medidas preventivas e de controle pela indústria de alimentos. A identificação de pontos críticos de controle ao longo da produção, processamento, comercialização e consumo do alimento permite o monitoramento de todo o processo e, conseqüentemente, a redução do risco de contaminação e de crescimento microbiano.

REFERÊNCIAS

ANVISA. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 10 jan. 2001. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=144&word=>>. Acesso em: 23 jan. 2007.

BEAN, N.H.; GOULDING, J.S.; LAO, C.; ANGULO, F.J. Surveillance for foodborne-

disease outbreaks-United States, 1988-1992. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v.45, n.SS-5, p.1-66, Oct. 1996.

BUYSER, M.L. de; DUFOUR, B.; MAIRE, M.; LAFARGE, V. Implication of milk and milk products in food-borne diseases in France and in different industrialized countries. **International Journal of Food Microbiology**, v.67, n.1, p. 1-17, July 2001.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **How many cases of foodborne disease are there in the United States**. Atlanta, 2005. Disponível em: <http://www.cdc.gov/incidod/dbmd/diseaseinfo/foodborne_infections_g.htm>. Acesso em: 26 fev. 2007.

LYNCH, M.; PAINTER, J.; WOODRUFF, R.; BRADEN, C. Surveillance for foodborne-disease outbreaks – United States, 1998-2002. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v.55, n.SS5, p.1-34, Nov. 2006.

MENG, J.; DOYLE, M.P. Emerging and evolving microbial foodborne pathogens **Bulletin de l'Institute Pasteur**, v.96, n.3, p.151-164, 1998.

OLSEN, S.J.; YING, M.; DAVIS, M.F.; DEASY, M.; HOLLAND, B.; IAMPETRO, L.; BAYSINGER, C.M.; SASSANO, F.; POLK, L.D.; GORMLEY, B.; HUNG, M.J.; PILOT, K.; ORSINI, M.; DUYN, S. Van; RANKIN, S.; GENESE, C.; BRESNITZ, E.A.; SMUCKER, J.; MOLL, M.; SOBEL, J. Multidrug-resistant *Salmonella typhimurium* infection from milk contaminated after pasteurization. **Emerging Infectious Diseases**, v.10, n.5, p.932-935, May 2004.

SCHMID, G.P.; SCHAEFER, R. E.; PLIKAYTIS, B. D.; SCHAEFER, J. R.; BRYNER, J.H.; WINTERMEYER, L.A.; KAUFMANN, A.F. A oneyear study of endemic campylobacteriosis in a midwestern city: association with consumption of raw milk. **The Journal of Infectious Diseases**, v.156, n.1, p.218-222, 1997.

SIRVETA. Regional Information System for Surveillance of Foodborne Diseases. 2003. Disponível em: <http://www.panalimentos.org/sirveta/e/report_eta01.asp>. Acesso em: 23 jan. 2007.



VOCÊ PODE ATÉ NÃO SABER COMO SERÃO AS EMBALAGENS DO FUTURO. MAS JÁ SABE QUEM VAI INVENTAR.



1ª
embalagem
cartonada

1ª
embalagem
cartonada asséptica

1ª
em variedade de
formatos e volumes

1ª
embalagem com
tampa de rosca

1ª
com tampa moldada
na embalagem - FlexiCap

1ª
embalagem cartonada
para autoclave

1ª
miniembalagem
cartonada Tetra Classic
Aseptic 20ml

1ª
garrafa cartonada
asséptica

A Tetra Pak sempre foi a primeira a criar novas soluções no mercado de embalagens cartonadas. Se depender de tudo o que ela investe em desenvolvimento e pesquisa vai continuar sendo. As melhorias nos sistemas de processamento, envase e distribuição são constantemente desenvolvidas para que seus alimentos possam ficar seguros e disponíveis em qualquer lugar. Tudo para que você possa ter mais oportunidades de mercado, maiores reduções nos custos e maior flexibilidade de produção. **INOVAÇÃO FAZ PARTE DO DNA DA TETRA PAK.** Por isso, você pode até não saber como serão as embalagens do futuro. Mas já sabe quem vai inventar.



WWW.TETRAPAK.COM.BR

Mastite bovina e seus reflexos na cadeia do leite

*Heloiza Maria de Souza*¹
*Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto*²
*Clarice Bechara Meurer*³
*Bethânia Maria Rodrigues Alves*⁴
*Adaauto de Matos Lemos*⁵
*Claudia Galvão Reis*⁶

Resumo - A mastite bovina ainda é a causa de prejuízos econômicos consideráveis no setor lácteo por comprometer a qualidade do leite e seus derivados, além de representar um risco à saúde pública. A forma de apresentação da doença varia de subclínica a clínica, em função de fatores relacionados com o animal e o agente invasor da glândula mamária. Na mastite subclínica as manifestações não são perceptíveis, enquanto que na mastite clínica o animal apresenta manifestações perceptíveis. A forma subclínica é mais onerosa e prevalente com um comprometimento mundial de 40% do rebanho leiteiro e perdas econômicas entre 5% e 25% da produção leiteira. A diversidade de fatores envolvidos e o fato de a forma subclínica ser a mais freqüente dificultam o controle e a erradicação da doença. A busca do Brasil para sua inserção no mercado internacional é uma preocupação atual. Assim, a obtenção de leite cru e de seus derivados de alto valor agregado constitui o principal foco dos produtores de leite e das indústrias. Neste contexto, o controle da mastite bovina é um ponto crítico na cadeia produtiva do leite, bem como as implicações que essa doença causa para o setor produtivo e industrial e suas formas de controle.

Palavras-chave: Leite. Laticínio. Contaminação. Prevenção.

INTRODUÇÃO

O leite constitui um meio excelente para a multiplicação de microrganismos patogênicos ao homem, os quais podem ser originados de contaminações pós-ordenha e/ou de infecções do próprio animal. A mastite bovina é uma das principais doenças que acometem os rebanhos leiteiros no mundo e levam a perdas econômicas significativas para o setor agropecuário. O ter-

mo mastite é derivado das palavras gregas *matos*, que significa “mama ou seio” e *itis*, que significa “inflamação”. Os maiores prejuízos incluem a redução significativa na produção de leite, com perdas de até 50%, perda nutricional, custos associados ao tratamento da doença, atendimento veterinário e laboratorial, necessidade de reposição de animais, descarte do leite impróprio, dentre outros (BRAMLEY et al., 1996).

A mastite é também um problema grave de saúde pública, ao considerar que o leite proveniente de animais portadores da doença apresenta alto grau de contaminação, pode conter enterotoxinas e, principalmente, resíduos de antibióticos. Portanto, esta doença representa um entrave econômico e sanitário da exploração leiteira e um fator limitante para a obtenção de leite e produtos lácteos de qualidade satisfatória.

¹Médica-veterinária, Pesq. EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: heloiza.souza@gmail.com

²Farmacêutica-bioquímica, D.Sc., Pesq. EPAMIG-CTZM, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: clucia@epamig.ufv.br

³Médica-veterinária, Mestranda em Zootecnia UFV, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: claricebechara@yahoo.com.br

⁴Graduanda em Engenharia de Alimentos UFV, Bolsista FAPEMIG/EPAMIG-CTZM, Caixa Postal 216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio eletrônico: bethania02@yahoo.com.br

⁵Médico-veterinário, M.Sc., Pesq. EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: adautolemos@epamig.br

⁶Graduanda em Medicina Veterinária UNIPAC, CEP 36048-000 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: claudiagalvao@net.gmail.com

O Brasil ocupa hoje o sétimo lugar na produção mundial de leite. O crescimento da competitividade do mercado nacional, aliado ao interesse de o País inserir-se no mercado internacional de lácteos, tem estimulado as indústrias a buscarem novas tecnologias para melhorar a qualidade de seus produtos, a redução dos custos e um maior rendimento industrial, o que implica na obtenção e uso de matéria-prima de alto padrão de qualidade.

A implementação do Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite (PNMQL) representou um grande avanço para o setor lácteo. Dentre os avanços está a modernização da legislação nacional. No âmbito do PNMQL, a mudança de maior impacto foi a introdução da prática de refrigeração do leite na fonte de produção e o seu transporte a granel regulamentado pela Instrução Normativa 51 (BRASIL, 2002). Esta legislação contempla novos padrões de qualidade para a contagem de células somáticas (CCS), contagem padrão em pla-

cas (CPP), detecção de antibióticos, entre outros (Quadro 1), os quais auxiliam no controle da mastite (BRASIL, 2002).

CARACTERÍSTICAS DA DOENÇA

A mastite é um processo inflamatório total ou parcial da glândula mamária e, de acordo com a origem, pode ser classificada como infecciosa, traumática ou tóxica (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1987). Em consequência da doença, ocorrem alterações no tecido glandular e distúrbios funcionais. Em função do aumento da permeabilidade vascular, os produtos da inflamação são repassados ao leite e alteram sua composição e aparência. O epitélio alveolar danificado pela inflamação ou pela pressão da inflamação adjacente passa a secretar menor quantidade de leite.

É considerada a doença infecciosa predominante em bovinos no Brasil e associada a vários fatores, dentre eles pré-disposição do animal, higiene, homem, ambiente, mi-

croorganismos, alimentação e manejo, sendo este último um dos mais importantes para a prevenção.

A forma de apresentação varia de subclínica a clínica em função de fatores relacionados com o animal e o agente invasor da glândula mamária. Na mastite subclínica as manifestações da doença não são perceptíveis, embora ocorram alterações na composição do leite. Na mastite clínica, aguda ou crônica, o animal apresenta manifestações visíveis como hiperemia, dor, calor e endurecimento da glândula mamária, rubor, tumefação, febre, perda de apetite e apatia (RADOSTITS, 2002). Ocorrem também alterações no leite como presença de grumos e/ou sangue (ZAFALON et al., 2005).

A forma subclínica é a mais onerosa e prevalente com um comprometimento mundial de 40% do rebanho leiteiro e perdas econômicas entre 5% e 25% da produção leiteira. A diversidade de fatores envolvidos e o fato de a forma subclínica ser

QUADRO 1 - Requisitos microbiológicos para leite cru refrigerado a serem atingidos em diferentes regiões do Brasil

Índice medido (por propriedade rural ou por tanque comunitário)	Contagem padrão em placas (CPP) expressa em UFC/mL (mínimo de uma análise mensal, com média geométrica sobre período de 3 meses) Método FIL 100 B: 1991	Contagem de células somáticas (CCS) expressa em CS/mL (mínimo de uma análise mensal, com média geométrica sobre período de 3 meses) Método FIL 148 A: 1995
Até 01/07/2005 Regiões: Sul/Sudeste/Centro-Oeste Até 01/07/2007 Regiões: Norte/Nordeste	Máximo $1,0 \times 10^6$ para estabelecimentos que se habilitarem antecipadamente aos termos do presente RTIQ	Máximo de $1,0 \times 10^6$ para estabelecimentos que se habilitarem antecipadamente ao presente RTIQ
De 01/07/2005 até 01/07/2008 Regiões: Sul/Sudeste/Centro-Oeste De 01/07/2007 até 01/07/2010 Regiões: Norte/Nordeste	Máximo $1,0 \times 10^6$ para todos os estabelecimentos, nos termos do presente RTIQ	Máximo de $1,0 \times 10^6$ para todos os estabelecimentos nos termos deste RTIQ
A partir de 01/07/2008 até 01/07/2011 Regiões: Sul/Sudeste/Centro-Oeste A partir de 01/07/2010 até 01/07/2012 Regiões: Norte/Nordeste	Máximo de $7,5 \times 10^5$	Máximo de $7,5 \times 10^5$
A partir de 01/07/2011 Regiões: Sul/Sudeste/Centro-Oeste A partir de 01/07/2012 Regiões: Norte/Nordeste	Máximo de $1,0 \times 10^5$ (individual) Máximo $3,0 \times 10^5$ (leite de conjunto)	Máximo de $4,0 \times 10^5$

FONTE: (BRASIL, 2002).

NOTA: RTIQ – Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade; UFC/mL – Unidades Formadoras de Colônias por mililitro.

Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.28, n.238, p.44-50, maio/jun. 2007

a mais freqüente dificultam o controle e a erradicação da doença (MAGALHÃES et al., 2006).

FATORES PREDISPOENTES

Os principais fatores que predispoem o animal à mastite são:

- a) traumas externos: cortes e ferimentos;
- b) presença de leite residual: leite retido no úbere, em consequência da ordenha incompleta, e que por ser um excelente meio de cultura que propicia a multiplicação de microrganismos;
- c) fatores anatômicos: tamanho e diâmetro do canal do teto, conformação do úbere. Estes fatores são determinados pela herança genética;
- d) idade do animal: animais mais idosos possuem maior predisposição para desenvolver a doença;
- e) doenças infecciosas: varíola bovina, febre aftosa, brucelose, tuberculose, entre outras, provocam queda na resistência orgânica dos animais;
- f) manejo inadequado: higienização incorreta das instalações e dos tetos antes e após a ordenha.

CAUSAS E CLASSIFICAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA

A mastite bovina tem como principal causa agentes biológicos como: vírus, fungos, micoplasmas e bactérias. Entre esses, as bactérias são associadas a 90% dos casos. A via de transmissão mais comum da infecção é o canal do teto, via ascendente, embora possa ocorrer a contaminação do animal por via hematogênica e percutânea descendente. Portanto, atentar para as condições higiênicas e sanitárias gerais do rebanho, das instalações e do equipamento de ordenha constitui um ponto crítico na prevenção e controle da mastite.

Epidemiologicamente, a mastite bovina é dividida em contagiosa e ambiental. Na mastite contagiosa a transmissão ocor-

re principalmente durante a ordenha de animal para animal, que possui como reservatório o próprio animal e sua localização é intramamária. Os patógenos predominantes nas infecções são *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, seguidos por *Corynebacterium bovis*, *Streptococcus dysgalactie* e *Mycoplasma* sp. A mastite ambiental é caracterizada pelo fato de o patógeno estar localizado no ambiente incluindo água, ar, cama e fezes e é causada, na maioria dos casos, por bactérias Gram-negativas a exemplo de *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp., *Enterobacter* sp., *Pseudomonas* sp. e *Proteus* sp. Outras espécies nessa categoria incluem outros estreptococos, *Actinomyces pyogenes*, *Pseudomonas* sp., fungos, em especial leveduras e algas clorofiladas do gênero *Prototheca* sp. Em 2006, foi relatado o primeiro caso de mastite necrótica bovina no Brasil causada por *Clostridium perfringens* tipo A, associado a condições higiênicas inadequadas do piquete-maternidade (GONÇALVES et al., 2006).

As bactérias envolvidas na etiologia da mastite são classificadas em patógenos maiores e menores. Na primeira categoria estão incluídas as bactérias capazes de ocasionar CCS superiores, além de alterações consideráveis na composição do leite, portanto, maiores prejuízos econômicos. Incluem: *S. aureus*, *Streptococcus agalactie*, coliformes, estreptococos, enterococos, *Pseudomonas* sp., *Actinomyces pyogenes* e *Serratia* sp.

Estafilococos coagulase negativos e *Corynebacterium bovis* são considerados patógenos menores e causam inflamação moderada e CCS de no máximo duas a três vezes superior a dos quartos mamários sadios.

DIAGNÓSTICO

O diagnóstico tem o objetivo de identificar rebanhos doentes e animais infectados nos rebanhos. Os principais testes empregados no diagnóstico da mastite clínica incluem os de campo, os quais devem ser realizados diariamente no momento da orde-

nha, associados à observação dos sintomas clínicos. Os testes mais simples são os da caneca telada e fundo escuro que permitem evidenciar grumos de pus ou de caseína no leite e alterações de cor.

A mastite subclínica é diagnosticada por meio da realização de exames microbiológicos, métodos químicos indiretos e CCS do leite dos quartos mamários individuais, dos animais ou do rebanho.

O California Mastitis Test (CMT) foi desenvolvido por Schalm e Noorlander (1957). É um método indireto e por meio dele é determinado o número de células somáticas do leite. Baseia-se na atuação de um detergente aniônico sobre a membrana celular, o que causa a sua ruptura e a formação de um gel em função da interação dos ácidos nucléicos das células somáticas com o detergente (ROSENBERGER, 1983). A consistência do gel é proporcional ao número de células somáticas. É usado mundialmente e possui a vantagem de poder ser realizado no momento da ordenha. A interpretação do teste baseia-se na observação visual após a mistura do reagente com o leite. O resultado é anotado como negativo (-), suspeito (+), fracamente positivo (++) e fortemente positivo (+++). Os escores do CMT apresentam relações variadas com a CCS. Entretanto, existem alguns questionamentos sobre a sua interpretação por ser um teste subjetivo e assim pode levar a resultados falso-positivos e falso-negativos (BRITO et al., 1997; SILVA et al., 2001).

A Prova de Whiteside (WS) é um teste de laboratório que se baseia na reação do leite com uma solução de hidróxido de sódio a 4%. O resultado do teste associado à prova de CMT fornece informações que permitem avaliar a evolução da doença.

A CCS no leite inclui a contagem de células de leucócitos ou glóbulos brancos do sangue e células epiteliais da glândula mamária. O número de células somáticas varia em função da idade do animal, fase de lactação, estresse, época do ano e nutrição e principalmente mastite. Portanto,

a CCS constitui uma análise relevante para o diagnóstico da mastite subclínica, para estimar perdas quantitativas e qualitativas de produção de leite e derivados, para indicar a qualidade do leite cru e para estabelecer medidas de prevenção e controle da mastite. Entretanto, o valor da CCS como teste confirmatório da doença ainda é discutível no meio científico. Alguns pesquisadores indicam o tratamento da doença a partir de um determinado número de células somáticas e outros apontam para o fato de que o aumento na CCS pode ser associado a outras causas.

Algumas indústrias empregam o sistema de bônus e penalidades para estimular a produção de leite com baixa CCS em que o produtor recebe até 6% no preço pago ao leite que apresente CCS abaixo de 200 mil cel/mL e penalização de 6% pelo leite com CCS acima de 750 mil cel/mL.

A realização da cultura e do antibiograma tem como objetivos isolar, identificar o agente etiológico e selecionar o antibiótico adequado para o tratamento da doença.

PREVENÇÃO E CONTROLE

A manutenção dos registros como *escore* de células somáticas, teste da caneca, CMT, índices de mastite clínica e subclínica, perfil microbiológico e de resistência a antimicrobianos, além do número de lactações, fase da lactação e produção são dados importantes para realizar uma análise do rebanho. Com base nesses dados é possível estabelecer prioridades para o controle da mastite contagiosa ou ambiental.

Os programas de prevenção e controle da mastite bovina são essenciais para limitar a prevalência da doença e a redução dos impactos econômicos na atividade leiteira. As principais metas de um programa de prevenção e controle incluem erradicar casos de mastites contagiosa por *Streptococcus agalactiae*, controlar aquelas causadas por *Staphylococcus aureus*, manter baixos os casos de mastite ambien-

tal e as CCSs inferiores a 200 mil/mL, menos de 2% de episódios clínicos ao mês e 85% das vacas livres de mastite subclínica. As principais medidas para alcançar estas metas incluem o monitoramento dos índices de mastite, o manejo adequado do rebanho de forma que evite 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 *prédipping* e *pósdipping* é indispensável, considerando que esta prática reduz os casos de mastite subclínica em até 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 as unhas aparadas. Além de limitar-se somente à ordenha, deve ser capacitado a realizar os testes mais simples como o da caneca telada e do fundo preto e ser 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 daqueles reincidentes para evitar a perda de todo o leite. Após a ordenha, os animais devem ser mantidos por um 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 onde a 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 três a cinco minutos. Além disso, deve-se fazer a regulação 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. Existem no mercado vacinas para mastites ambientais causadas por bactérias do grupo coliformes que, quando realizadas no período seco e ao parto, levam à redução da incidência e da gravidade dos sintomas na lactação subsequente. Vacinas para mastite causada por *S. aureus* já foram desenvolvidas e apresentaram uma redução considerável da prevalência e gravidade da doença, com conseqüente melhoria da qualidade do leite e redução dos prejuízos econômicos (ALBERTON et al., 2001).

A conscientização de produtores e técnicos quanto aos prejuízos causados pela mastite e a adoção criteriosa das medidas preventivas e de controle são essenciais para o sucesso do programa e obtenção de leite com melhor qualidade para a indústria e para o consumidor (MÜLLER et al., 2002).

INFLUÊNCIA DA MASTITE SOBRE A QUALIDADE DO LEITE E PRODUTOS LÁCTEOS

Alterações na composição do leite

A qualidade do leite é influenciada por diversas variáveis, em especial por fatores zootécnicos associados ao manejo, alimentação, potencial genético dos rebanhos e fatores relacionados com a obtenção e armazenamento do leite e mastite bovina.

A mastite bovina resulta em uma série de eventos que ocasionam alterações na composição do leite com redução do rendimento industrial e qualidade do produto final.

Inicialmente, o número do agente infeccioso aumenta, seguido do aumento do número de células somáticas. Associada a esta resposta imunológica do animal, ocorre uma série de efeitos. A produção

total de leite é reduzida em consequência do comprometimento do tecido secretor. Ocorrem ainda alterações nas concentrações de macro e microconstituintes do leite como reflexo das lesões às células secretoras e ao complexo de capilares sanguíneos da glândula. Alterações na composição do leite são conseqüentes da alteração da permeabilidade dos capilares sanguíneos, o que leva a um aumento de íons e proteínas sanguíneas no leite. Outra alteração é a redução da síntese das células secretoras exemplificada pela redução do teor de lactose. A concentração de sólidos totais tem uma tendência de redução com o aumento da CCS e atinge valores de 3% a 12% de queda com o aumento da contagem.

As células somáticas presentes no leite são principalmente as de defesa do organismo que, associadas às células do patógeno, migram para o interior da glândula mamária como mecanismo de defesa.

O aumento da permeabilidade dos vasos sanguíneos e da rota paracelular de secreção de constituintes do sangue para o leite é uma outra alteração e leva a modificações na composição centesimal do leite como: aumento do número de células

somáticas, leucocitárias e epiteliais e do número de células microbianas, redução nos teores de gordura, proteína e lactose, aumento de frações do soro sanguíneo no leite, desequilíbrio salino, aumento do pH e redução da estabilidade das proteínas nativas do leite (Quadro 2).

O leite mastítico apresenta alterações nas características físicas, químicas e microbiológicas. As principais modificações na composição química incluem o aumento do percentual de água, cloretos e pH e uma redução nos teores de lactose, cinzas, sólidos totais não gordurosos, gordura e caseína. Além da redução dos teores de gordura, ocorrem também alterações físicas dos glóbulos, o que favorece a atividade das enzimas lipolíticas. Pode ocorrer alteração da coloração em função do tipo de bactéria causadora da doença.

O aumento dos valores da atividade de enzimas proteolíticas e lipolíticas no leite mastítico ocorre em função do aumento das células somáticas, as quais possuem enzimas lipolíticas e proteolíticas. Além disso, o dano causado às membranas dos glóbulos de gordura expõe os triglicerídios, o que favorece a ação das lipases. O aumen-

to da proteólise também pode ser atribuído ao aumento da concentração de plasmína. 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 o aparecimento de resíduos no leite e nos seus derivados, o que representa um risco à saúde pública e implicações tecnológicas para a indústria de laticínios.

Implicações tecnológicas

Os principais problemas tecnológicos observados na indústria de laticínios associados ao uso de leite mastítico incluem: redução da qualidade e do rendimento na fabricação de queijos, aumento do tempo de coagulação, redução da consistência do coágulo, defeitos de textura e alterações sensoriais (Quadro 3).

Na produção de queijos, a maioria dos componentes do leite, principalmente a caseína e a gordura, constituintes que influenciam diretamente no rendimento final do produto, é retida no coágulo (SANTOS, 2002).

QUADRO 2 - Alterações na composição do leite bovino associadas com altas contagens de células somáticas

Componente do leite	CCS x 10 ³ células/mL				Alteração e motivo
	< 100	< 250	500 - 1.000	> 1.000	
Lactose	4,90	4,74	4,60	4,21	Redução (g/100 mL)
Caseína (total)	2,81	2,79	2,65	2,25	Redução (g/100 mL)
Gordura	3,74	3,69	3,51	3,13	Redução da síntese
Proteínas séricas (total)	0,81	0,82	1,10	1,31	Aumento, passagem a partir do sangue
Soroalbuminas	0,02	0,15	0,23	0,35	Aumento, passagem a partir do sangue
Imunoglobulinas	0,12	0,14	0,26	0,51	Aumento, passagem a partir do sangue
Cloro	0,091	0,096	0,121	0,147	Aumento, passagem a partir do sangue
Sódio	0,057	0,062	0,091	0,105	Aumento, passagem a partir do sangue
Potássio	0,173	0,180	0,135	0,157	Aumento, passagem a partir do sangue
pH	6,6	6,6	6,8	6,9	Aumento, passagem a partir do sangue

FONTE: Schaellibaum (2000 apud MÜLLER, 2002).

NOTA: CCS – Contagem de células somáticas.

QUADRO 3 - Problemas tecnológicos associados à fabricação de produtos lácteos com leite com alta contagem de células somáticas

Produto	Problema tecnológico
Leite condensado e leite evaporado	Redução da estabilidade térmica
Leite em pó	Desenvolvimento de sabor de queimado e outros sabores estranhos
Queijos	Aumento do tempo de coagulação do leite Redução da firmeza do coágulo e rendimento na fabricação de queijos
Leite fluido	Defeitos sensoriais
Leite UHT	Gelificação e defeitos sensoriais
Produtos fermentados	Inibição do crescimento de bactérias lácticas Redução do rendimento
Manteiga	Defeitos sensoriais incluindo rancificação

FONTE: Furtado (1991) e Silva (1999).

Embali®
Indústrias Plásticas Ltda.

Televendas:
(27) 4009-3832
www.embali.com.br
embali@embali.com.br

**ENTREGA EM TODO TERRITÓRIO BRASILEIRO.
FROTA PRÓPRIA.**

LANÇAMENTO LINHA PET

TAMBÉM FAZEMOS EMBALAGENS PERSONALIZADAS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A alta incidência da mastite no rebanho leiteiro no Brasil demonstra a necessidade de conscientização freqüente dos produtores de leite quanto aos benefícios da manutenção do rebanho sadio. Os benefícios de investimentos no controle da mastite refletem diretamente na obtenção de matéria-prima e produtos lácteos de melhor qualidade, proteção à saúde pública e redução dos prejuízos econômicos na cadeia do leite.

Embora as perdas sejam aparentemente maiores no caso de mastite clínica, a prevenção e o controle da mastite subclínica merecem atenção especial por parte dos produtores de leite, pois, por sua ocorrência não ser tão evidente e resultar em prevalências mais altas, acarreta grandes prejuízos ao sistema de produção.

A profilaxia constitui o melhor meio de prevenção da mastite, muito mais importante que os tratamentos, considerando que é por meio da prevenção que os danos causados pelas infecções mamárias são minimizados e é alcançada uma melhor produtividade leiteira.

REFERÊNCIAS

- ALBERTON, L.R.; WERNER, P.R.; CUNHA, L. da; WARTH, J.F.; FARACO, A.P.P.A.; RIBAS, N.P. Vacinação com bacterina de *Staphylococcus aureus* no controle de mastite em vacas em lactação. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zootecnia da UNIPAR**, v.4, n.1, p.31-40, jan./jul. 2001.
- BRAMLEY, A.J.; CULLOR, J.S.; ERSKINE, R. J.; FOX, I.K.; HARMON, R.J.; HOGAN, J.S.; NICKERSON, S.C.; OLIVER, S.P.; SMITH, K.L.; SORDILLO, I.M. **Current concepts of bovine mastitis**. 4.ed. Madison: National Mastitis Council, 1996. 64p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 set. 2002. Seção 1, p.13-22.
- BRITO, J.R.F.; CALDEIRA, G.A.V.; VERNEQUE, R.S.; BRITO, M.A.V.P. Sensibilidade e especificidade do "California Mastitis Test" como recurso diagnóstico da mastite subclínica em relação à contagem de células somáticas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.17, n.2, p.49-53, abr./jun. 1997.
- FURTADO, M.M. **A arte e a ciência do queijo**. São Paulo: Globo, 1991. 297p.
- GONÇALVES, L.A.; FREITAS, T.D. de; ASSIS, R.A. de; FACURY FILHO, E.J.; LOBATO, F.C.F. Primeiro relato no Brasil de mastite necrótica bovina por *Clostridium perfringens* tipo A. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1331-1333, 2006.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Bovine mastitis: definition and guidelines for diagnosis**. Brussels, Bélgica, 1987. (IDF Bulletin, 211).
- MAGALHAES, H.R.; EL FARO, L.; CARDOSO, V.L.; PAZ, C.C.P. de; CASSOLI, L.D.; MACHADO, P.F. Influência de fatores de ambiente sobre a contagem de células somáticas e sua relação com perdas na produção de leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.2, p.415-421, mar./abr. 2006.
- MÜLLER, E.E. Qualidade do leite, células somáticas e prevenção da mastite. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2., 2002, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2002.
- 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.
- RADOSTITS, O.M.; GAY, C.C.; BLOOD, D. C.; HINCHCLIFF, K.W. **Clínica veterinária**. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 1737p.
- ROSENBERGER, G. **Exame clínico dos bovinos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983. p. 329-341.
- SANTOS, M.V. Efeito da mastite sobre a qualidade do leite e derivados lácteos. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE QUALIDADE DO LEITE E CONTROLE DA MASTITE, 2., 2002, Ribeirão Preto. **Anais...** São Paulo: Instituto Fernando Costa, 2002. p.179-188.
- SCHALM, O.W.; NOORLANDER, D.O. Experiments and observations leading to development of the California Mastitis Test. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.30, n.5, p.199-207, 1957.
- SILVA, E.R. da; ARAÚJO, A.M. de; ALVES, F.S.F.; PINHEIRO, R.R.; SAUKAS, T.N. Relationship between California Mastitis Test and Somatic Cells Count in the evaluation of the healthy mammary gland in goats. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.38, n.1, p.46-48, 2001.
- SILVA, P.H.F. da; PORTUGAL, J.A.B.; CASTRO, M.C.D. e. **Qualidade e competitividade em laticínios**. Juiz de Fora: EPAMIG-CT/ILCT, 1999. 118p.
- ZAFALON, L.F.; NADER FILHO, A.; AMARAL, L.A. do; OLIVEIRA, J.V. de; RESENDE, F.D. de. Alterações da composição e da produção de leite oriundo de quartos mamários de vacas com e sem mastite subclínica de acordo com o estágio e o número de lactações. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.72, n.4, p.419-426, out./dez. 2005.

Resíduos de antibióticos e seus impactos na produção e consumo do leite

Daniel Arantes Pereira¹

Resumo - O uso indiscriminado de antibióticos, a falta de instruções para o uso de dosagens apropriadas e o desrespeito aos prazos de carência são as principais causas da presença de resíduos químicos no leite, o que representa um grande risco à saúde pública e à qualidade da produção de derivados fermentados e sustentabilidade da indústria no mercado. Um dos principais prejuízos econômicos causados à indústria de processamento de leite é a inibição das bactérias lácticas que compõem os fermentos lácticos. Apesar da normatização do monitoramento dos resíduos no leite por meio do Plano Nacional de Controle de Resíduos (PNCR) e do avanço no desenvolvimento de metodologias de detecção, os aspectos logísticos efetivos do monitoramento e a melhor forma de descarte do leite contaminado ainda necessitam ser melhorados.

Palavras-chave: Laticínio. Qualidade. Resíduo antimicrobiano.

INTRODUÇÃO

O leite constitui um alimento de alto valor nutritivo essencial na dieta de adultos e é considerado um dos principais alimentos da dieta das crianças. Seu valor nutritivo deve-se, principalmente, ao seu alto conteúdo de proteínas, vitaminas e sais minerais.

A cadeia produtiva do leite é uma das mais importantes do País no setor agropecuário. Alterações estruturais durante a última década, como aumento da produção, redução do número de produtores, queda no preço pago ao produtor, aumento da preocupação com a segurança alimentar diante da expansão dos mercados interno e externo e recente normatização da produção de leite no País, estão levando as indústrias de laticínios a um maior rigor na seleção da matéria-prima, assim como à implantação de programas de pagamento de leite por qualidade, em detrimento aos

antigos modelos voltados para o pagamento por volume de leite. Atualmente, a qualidade da matéria-prima é um dos maiores entraves ao desenvolvimento tecnológico e à consolidação da indústria de laticínios no Brasil.

No âmbito do Sistema de Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle (APPCC), na produção de alimentos, os resíduos de antibióticos representam um grande risco químico para o consumo de leite. De acordo com o *Codex Alimentarius*, resíduo é a fração da droga representada por seus metabólitos, por produtos de conversão ou por impurezas que permanecem no alimento de origem animal, provenientes do tratamento com drogas veterinárias (FAO; WHO, 1993).

Diversas são as substâncias químicas usadas no tratamento e prevenção de doenças. Porém, o uso de antimicrobianos no tratamento de infecções de vacas em

lactação, sem observação do período de carência, sem orientação técnica adequada, com negligência, e adicionado de forma fraudulenta para mascarar a qualidade microbiológica do leite, por parte do produtor, ocasiona a presença de resíduos no leite. Estes resíduos representam um risco potencial para a saúde pública em função das possíveis ações tóxicas, das reações alérgicas e da seleção de microrganismos resistentes. Para a indústria de laticínios os resíduos antimicrobianos no leite levam a prejuízos decorrentes da inibição dos fermentos lácticos na produção, em especial, de iogurtes, queijos e manteiga.

No Brasil, os principais resíduos químicos encontrados no leite são os antibióticos usados na terapia e prevenção da mastite, doenças do trato reprodutivo e afecções podais. Não há no País uma política de longo prazo para organizar e, principalmente, para manter a estrutura adequada para o

¹Zootecnista, Prof./Pesq. EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: daniel.arantes@epamig.br

controle do uso de medicamentos veterinários. Um maior rigor na estipulação do prazo de carência no caso de agentes microbianos usados em animais pode reduzir a ocorrência de resíduos no leite.

RESÍDUOS DE ANTIBIÓTICOS

Os resíduos de antibióticos podem ser definidos como compostos bioativos que aparecem na forma de vestígios nos produtos de origem animal, em função do seu uso terapêutico na prevenção e no tratamento de doenças, e podem causar ações biológicas nos seres humanos consumidores destes produtos (FAGUNDES, 2003).

Os antibióticos mais comuns usados em animais de produção podem ser divididos em cinco classes: os β -lactâmicos (penicilinas e cefalosporinas), as tetraciclina (oxitetraciclina, tetraciclina, clortetraciclina), os aminoglicosídeos (estreptomycinas, neomicina e gentamicina), os macrolídeos (eritromicina) e as sulfonamidas (sulfometazina) (MITCHELL et al., 1998).

No leite, os resíduos de antibióticos ocorrem, especialmente, em função da terapêutica anti-infecciosa na glândula mamária e órgãos reprodutivos, entretanto, sua presença pode estar associada também à administração voluntária do antibiótico pelo produtor, com o objetivo de mascarar a qualidade microbiológica do produto (FAGUNDES; MOLIN, 1988). A presença e a concentração desses resíduos no leite dependem de fatores como concentração da droga, estágio de lactação do animal, volume de leite produzido, intensidade da infecção, dose administrada, excipiente e via de aplicação e da farmacocinética da droga.

A mastite é considerada uma das principais doenças infecciosas, causadora de prejuízos econômicos para a cadeia agroindustrial do leite. Na manifestação da doença, geralmente associada a infecções microbianas, estão envolvidos diversos fatores, dentre os quais citam-se: o manejo, a alimentação e o tipo de ordenha. A mastite encontra-se disseminada em todas as bacias leiteiras do País e atinge parte considerável

do rebanho leiteiro. Um tratamento inadequado pode ocasionar a contaminação pelo antibiótico empregado (ALBURQUERQUE et al., 1996).

O tratamento da mastite e de outras doenças que acometem o gado leiteiro é realizado com o emprego de antibióticos, que podem ser administrados por diferentes vias e com períodos de eliminação variáveis. A presença do antibiótico no leite, mesmo em pequenas concentrações, pode inibir as bactérias lácticas usadas na produção de derivados fermentados e, além disso, pode não afetar a maioria das bactérias indesejáveis, como colibacilos, o que dificulta seu pleno aproveitamento industrial (BRITO, 2000).

O limite máximo residual é definido como a concentração máxima da droga, expressa em mg/kg ou μ g/kg, legalmente permitida ou reconhecida como aceitável no alimento. Esse limite baseia-se no tipo e na concentração do resíduo, considerando o perigo toxicológico para a saúde humana, com base na Dose Diária Aceitável (IDA) ou temporária, que utiliza um fator de segurança adicional (BRITO, 2003). IDA é a do-

se diária de um agente químico presente no alimento que pode ser ingerido por meio da dieta durante toda a vida do indivíduo sem provocar risco de intoxicações. O intervalo de tempo, para que os resíduos nos produtos de origem animal atinjam os níveis de tolerância permitidos, também é determinado e é denominado período de carência (BRITO, 2000).

O regulamento para o controle sanitário do leite estabelece que o leite e seus derivados destinados ao consumo humano devem estar livres de antibióticos (BRASIL, 2002). Os limites máximos permitidos de resíduos de alguns antimicrobianos variam de acordo com a legislação de cada país (Quadro 1).

IMPACTOS NA SAÚDE PÚBLICA

Os principais problemas associados à presença de resíduos antimicrobianos no leite e que colocam em risco a saúde dos consumidores são a hipersensibilidade, os efeitos tóxicos e o aumento da resistência dos patógenos às drogas. Diversas reações alérgicas são relatadas em indivíduos sensíveis a antimicrobianos, sobretudo rea-

QUADRO 1 - Limites máximos de resíduos de alguns antimicrobianos no leite, em diferentes países

Droga	Limite Máximo Residual (μ g/kg)			
	EUA	Canadá	União Européia	Brasil
Penicilina	5	6	5	4
Estreptomycina	125	125	125	200
Tetraciclina	150	30	100	100
Eritromicina	50	-	40	40
Neomicina	150	-	500	500
Oxitetraciclina	30	-	100	100
Clortetraciclina	30	-	100	100
Ampicilina	10	-	4	4
Amoxicilina	10	-	4	4
Ceftiofur	50	-	100	100
Sulfas	10	10	100	100

FONTE: Brito (2000) e Sbampato (2003).

ções cutâneas que incluem urticárias e dermatites, reações respiratórias como rinites e asma brônquica e reações digestivas.

Embora as concentrações aceitáveis de resíduos de antimicrobianos no leite sejam inferiores ao limite mínimo necessário para produzir reações alérgicas agudas, não é ainda conhecido, se a exposição freqüente a baixas concentrações destes medicamentos é passível de causar efeitos nocivos ao consumidor (BRITO, 2000). Casos de reações de hipersensibilidade após o consumo de leite foram relatados por Lederer (1991) em pessoas que apresentaram testes cutâneos positivos para a penicilina e negativos no leite. Esse autor enfatiza que, para provocar essas reações, não é relevante a concentração destas drogas em alimentos, ou seja, pequenas doses são suficientes para desencadear o processo.

Os principais efeitos tóxicos dos resíduos de alguns antibióticos são associados à ação que possuem, ou seja, carcinogênica, mutagênica e teratogênica (BRITO, 2000). Estes efeitos assumem grande importância ao considerar que o leite é um alimento consumido por indivíduos de todas as faixas etárias, incluindo crianças, idosos e gestantes, com risco do efeito teratogênico no desenvolvimento fetal.

Em função do uso indiscriminado de antibióticos, em concentrações inadequadas, há um aumento gradativo das doses de antibióticos usadas na terapia de animais, o que promove a seleção de bactérias resistentes no ambiente (BRITO, 2000). A implicação negativa do aumento da resistência dos patógenos é o comprometimento da eficácia da antibioticoterapia em humanos. Em alguns países, por exemplo, na França, é sugerido que antibióticos de indicação médico-humana sejam proibidos no tratamento de doenças em animais.

IMPORTÂNCIA PARA A INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

A presença de resíduos de antibióticos no leite é, talvez, o maior problema para a indústria de laticínios, pelo fato de comprometer o rendimento industrial, a qua-

lidade e, conseqüentemente, o custo por esta qualidade.

Os antibióticos podem interferir em alguns testes de controle de qualidade. Fagundes e Molin (1988) relataram que certos antibióticos podem modificar os resultados do teste de fosfatase alcalina no leite, o que interfere na interpretação da eficiência da pasteurização por induzir a um resultado falso negativo para presença de fosfatase. A presença de resíduos de antibióticos no leite interfere no resultado do teste de redutase por aumentar o tempo de redução do azul de metileno e, assim, o teste indicará a qualidade microbiológica do leite cru superior à qualidade real.

Entretanto, a principal interferência dos resíduos antimicrobianos na indústria de laticínios refere-se a sua ação inibidora sobre as culturas lácticas durante os processos fermentativos na produção de queijo, manteiga, leite fermentado e iogurte (FURTADO, 1994).

Spampato (2000) destaca que, na produção de queijos, os principais problemas com resíduos de antimicrobianos abrangem a má dessoragem da coalhada, fermentações indesejáveis, com produção de gás e uma maturação irregular. Este mesmo autor afirma que, considerando que as bactérias

lácticas que compõem o fermento para a fabricação de iogurte apresentam alta sensibilidade à ação dos antimicrobianos, a triagem do leite a ser usado no seu processamento deve ser a mais rigorosa possível, para evitar prejuízos para a indústria e a saúde dos consumidores.

As bactérias do grupo coliforme são sete vezes mais resistentes aos antibióticos, se comparadas às bactérias do fermento láctico mesofílico. Assim, a cultura láctica poderá ser inibida parcialmente ou totalmente, enquanto os coliformes continuarão ativos, podendo causar estufamento em queijos (FURTADO, 1990). Albuquerque et al. (1996) observaram a ocorrência de putrefação em queijos em função do desenvolvimento de bactérias do grupo coliforme resistentes a antibióticos, com modificações nas características do produto final.

As bactérias lácticas são mais sensíveis aos antibióticos, o que impede que a fermentação ocorra satisfatoriamente (NASCIMENTO, 2001).

A penicilina promove uma inibição precoce de *S. thermophilus* no fermento de iogurte e, como conseqüência, *Lactobacillus bulgaricus*, que apresenta maior capacidade proteolítica e maior resistência à penicilina, predomina no meio (Quadro 2) e

QUADRO 2 - Sensibilidade das culturas lácticas do iogurte a antibióticos

Antibiótico	Concentrações inibitórias (mL)		
	<i>S.thermophilus</i>	<i>L.delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	Cultura mista (UI)
Penicilina	0,004-0,001UI	0,02-0,1 UI	0,01
Estreptomicina	0,38UI	0,38 UI	1,0
Tetraciclina	0,13-0,5 µg	0,3-2,0 µg	1,0
Cloratetraciclina	0,06-1,0 µg	0,3-2,0 µg	0,1
Oxitetraclina	0,4 UI	0,7 UI	0,4
Bacitracin	0,04-0,12 UI	0,04-0,1 UI	0,04
Eritromicina	0,3-1,3	0,7-1,3mg	0,1
Clorafenicol	0,8-13mg	0,8-13,0mg	0,5

FONTE: Tamime e Deeth (1980).

NOTA: UI - Unidades internacionais.

ocasiona um desequilíbrio entre as ações, o que resulta em maior proteólise e produz gosto de peptona, além de exsudação excessiva de soro (SPAMPATO, 2003).

Pequenas concentrações de penicilina, estreptomicina, tetraciclina e amoxicilina afetam a acidificação, levam à exsudação do soro e, em alguns casos, podem impedir, completamente, a fermentação pela inibição das culturas lácticas (BUSWELL, 1989).

Além dos transtornos tecnológicos, em função dos resíduos de antimicrobianos com danos à qualidade do leite e seus derivados, existem os prejuízos à indústria quanto à sustentabilidade no mercado, em consequência da descredibilidade da marca.

O grau de sensibilidade de cada microrganismo da cultura láctica, usado para a produção de iogurte, varia em função do tipo de antibiótico. O desenvolvimento das características que determinam a qualidade do iogurte depende basicamente da interação simbiótica entre *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*. Os resíduos de antibióticos no leite, mesmo em concentrações inferiores às inibitórias da cultura láctica, comprometem o crescimento simbiótico entre os microrganismos da cultura láctica do iogurte e a qualidade do produto final.

De acordo com Tamime e Robinson (1999), o efeito inibidor dos resíduos nesses microrganismos é influenciado pelo modo de ação dos antibióticos e, em vista do vasto número de drogas antimicrobianas usado em medicina veterinária, existe um grande empenho para classificar aqueles mais empregados. O mecanismo de ação antimicrobiana dessas drogas sobre as bactérias que compõem a cultura láctica do iogurte varia em função do antibiótico. Os principais mecanismos incluem ação sobre: estrutura da membrana celular; metabolismo celular de carboidratos, proteínas e lipídios, rendimento energético das transformações celulares, inibição de enzimas e sistemas de fosforilação e bloqueio da síntese de DNA e RNA, durante a divisão celular.

Uma vez presentes no leite, os antibióticos são de difícil eliminação, o que representa um grave problema pelo fato de a maioria deles ser termorresistente (Quadro 3).

TESTES DE DETECÇÃO

O monitoramento dos resíduos químicos e seus derivados no leite deve ser feito com base nos limites estabelecidos pelas agências internacionais (BOECKMAN; CARLSON, 1997). Existem no mercado dife-

rentes métodos para a detecção de resíduos no leite com sensibilidade muito variável (Quadro 4). O emprego de determinado teste depende do interesse industrial, da rapidez do resultado e da relação custo benefício em função do caso.

Os testes de detecção podem ser qualitativos, quantitativos ou semiquantitativos. Os métodos qualitativos baseiam-se em um valor de corte para classificar as amostras como positivas ou negativas. Nos métodos quantitativos a concentra-

QUADRO 3 - Estabilidade térmica dos antibióticos

Antibiótico	Destruição (%)		
	72°C / 15 s	90°C / 30 min	100°C / 30 min
Penicilina	8%	20%	50%
Estreptomicina	-	-	66%
Tetraciclina	-	-	90%

FONTE: Furtado (1994).

QUADRO 4 - Limites de sensibilidade de alguns kits comerciais para detecção de antibióticos (µg/kg)

Antimicrobiano	<i>Bacillus stearothermophilus</i> var. <i>calidolactis</i> (método de difusão em tubo)	Delvotest® SP	<i>Streptococcus thermophilus</i> (Valiotest T101)
Benzilpenicilina	3	3	5
Ampicilina	6	6	25
Amoxicilina	6	6	40
Cloxacilina	25	25	200
Ceftiofur	40	50	20
Oxitetraciclina	750	1 000	400
Tylosina	20	50	20
Eritromicina	10	200	75
Espectinomicina	750	3 000	1 500
Dihidrostreptomicina	250	1 500	400
Gentamicina	50	200	1 500
Sulfadimidina	500	150	>5 000
Dapsona	2	2	>2 000
Clorafenicol	5 000	7 500	1 500

FONTE: Fagundes (2003).

ção da droga é determinada pelo emprego de uma curva padrão construída com uma ampla faixa de concentração do antimicrobiano. Esses testes exigem instrumentação precisa. Os testes semiquantitativos são semelhantes aos quantitativos, exceto pelo fato de que os resultados da amostra-teste são comparados com intervalos de concentração de controles previamente preparados com as amostras (CARRARO; VEIGA, 2000).

Os métodos para detecção de resíduos de antimicrobianos em alimentos baseiam-se em três princípios básicos: efeito direto sobre um microrganismo-teste, reação antígeno-anticorpo e características físico-químicas dos antimicrobianos, que fundamentam as técnicas cromatográficas e/ou espectrométricas (PETZ, 1996).

Testes para detecção de resíduos de antibióticos no leite disponíveis no mercado e os seus princípios são apresentados no Quadro 5.

A indústria deve estar ciente da necessidade do controle da presença de antibióticos e da realização dos testes de triagem, nos programas de pagamento por qualidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento dos resíduos previstos na legislação ainda é incipiente e apresenta problemas logísticos como dificuldades na aplicação da frequência de amostragem e na escolha de métodos de detecção rápidos, baratos e de amplo espectro. Assim, práticas como diluição de leites contaminados ou destinação do leite con-

taminado, para a produção de derivados que dispensam processos fermentativos, ainda são frequentes.

Entretanto, a indústria de laticínios diante da normatização da qualidade do leite e para se precaver dos prejuízos advindos da presença desses resíduos, está adotando, de forma gradual, metodologias para o monitoramento frequente de resíduos de medicamentos e seus derivados metabólicos no leite. Dessa forma, pode penalizar economicamente os produtores no âmbito do programa de pagamento por qualidade.

O setor produtivo sob a orientação dos órgãos de Assistência Técnica e Extensão Rural deve garantir um manejo preventivo do rebanho leiteiro e, assim, reduzir a necessidade de tratamento com substâncias químicas. Isto pode ser alcançado com o monitoramento e controle da mastite, adoção de práticas adequadas de ordenha e implementação de programa estratégico para controle de ectoparasitos. Diante da necessidade do tratamento de vacas em lactação com substâncias químicas, os prazos de carência dos medicamentos devem ser respeitados e cuidado especial deve ser tomado para evitar a contaminação do leite proveniente de animais sadios com a identificação e o manejo adequado dos animais tratados e separação da ordenha.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, L. M. B.; MELO, V. M. M.; MARTINS, S.C.S. Investigações sobre a presença de resíduos de antibióticos em leite comercializado em Fortaleza-CE. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 10, n. 41, p. 29-32, jan./fev. 1996.
- BOECKMAN, S.; CARLSON, K.R. **Milk and dairy beef residue prevention protocol**. Arlington: Agri-Education, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 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

QUADRO 5 - Princípio de detecção de resíduos de antibióticos no leite de alguns testes disponíveis no mercado

Princípio do teste	Teste
Inibição do crescimento microbiano	Disco - difusão BR - Test BR - Test "Blue Star" BR - Test AS Charm Farm Test Charm Inhibition Assay Delvotest P
Receptores específicos	Charm cowside test Charm I test Charm II test
Ligação à proteína	CITE Probe (β -lactâmicos)
Imunológico - reação antígeno - anticorpo Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA)	CITE Probe (tetraciclina, gentamicina) CITE sulfa trio EZ screen Lac tek (β -lactâmicos, gentamicina, sulfametazina)
Enzima	Penzyme IDEXX snap test
Aglutinação em látex - reação antígeno - anticorpo	SPOT test

FONTE: Fagundes (2003).

coleta de Leite Cru Refrigerado e seu transporte a Granel. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 set. 2002. Seção 1, p.13-22.

BRITO, M.A.V.P. e. Normas internacionais e exigências do Codex Alimentarius e comparação entre blocos comerciais sobre a adoção de testes para detecção de resíduos de antibióticos no leite. In: BRITO, J.R.F.; PORTUGAL, J.A.B. (Ed.). **Diagnóstico da qualidade do leite, impacto para a indústria e a questão dos resíduos de antibióticos**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; EPAMIG-CT/ILCT, 2003. cap. 6, p.65-76.

_____. **Resíduos de antimicrobianos no leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2000. 28p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 60).

BUSWELL, J.F.; KNIGHT, C.H.; BARBER, D. M. Antibiotic persistence and tolerance in the lactating goat following intramammary therapy. **Veterinary Record**, v.125, p.301-303, Sept. 1989.

CARRARO, C.N.M.; VEIGA, D.R. da. Avaliação do desempenho de três métodos utilizados para detecção de resíduos de antibióticos no leite. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.55, n.315, p.77-80, jul./ago. 2000.

FAGUNDES, C.M.; MOLIN, L. Interferência de resíduos de antibióticos no controle de qualidade do leite e derivados. **Informe Agropecuário**. Laticínios, Belo Horizonte, v.13, n.155, p.24-30, 1988.

FAGUNDES, H. **Ocorrência de resíduos de antimicrobianos utilizados no tratamento de interrupção de lactação no início da lactação subsequente em animas com período seco recomendado**. 2003. 76f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

FAO; WHO. **Codex Alimentarius Commission: residues of veterinary drugs in foods**. 2nd ed. Rome, 1993. v.3.

FURTADO, M.M. **A arte e a ciência do queijo**. 2.ed. São Paulo: Globo, 1990. 297p.

_____. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção**. São Paulo: Dipemar, 1994. 118p.

LEDERER, J. **Enciclopédia moderna de higiene alimentar: intoxicações alimentares**. São Paulo: Manole, 1991. p.205 -215.

MITCHELL, J.M.; GRIFFITHS, M.W.; MCEWEN, S.A.; MCNAB, W.B.; YEE, A.J. Antimicrobial drugs residues in milk and meat: causes,

concerns, prevalence, regulations, tests, and test performance. **Journal of Food Protection**, v.61, n.6, p.742-756, 1998.

NASCIMENTO, G.G.F. do; MAESTRO, V.; CAMPOS, M.S.P. de. Ocorrência de resíduos de antibióticos no leite comercializado em Piracicaba, SP. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.14, n.2, p.119-124, maio/ago. 2001.

PETZ, M. Residue analysis for antibiotics. **Meat Focus International**, v.5, n.10, p.352-353, 1996.

SBAMPATO, C.G. **Influência da presença de resíduos de antibióticos nos aspectos tecnológicos e nas características físico-químicas e microbiológicas do queijo prato**. 2003. 87f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

_____; ABREU, L.R. de; MENDONÇA, A.T. Aspectos tecnológicos da fabricação de iogurte e queijo utilizando leite com resíduos de antibióticos. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.54, n.313, p.13-19, mar./abr. 2000.

TAMIME, A.Y.; DEETH, H.C. Yogurt: technology and biochemistry. **Journal of Food Protection**, v.43, n.12, p.939-977, Dec. 1980.

_____; ROBINSON, R.K. **Yoghurt: science and technology**. Woodhead CRC Press, 1999. 640p.

Mudas de frutíferas

● morango ● laranja ● limão ● manga

Informações e aquisição:
CENTRO TECNOLÓGICO DO NORTE DE MINAS
 Rodovia MGT 122, Km 155 - Caixa Postal 12 - CEP 39525-000 - Nova Porteirinha - MG
 Telefax: (38) 3821-2160 - ctnm@nortecnet.com.br - ctnm@epamig.br

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

GOVERNO DE MINAS
 Construindo um novo tempo

Queijo de coalho: características e tecnologia

Denise Sobral¹
Junio César Jacinto de Paula²
Paulo Henrique Fonseca da Silva³

Resumo - O queijo de coalho possui mercado promissor em função do aumento de seu consumo, em especial na região Sudeste do País. Na maioria das vezes é consumido assado em espetos ou frito na manteiga de garrafa. As tecnologias de fabricação deste queijo são variadas, dentre as quais destaca-se a forma artesanal. A EPAMIG, por meio do Centro Tecnológico/Instituto de Laticínios Cândido Tostes (CT/ILCT) e de um projeto financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), desenvolveu uma tecnologia de fabricação específica do queijo de coalho, com leite pasteurizado, a fim de obter um produto com baixa capacidade de derretimento e boas características sensoriais. O derretimento é influenciado pelo grau de acidificação e proteólise durante a estocagem e maturação do queijo, características que podem ser controladas durante o processo de fabricação. O uso de leite pasteurizado garante um queijo com sabor e aroma padronizados comparado ao queijo fabricado de maneira artesanal, além de proporcionar maior segurança microbiológica ao consumidor.

Palavras-chave: Processo de fabricação. Laticínio. Leite pasteurizado. Tecnologia de alimento.

INTRODUÇÃO

O queijo de coalho é típico da Região Norte e Nordeste do País, sendo responsável por parte da economia local (BORGES et al., 2003). As tecnologias de fabricação diferem entre as queijarias, dentre as quais a maioria é de pequeno e médio porte, podendo acrescentar-se, também, a fabricação de forma artesanal (PEREZ, 2005). A produção de queijos de forma artesanal emprega tecnologias tradicionais atendendo aos consumidores de menor renda e grupos influenciados pela identidade cultural.

A origem do nome deste queijo deve-se ao uso da enzima retirada de estômagos de ruminantes, o coalho, para coagular o leite. Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2001), o queijo de coalho é aquele obtido por coagulação do leite por meio de coalho ou enzimas coagulantes apropriadas, complementadas ou não por bactérias lácticas selecionadas e comercializado normalmente com até dez dias de fabricação. O queijo de coalho é de média a alta umidade, de massa semi-cozida ou cozida e gordura no extrato seco (GES) entre 35%

e 60% (BRASIL, 2001). No Quadro 1 estão apresentadas as principais características funcionais do queijo de coalho e suas prováveis causas.

O queijo de coalho pode ser consumido fresco, assado, frito ou como ingrediente em pratos típicos da Região Nordeste. Entre as diversas formas de consumo, o queijo assado é o favorito, principalmente nas praias do Brasil, aumentando cada vez mais o número de consumidores na Região Sudeste. Uma das características mais procuradas pelos consumidores de queijo de

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

²Bacharel em Ciência e Tecnologia de Laticínios, M.Sc., Pesq./Prof. EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: junio@epamig.br

³Farmacêutico-Bioquímico, D.Sc., Pesq./Prof. EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: paulo.henrique@epamig.br

QUADRO 1 - Principais características funcionais desejáveis no queijo de coalho

Característica funcional	Causa
Não derretimento	Menor acidez e menor proteólise, por isso não se deve utilizar alta dosagem de fermento
Ranger nos dentes	Menor teor de umidade e menor teor de gordura
Escurecimento	Maior teor de lactose

coalho é a resistência ao derretimento quando aquecido (Fig. 1). Esse é um fator que define a compra do produto, sendo mais importante que o atributo sabor. A capacidade de derretimento pode ser controlada de acordo com variações nas técnicas de fabricação, regulando a acidificação e a proteólise durante a estocagem e maturação do queijo. Os principais responsáveis para a maturação do queijo são o coalho, proteases e peptidases do fermento láctico e/ou microbiota secundária e enzimas naturais do leite. Durante a proteólise ocorre uma fragilização da rede protéica do queijo, o que aumenta a sua capacidade de derretimento. Apesar de o queijo de coalho não possuir período de maturação, suas condições de estocagem e de comercialização podem favorecer a ocorrência de proteólise durante a vida de prateleira, e modificar suas propriedades funcionais. O prazo

de validade do queijo de coalho também não possui um padrão, e pode variar de 3 a 4 meses.

Algumas queijarias preferem não usar o fermento na fabricação do queijo de coalho, para que não derreta quando submetido ao calor. No entanto, o fermento láctico usado, além de proporcionar sabor e aroma muito próximos do produto tradicional, produzido com leite cru, ainda controla o desenvolvimento de microrganismos contaminantes, o que evita possíveis problemas de contaminação (FURTADO, 1990).

A EPAMIG, por meio do Centro Tecnológico/Instituto de Laticínios Cândido Tostes (CT/ILCT) e de um projeto financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), desenvolveu uma tecnologia de fabricação de queijo de coalho, com a obtenção de um produto de excelentes características funcionais e sensoriais.

As etapas de fabricação estão descritas com detalhes na Figura 2.

TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO

Leite

Pasteurizado a 65°C por 30 minutos ou 72°C por 15 segundos, com acidez entre 15°D e 18°D e gordura padronizada para 3%. O queijo fabricado com leite integral torna-se mais macio e pode derreter, quando submetido ao assamento ou fritura.

Cloreto de cálcio

Usa-se 40 mL de solução 50% para cada 100 L de leite ou 20 g para cada 100 L. O cloreto de cálcio é utilizado para repor o cálcio insolubilizado durante a pasteurização e, assim, aumentar a firmeza da coalhada e reduzir o tempo de coagulação.

Fermento láctico (opcional)

O fermento láctico confere o sabor e o aroma do queijo e contribui também no desenvolvimento da acidez. Todavia a acidez contribuirá na desmineralização da coalhada, o que aumenta a capacidade de derretimento do queijo. Alguns laticínios optam por não usar o fermento na fabricação do queijo de coalho. Várias pesquisas foram realizadas no intuito de estabe-



Figura 1 - Queijo de coalho frito

NOTA: A - Características normais; B - Produto descaracterizado, com pH <5,8, produção excessiva de acidez.

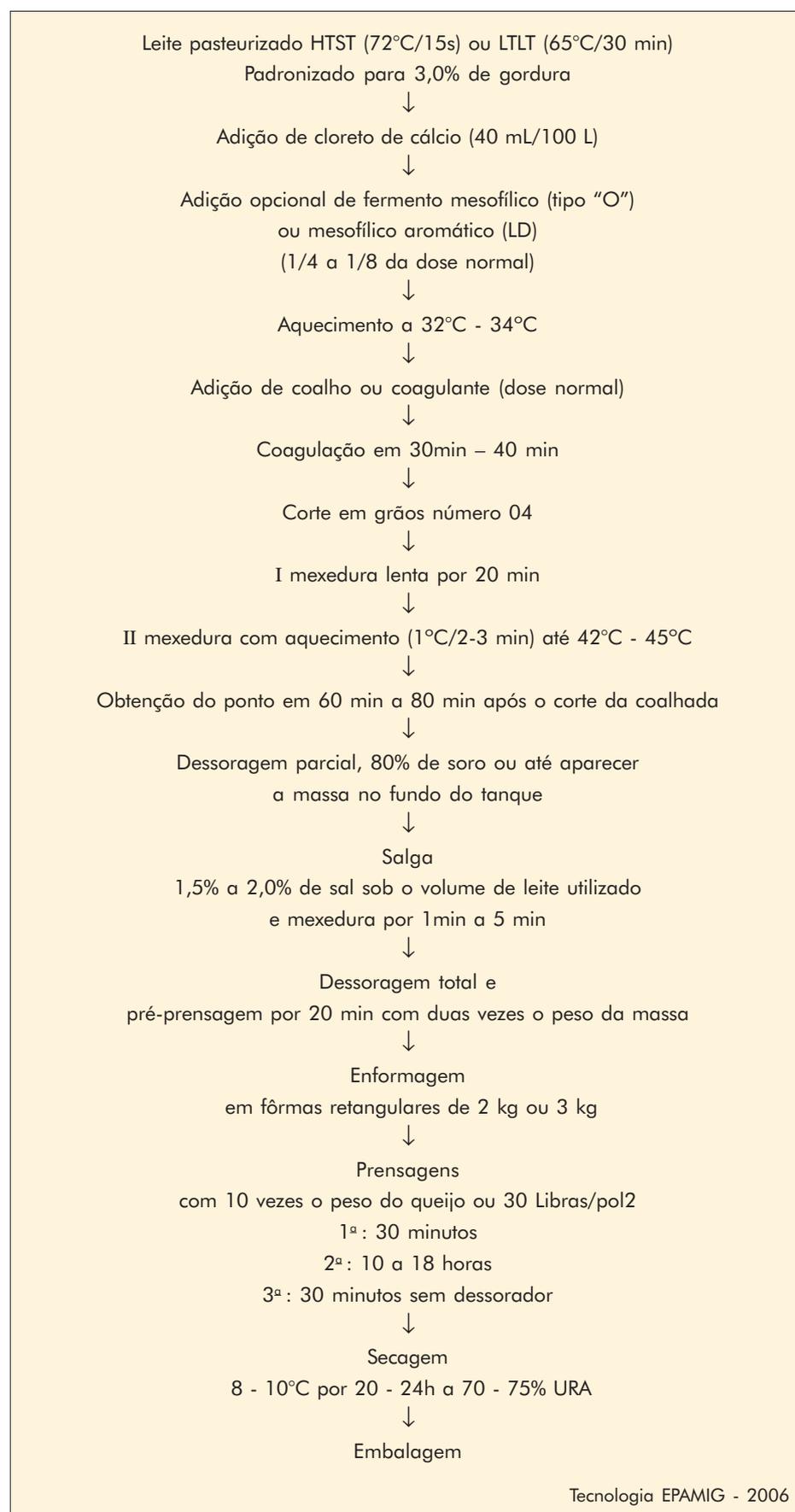


Figura 2 - Fluxograma de fabricação do queijo de coalho com leite pasteurizado

lecer uma dose de fermento adequada que contribua para o sabor e aroma dos queijos sem deixar que derretam, quando submetidos ao calor. No caso do uso de fermento, o pH final do queijo não deve ser menor que 5,8. As doses de fermento que mais mantiveram as características do queijo de coalho no estudo foram de 1/8 a dose normal da cultura tipo "LD" (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*) ou 1/4 da dose da cultura tipo "O" (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*).

Coagulação

A temperatura de coagulação situa-se entre 32°C e 35°C e utiliza-se a dose normal de coagulante ou coalho para formação da coalhada. O tempo normal de coagulação varia de 30 a 40 minutos. Na Figura 3 é apresentado um teste prático para a visualização do ponto de corte da coalhada.

Corte

O corte deverá ser lento e realizado com auxílio das liras horizontal e vertical. Os grãos devem possuir um tamanho pouco menor que os grãos obtidos na fabricação do queijo Prato, com 1/2 cm de aresta. Quanto menor o grão, mais fácil será a expulsão de soro, o que permite a formação de massa menos úmida. Quanto menor a umidade do queijo, menor será a proteólise, menor será a acidificação, e menor a capacidade de derretimento. O tamanho ideal do grão de coalhada, após o corte, para o queijo de coalho é apresentado na Figura 4.

Mexedura

A mexedura é feita com um garfo próprio. A agitação deve ser lenta, com repouso regulares caso haja quebra excessiva dos grãos. Após 20 minutos do início da mexedura, pode-se iniciar um aquecimento lento a 1°C por 2 a 3 minutos até 42°C a 45°C, sob contínua agitação.

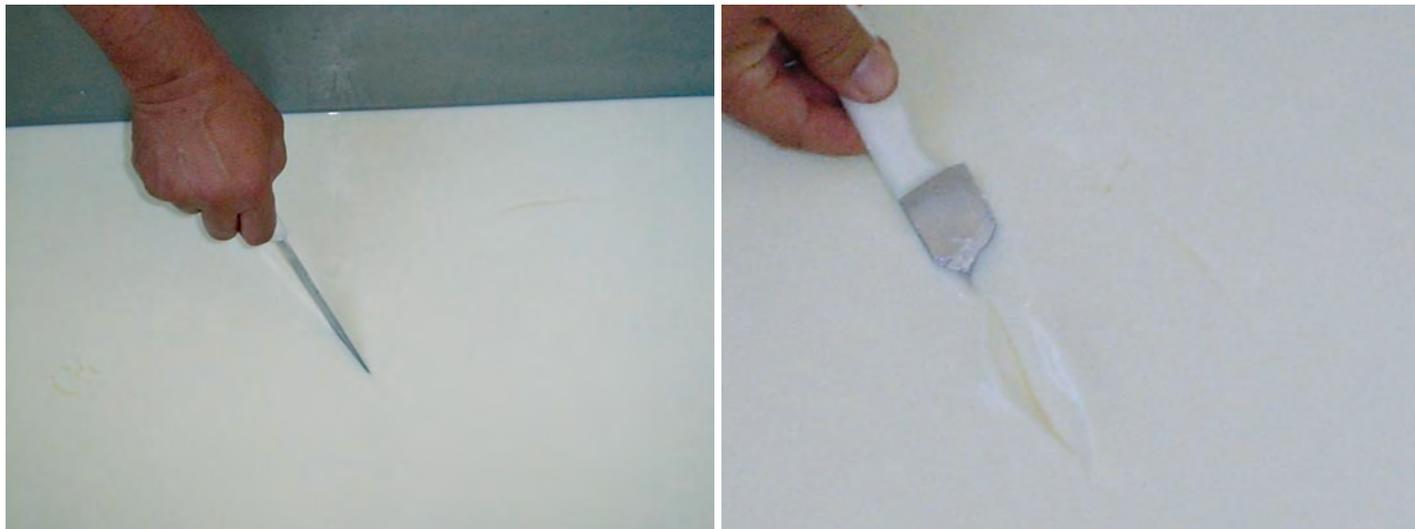


Figura 3 - Ponto de corte do queijo de coalho

Ponto

Em condições normais, o ponto do queijo deverá ocorrer a, aproximadamente, 80 minutos após o corte da coalhada. Nesse momento, os grãos devem estar secos e firmes. Quando o ponto é dado precocemente, corre-se o risco de reter mais umidade no queijo, o que aumenta sua capacidade de derretimento quando assado ou frito. A umidade do queijo gira em torno de 47%. Na Figura 5 é apresentado um teste prático para observação do ponto final de mexedura, pela observação da textura dos grãos.

Dessoragem parcial

Retira-se 80% do total de soro ou até o aparecimento da massa no tanque para que seja feita a salga.

Salga

Usa-se 1,5% a 2,0% de sal em relação ao volume inicial de leite. O sal deve ser de boa qualidade e adicionado à massa e ao restante de soro, mexendo com o garfo por mais 5 minutos. Nesse momento, retira-se o restante de soro. Este tipo de salga proporciona um queijo de textura mais aberta, ou seja, com um maior número de olhaduras

mecânicas, parecendo-se mais com o queijo de coalho fabricado com leite cru. O queijo de coalho apresenta um percentual de sal mais alto, que além de contribuir para um sabor mais pronunciado confere maior controle da fermentação e mantém o pH mais alto, o que é muito importante para manter uma boa característica de assamento e fritura. O processo de salga na massa do queijo de coalho é apresentado na Figura 6.

Pré-prensagem

Depois da salga na massa, deve-se empurrá-la para uma extremidade do tan-



Figura 4 - Observação do aspecto dos grãos após o corte da coalhada do queijo de coalho



Figura 5 - Observação do ponto final de mexedura no tanque de fabricação do queijo de coalho



Figura 6 - Processo de salga realizado na massa do queijo de coalho

Arquivo EPAMIG-CT/ILCT

que ou colocá-la na drenoprensa. Caso o objetivo seja obter queijos com textura mais fechada, deve-se fazer a pré-prensagem imediatamente. No entanto, para obtenção de uma massa com textura mais aberta, pode-se proceder a trituração da massa a fim de quebrá-la e resfriá-la para, em seguida, fazer a pré-prensagem usando o dobro de peso em relação à quantidade de massa (ou 40-50 lb/pol² em drenoprensa) durante 15 a 20 minutos. A pré-prensagem facilita a enformagem dos queijos e contribui na saída de soro que permanece entre os grãos que formarão a massa de queijo.

Enformagem

Terminada a pré-prensagem, corta-se o bloco de massa e coloca-se, aproximadamente, de 2 kg de massa em fôrmas retangulares com dessoradores ou panos para posterior prensagem.

Prensagem

Os queijos são prensados primeiramente por 30 minutos, com 20 lb/pol² ou com o equivalente a 10 vezes o peso do queijo (20 kg). Em seguida, eles são virados na fôrma e na própria prensa, transferindo os

queijos que ficaram na parte superior para a inferior, e prensa-se novamente por mais 90 minutos com 30 lb/pol². Caso seja manual, prensa-se por cerca de 10 h a 18 h com dez vezes o peso do queijo (20 kg). Ao final da prensagem, os queijos devem ser retirados da prensa e prensados novamente, porém sem dessorador ou pano, durante cerca de 30 minutos com 30 lb/pol² ou 20 vezes o seu peso, para que tenham um acabamento melhor. Na Figura 7 está apresentada a prensagem coletiva manual do queijo de coalho.

Secagem e salga a seco complementar (opcional)

No dia seguinte, passar sal sobre os queijos e mantê-los em câmara fria a 10°C a 12°C (70% a 75% umidade relativa do ar) por mais dois dias. Em seguida retirar o sal por meio da lavagem dos queijos, deixar secar de um dia para o outro e embalar em película plástica termoencolhível. A estabilização do queijo deve prosseguir por mais 3 a 5 dias em câmara a 10°C a 12°C (85% de umidade relativa do ar) para desenvolvimento de sabor. Após este período,



Figura 7 - Prensagem coletiva manual do queijo de coalho

Arquivo EPAMIG-CT/ILCT

os queijos podem ser comercializados ou estocados entre 2°C e 4°C.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em muitas indústrias, o queijo de coalho é fabricado a partir de leite cru, o que torna o consumo deste produto um risco à saúde pública. Vários estudos (BORGES et al., 2003; DUARTE et al., 2005; LIMA et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2005), demonstram que o queijo apresenta-se com alta contagem de microrganismos patogênicos e/ou com toxinas provenientes destes microrganismos. Testes são realizados com o objetivo de obter um produto com as mesmas características do queijo tradicional, entretanto fabricado a partir de leite pasteurizado. O rendimento da fabricação varia entre 8 L/kg e 9 L/kg.

A validade do queijo de coalho varia em função dos cuidados em todas as etapas de fabricação, sendo estabelecido pela maioria das empresas entre 3 meses e 4 meses. Alguns cuidados especiais devem ser tomados quanto à seleção do leite, presença de esporulados e contaminações com coliformes. O uso de leite pasteurizado é fundamental para obtenção de um produto seguro do ponto de vista microbiológico e com um padrão fixo de composição durante todo o ano. O queijo de coalho por ser um produto lácteo com pH alto e prazo

de validade muito estendido, torna-se alvo de diversos problemas microbiológicos como o estufamento, por isso o uso do nitrato de sódio é indicado.

Fermentações na casca do queijo podem ocorrer, o que provoca o estufamento da embalagem e formação de odor semelhante a frutas fermentadas, portanto, cuidados com a higiene devem ser objetos de grande preocupação.

REFERÊNCIAS

BORGES, M. de F.; FEITOSA, T.; NASSU, R. T.; MUNIZ, C. R.; AZEVEDO, E. H. F. de; FIGUEIREDO, E.A.T. de. Microrganismos patogênicos e indicadores em queijo de coalho produzido no estado do Ceará, Brasil. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.21, n.1, p.31-40, jan./jun. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Manteiga da Terra ou Manteiga de Garrafa; Queijo de coalho e Queijo de Manteiga. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 de jul. de 2001. Seção 1, p.13.

DUARTE, D.A.M.; SHUCH, D.M.T.; SANTOS, S.B.; RIBEIRO, A.R.; VASCONCELOS, A.M.M.; SILVA, J.V.D.; MOTA, R.A. Pesquisa de *Listeria monocytogenes* e microrganismos indicadores

higiênico-sanitários em queijo de coalho produzido e comercializado no estado de Pernambuco. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.72, n.3, p.297-302, jul./set. 2005.

FURTADO, M.M. **A arte e a ciência do queijo**. 2.ed. São Paulo: Globo, 1990. 295p.

LIMA, A.F.; FIGUEIREDO, E.A.T. de; GONÇALVES, M.C.; BORGES, M.de F. Incidência de *Staphylococcus* sp. e *Staphylococcus coagulase* positiva em queijos de coalho artesanal e industrial comercializados em Fortaleza, Ceará. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.60, n.345, p.195-198, jul./ago. 2005. Anais do XXII Congresso Nacional de Laticínios.

NASCIMENTO, I.R. do; SANTOS SOBRINHO, D.C. dos; OLIVEIRA, E.C. de; FREITAS, M.S.; ARAGÃO, C.N. Qualidade microbiológica do queijo de coalho submetido a tratamento térmico comercializado em Aracaju/SE. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.60, n.345, p.253-255, jul./ago. 2005. Anais do XXII Congresso Nacional de Laticínios.

PEREZ, R.M. **Perfil sensorial, físico-químico e funcional de queijo de coalho comercializado no município de Campinas, SP**. 2005. 122f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

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





A Fapemig também
apóia o laticínio
mineiro

FAPEMIG

www.fapemig.br

A FAPEMIG financia projetos que buscam a qualidade e a competitividade do setor de laticínios em Minas Gerais. Dessa forma contribui para o desenvolvimento tecnológico do agronegócio, preservando as tradições mineiras.



Queijo Minas artesanal: acompanhamento de características físico-químicas do queijo produzido na região do Serro

Danielle Braga Chelini Pereira¹
Gisela de Magalhães Machado²
Márcia Aparecida Crivellari Porto³
Alcy Laender de Brito⁴

Resumo - Caracterização físico-química do queijo Minas artesanal da região do Serro, MG, quanto às variáveis: teor de proteínas, gordura, cloreto de sódio, acidez e umidade. Os resultados demonstram a singularidade do produto, com base nos coeficientes de variação determinados para as variáveis estudadas. Dessa forma, buscou-se contribuir na definição da identidade deste produto, com vistas à sua preservação, como os estudos microbiológicos promoveram a segurança alimentar.

Palavras-chave: Laticínio. Parâmetro físico-químico. Legislação.

INTRODUÇÃO

O queijo Minas, originário do estado de Minas Gerais, é produzido no Brasil desde o período colonial, implementando procedimentos artesanais desenvolvidos, principalmente na cidade do Serro e na região da Serra da Canastra. Hoje, a produção do queijo Minas artesanal é uma atividade tradicional de vários municípios mineiros e reveste-se de grande importância para a economia e identidade sociocultural do Estado, além de ser a principal atividade geradora de renda de famílias destas regiões.

De acordo com Furtado (1980), o queijo Minas artesanal do Serro possui formato cilíndrico com, aproximadamente, 14 cm de diâmetro e altura entre 4 cm e 6 cm. Possui uma crosta fina e amarelada, quando

o queijo é curado por alguns dias. Internamente, a massa é branca, consistente e apresenta pequenas olhaduras mecânicas. O sabor é acentuadamente mais ácido que o queijo Minas industrial.

A técnica de fabricação do queijo Minas artesanal foi registrada no Livro dos Saberes, em agosto de 2002, como primeiro patrimônio imaterial de Minas Gerais, pelo Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA/MG), instituído pelo Decreto 42.505, de 15/04/2002 (MINAS GERAIS, 2002a).

A Lei 14.185, de 31 de janeiro de 2002 (MINAS GERAIS, 2002b), estabelece que o queijo Minas artesanal é aquele elaborado na propriedade de origem do leite, a partir de leite cru, hígido, integral e recém-

ordenhado, e que utiliza em sua fabricação somente a quimosina pura de bezerro e, no ato da prensagem, apenas o processo manual. O produto final apresenta consistência firme, cor e sabor próprios, massa uniforme e isenção de corantes e conservantes, com ou sem olhaduras mecânicas, conforme a tradição histórica e cultural da região do Estado onde for produzido.

O projeto queijo Minas artesanal foi idealizado pela Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais, que regionalizou a produção artesanal com áreas delimitadas pela Lei 14.185 (MINAS GERAIS, 2002b). Atualmente, quatro regiões são contempladas pelo Programa: Canastra, Serro, Alto Paranaíba e Araxá. No restante do Estado, o

¹Farmacêutica-Bioquímica, M.Sc., Profª/Pesq. EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: danielle@epamig.br

²Engª Alimentos, Profª/Pesq. EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: gisela Machado@yahoo.com.br

³Téc. Laticínios, Analista Laboratório Pesquisa EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: marciaporto@epamig.br

⁴Téc. Química, Analista Laboratório Pesquisa EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: alcylaender@yahoo.com.br

queijo Minas produzido é classificado como padrão. Segundo descrição de Borelli (2006), calcula-se que a participação mineira seja equivalente a 42% do total de produção de queijos sob inspeção federal no Brasil, embora a produção informal seja presumidamente superior. A produção total de queijo Minas artesanal, ainda segundo Borelli (2006), foi estimada em 42,2 mil toneladas por ano, o que representa um terço do total produzido no Estado.

A Portaria do Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) nº 546, de 29 de outubro de 2002 (IMA, 2002), identifica a microrregião do Serro como produtora de queijo Minas artesanal.

O queijo Minas artesanal é produzido desde o século 18 nas regiões da Canastra, Alto Paranaíba, Serro e Araxá. No Estado, existem cerca de 27 mil produtores de queijo artesanal, com uma produção aproximada de 70 mil toneladas por ano. Somente nas regiões da Canastra, Serro, Alto Paranaíba e Araxá, são 10,7 mil produtores. Das queijarias dessas quatro regiões saem, anualmente, 33,5 mil toneladas de queijo (RECURSOS..., 2005).

O objetivo deste estudo foi fazer a caracterização físico-química do queijo Minas artesanal da região do Serro, MG.

MATERIAL E MÉTODO

Foram coletadas amostras de queijos artesanais, aleatoriamente, no município mineiro do Serro, de 25 produtores, durante quatro meses seguidos, de maio a agosto de 2006. As amostras foram submetidas às determinações de proteína, acidez, cloreto de sódio, gordura, Gordura no Extrato Seco (GES) e umidade, segundo os métodos descritos por Pereira et al. (2001). As análises foram realizadas na EPAMIG, no Laboratório de Pesquisa do Centro Tecnológico Instituto de Laticínios Cândido Tostes (CT/ILCT), em Juiz de Fora, MG. Os resultados foram comparados com os valores médios de dois estudos previamente desenvolvidos.

Foi realizada, ainda, uma análise comparativa da qualidade físico-química de

amostras de queijos artesanais de sete produtores, coletadas durante quatro meses consecutivos.

As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico – Statistical Analysis System (SAS) – versão 8.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Lei nº 14.185, de 31 janeiro de 2002 (MINAS GERAIS, 2002b), aprovada pelo Decreto 42.645, de 05 de junho de 2002 (MINAS GERAIS, 2002a), os parâmetros físico-químicos para queijo Minas artesanal incluem: umidade, expressa em base seca, de até 54,9%, negativo para teste de amido e positivo para atividade de fosfatase alcalina.

Das 122 queijarias localizadas na região, que produzem 54,6 toneladas de queijo por mês (BORELLI, 2006), 25 produtores tiveram seus produtos analisados em coletas mensais entre os meses de maio a agosto, o que representou um total de quatro coletas. Entretanto, sete produtores participaram da totalidade de coletas.

Os altos coeficientes de variação encontrados coincidem com outros trabalhos e caracterizam a singularidade do produto (Quadro 1). A variabilidade pode ser explicada, segundo descrição de Machado et al. (2004) para queijos artesanais, pela técnica empregada na fabricação e por fatores ambientais, em especial umidade e temperatura.

O teor de sal observado por Machado et al. (2004) foi superior, o que é condizente com a menor média de acidez. Os teores de gordura e GES observados no presente estudo foram inferiores aos constatados por Machado et al. (2004) e Pinto (2004). Entretanto, o teor de umidade foi semelhante (Quadro 1).

Em função do valor médio do GES, o produto pode ser classificado como queijo gordo, segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos (BRASIL, 1996). Das amostras, 26,67% seriam enquadrados como semigordas. Machado et al. (2004) e Pinto (2004) enquadraram os queijos que avaliaram na mesma classe (Quadro 1).

Quanto à umidade, o queijo pode ser classificado como de alta umidade. Entretanto, 4% das amostras apresentaram umidade acima do limite máximo desta classe, qual seja 54,9%, estabelecido também como limite máximo pela Lei nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002 (MINAS GERAIS, 2002b). Por outro lado, 6,67% apresentaram-se abaixo do limite mínimo de 46%, segundo a classificação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996), sendo considerados como queijos de média umidade.

Foi realizado o acompanhamento dos queijos de sete produtores por quatro meses consecutivos (Quadro 2). Os teores de cloreto de sódio, GES, gordura e umidade

QUADRO 1 - Valores médios e coeficientes de variação (CV) das variáveis estudadas para o queijo Minas artesanal do Serro

Variável	(1)		Machado et al. (2004)		Pinto (2004)	
	Média	CV	Média	CV	Média	CV
Proteína	17,90	10,78	17,06	15,29	22,40	6,19
Acidez	0,88	44,56	0,28	28,18	0,97	12,94
Sal	1,81	19,78	4,39	37,14	1,62	10,68
GES	47,69	8,92	59,44	–	54,48	–
Gordura	24,03	10,56	29,22	11,89	28,21	7,13
Umidade	49,61	5,24	50,84	5,96	48,22	6,36

NOTA: GES- Gordura no extrato seco.

(1) Queijos de 25 produtores analisados em até quatro coletas entre os meses de maio a agosto de 2006, no Laboratório de Análises Físico-químicas e Microbiológicas da EPAMIG-CT/ILCT.

QUADRO 2 - Valores médios das variáveis estudadas em queijos de sete produtores em quatro meses consecutivos

Valores (%)	Proteína	Acidez	Sal	GES	Gordura	Umidade
Mai 2006	15,30	0,47	1,76	49,25	25,50	48,07
Junho 2006	18,67	0,59	1,86	49,03	24,07	50,82
Julho 2006	17,59	1,11	1,75	48,95	24,29	50,36
Agosto 2006	19,44	1,10	1,50	46,81	24,16	48,50

NOTA: GES - Gordura no extrato seco.

não apresentaram diferença significativa a 5% ao longo dos meses de análise pelo teste Tukey. Proteína e acidez apresentaram uma diferença significativa a 5%. Para proteína, observou-se que o queijo coletado em agosto apresentou um valor significativamente superior ao coletado no mês de maio. A acidez aumentou praticamente duas vezes, ao comparar os meses de maio e junho com os meses de julho e agosto.

CONCLUSÃO

O queijo Minas artesanal do Serro é o resultado da integração de diversos fatores ambientais, socioculturais e econômicos. Dessa forma, já eram esperados valores diferentes para as diversas variáveis físico-químicas dos queijos, embora não seja ideal que as faixas de variação sejam muito amplas, por motivos de mercado e de preservação da identidade do produto. Verificou-se, por meio desta pesquisa, a necessidade da realização de trabalhos junto aos produtores com o objetivo de buscar a padronização dos queijos artesanais.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem o apoio da Associação para Gestão de Projetos de Fortalecimento das Economias Rurais e Desenvolvimento Territorial (Agrifert) nas pessoas de Lílian Haas e dos técnicos, em especial a Luciana Rapini, pelo fornecimento das amostras e custeio das análises. Agradecem também a Ana Clarissa S. Pires, Fernando A. R. Magalhães e Denise Sobral pelas valiosas colaborações nas análises estatísticas.

REFERÊNCIAS

- BORELLI, B. M. **Dossiê técnico**: melhoria da qualidade do queijo Minas artesanal. Belo Horizonte: CETEC, 2006. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/upload/dossies/sbrt-dossie33.pdf?PHPSESSID=fb34ee09ff18f37ac3e4991be9a413c>. Acesso em: 22 fev. 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº146, 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. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=vizualizar&id=1218>. Acesso em: 24 fev. 2007.
- FURTADO, M.M. Queijo do Serro: tradição na história do povo mineiro. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.35, n.210, p.33-36, jul./ago. 1980.
- IMA. Portaria nº 546, de 29 de outubro de 2002. Identifica a micro região do Serro. **Minas Gerais**, Belo Horizonte, [30 out. 2002]. Disponível em: <http://www.ima.mg.gov.br/site_ima/legislacao/portarias_pdf/0546.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2007.
- MACHADO, E.C.; FERREIRA, C.L.L.F.; FONSECA, L.M.; SOARES, F.M.; PEREIRA JUNIOR, F.N. Características físico-químicas e sensoriais do queijo Minas artesanal produzido na região do Serro, Minas Gerais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.4, p.516-521, out./dez. 2004. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/cta/v24n4/a06v24n4.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2007.

MINAS GERAIS. Decreto nº 42.645, de 5 de junho de 2002. Aprova o regulamento da Lei nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002, que dispõe sobre o processo de produção de queijo Minas artesanal. **Minas Gerais**, Diário do Executivo, Belo Horizonte, 6 jun. 2002a. p.18., c.1. Disponível em: <http://hera.almg.gov.br/cgi-bin/nph-brs?d=NJMG&p=1&u=http://www.almg.gov.br/njmg/chama_pesquisa.asp&l=20&r=1&f=G&SECT1=IMAGE &SECT3=PLUROFF&SECT6=HITIMG&SECT7=LINKON&SECT8=DIRINJMG&SECT9=TODODOC&co1=E&co2=E&co3=E&s1=Decreto&s2=42645&s3=2002&s4=>. Acesso em: 22 fev. 2007.

_____. Lei nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002. Dispõe sobre o processo de produção do queijo Minas artesanal e dá outras providências. **Minas Gerais**, Diário do Executivo, Belo Horizonte, 1 fev. 2002b. p.3, c.2. Disponível em: <http://hera.almg.gov.br/cgi-bin/nph-brs?d=NJMG&p=1&u=http://www.almg.gov.br/njmg/chama_pesquisa.asp&l=20&r=18f=G&SECT6=HITIMG&SECT7=LINKON &SECT8=DIRINJMG&SECT9=TODO DOC&co1=E&co2=E&co3=E&s1=Lei&s2=14185 &s3=2002&s4=>. Acesso em: 22 fev. 2007.

PEREIRA, D.B.C.; SILVA, P.H.F. de; COSTA JÚNIOR, L.C.G.; OLIVEIRA, L.L. de. **Físico-química do leite e derivados**: métodos analíticos. 2.ed. Juiz de Fora: Templo, 2001. 234p.

PINTO, M.S. **Diagnóstico sócio econômico, cultural e avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos do queijo minas artesanal do Serro**. 2004. 134f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

RECURSOS modernizam produção do queijo artesanal mineiro. **Página Rural**, 2005. Disponível em: <http://www.paginarural.com.br/noticias_detalhes.asp?subcategoriaid=38&id=26938>. Acesso em: 22 fev. 2007.

Tecnologia para a fabricação de doce de leite

Ítalo Tuler Perrone¹

Resumo - O doce de leite é um dos principais produtos lácteos, concentrados por ação do calor, produzido em indústrias de laticínios. Pode ser fabricado sob quatro tecnologias fundamentais: artesanal, em tachos por batelada, em tachos de forma contínua, em evaporadores a vácuo e tacho. Os principais pontos em comum a todos esses processos são as modificações físico-químicas geradas pelo aquecimento e que acarretam nas características sensoriais, de textura e de cor desejadas no produto final. O principal problema associado à tecnologia de fabricação é a cristalização da lactose, a qual limita a validade do produto e sua aplicação.

Palavras-chave: Laticínio. Processo. Evaporação. Cristalização.

INTRODUÇÃO

Dentre os principais produtos lácteos concentrados, o doce de leite é um derivado que apresenta um grande consumo no Brasil e em alguns países sul-americanos como Argentina, Chile e Uruguai. Assim como o leite condensado, leite evaporado, leite em pó e soro em pó, o doce de leite também sofre o processo de evaporação, o qual consiste na retirada de água do leite, à pressão atmosférica ou reduzida, por meio da troca de calor com vapor indireto. Esse processo é utilizado com a finalidade de melhorar a conservação e a palatabilidade do produto, o que reduz custos com transporte, armazenamento e estocagem, tornando-o mais atraente para o consumidor.

O doce de leite é o principal produto lácteo concentrado por ação do calor, produzido por pequenas e médias indústrias de laticínios. O potencial de exportação desse produto é muito grande, pois os Estados Unidos e a Europa não o produzem. Os inconvenientes da exportação são a resistência dos mercados externos a sobremesas lácteas muito doces, a falta de pa-

dronização da tecnologia, associada principalmente a problemas que ocorrem durante o armazenamento, e a falta de variedade dessa sobremesa. A grande dificuldade para a conservação do doce de leite reside na manutenção da textura fina, característica de um bom produto, sem a presença de arenosidade, causada por grandes cristais de lactose que se formam lentamente durante o armazenamento. As soluções apontadas são, muitas vezes, de difícil aplicação ou inviáveis à maioria das indústrias.

CONSUMO NO BRASIL

Dados sobre a produção de doce de leite no Brasil são escassos, o que impossibilita determinar a quantidade total produzida e consumida. Estima-se que a produção de doce de leite represente, aproximadamente, 0,6% da quantidade total de produtos em um laticínio.

O estado de Minas Gerais, responsável por um terço da produção nacional de leite, possui o maior parque industrial de laticínios do País com 34,4% do total das empresas. Detém, aproximadamente, 50% da produção brasileira de doce de leite e destaca-

se como o principal produtor brasileiro.

Apesar de existir um mercado potencial para o consumo de doce de leite, alguns fatores são limitantes como necessidade da existência de centros urbanos de médio e grande porte, pequena capacidade de produção das indústrias, concorrência acirrada, não-padronização do produto e variação do preço de atacado.

TECNOLOGIA DE FABRICAÇÃO

O doce de leite pode ser produzido por meio de quatro técnicas de fabricação:

- a) artesanal;
- b) em tachos por batelada;
- c) em tachos de forma contínua;
- d) em evaporadores a vácuo e tacho.

Serão descritos os três últimos processos de fabricação do doce produzido no País.

A tecnologia de fabricação do doce de leite consiste na evaporação da água por aplicação indireta de calor em equipamentos denominados evaporadores ou, mais comumente, tacho (Fig. 1).

¹Químico, M.Sc., Pesq. EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: italo.perrone@epamig.br

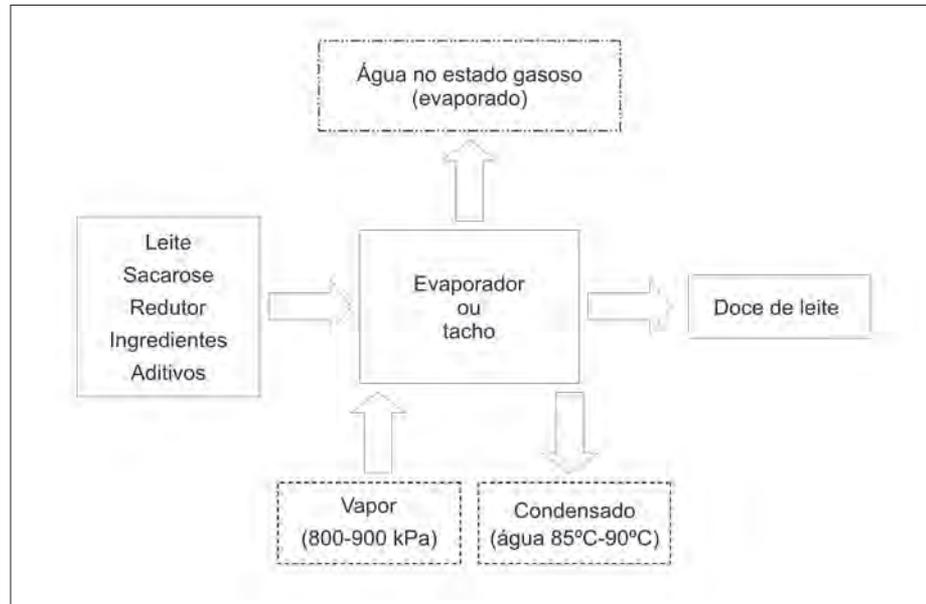


Figura 1- Esquema do processo de fabricação do doce de leite

A mistura do leite com sacarose e demais ingredientes e aditivos é denominada calda. Esta é submetida à evaporação contínua da água por meio da troca indireta de calor, com vapor oriundo de caldeiras, com pressão entre 800 kPa e 900 kPa. O vapor empregado no processo é transformado em condensado de vapor, água a 85°C a 90°C, e a quantificação deste determina a massa total de vapor empregada 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. Dessa forma, necessita-se, no equipamen-

to de fabricação, de um exaustor para retirada do evaporado.

Durante a evaporação ocorre a constante agitação da calda por meio de agitadores mecânicos a uma velocidade de 72 rpm a 80 rpm, o que é fundamental para minimizar a formação de depósitos na parede do equipamento trocador de calor.

O tempo de processo pode variar de 30 minutos a 4 horas, de acordo com a relação entre a área de troca de calor e o volume de leite e da pressão de vapor utilizada.

O aquecimento prolongado do leite e a concentração dos sólidos induzem a uma série de modificações físico-químicas (Quadro 1).

As modificações produzidas pelo ca-

lor e concentração irão caracterizar o doce de leite e podem ser a causa de muitos defeitos. A redução do pH, a aproximação das micelas de caseína, a redução da força iônica do meio e a alta temperatura irão desestabilizar as proteínas e podem acarretar a precipitação do produto. São usadas substâncias redutoras de acidez e/ou estabilizantes, para evitar ou minimizar a ocorrência de precipitação no doce e, dessa forma, obter um doce liso. O redutor de acidez mais usado é o bicarbonato de sódio, e o estabilizante é o citrato de sódio. A quantidade de redutor de acidez a ser usada depende da estabilidade térmica do leite, da temperatura, do tempo de concentração e da coloração final desejada, pois em valores de pH alcalino a formação de polímeros escuros é mais intensa. Calcula-se a quantidade de bicarbonato de sódio, com 100% de pureza, por meio da fórmula:

$$\text{Massa de bicarbonato} = \frac{\text{volume de leite} \times \text{graus Dornic a reduzir}}{0,09333}$$

Na Figura 2, são apresentadas as diferenças de composição do doce de leite em pasta e em barra.

O doce de leite pode ser obtido na forma de pasta ou em barra. Os processos de obtenção diferem na quantidade de sacarose usada e na determinação do ponto final.

QUADRO 1 - Principais modificações do leite em função do aquecimento e da concentração de sólidos

Modificação do leite	Consequência
Redução da atividade de água	Maior conservação do produto
Mudança no equilíbrio salino	Redução do pH, alteração na força iônica
Degradação da molécula de lactose e formação de ácidos orgânicos	Redução do pH
Desnaturação de proteínas e associação entre suas frações	Aumento da estabilidade térmica, aumento da viscosidade
Saturação da lactose e da sacarose na solução	Cristalização
Reação de Maillard	Escurecimento e formação de compostos antioxidantes

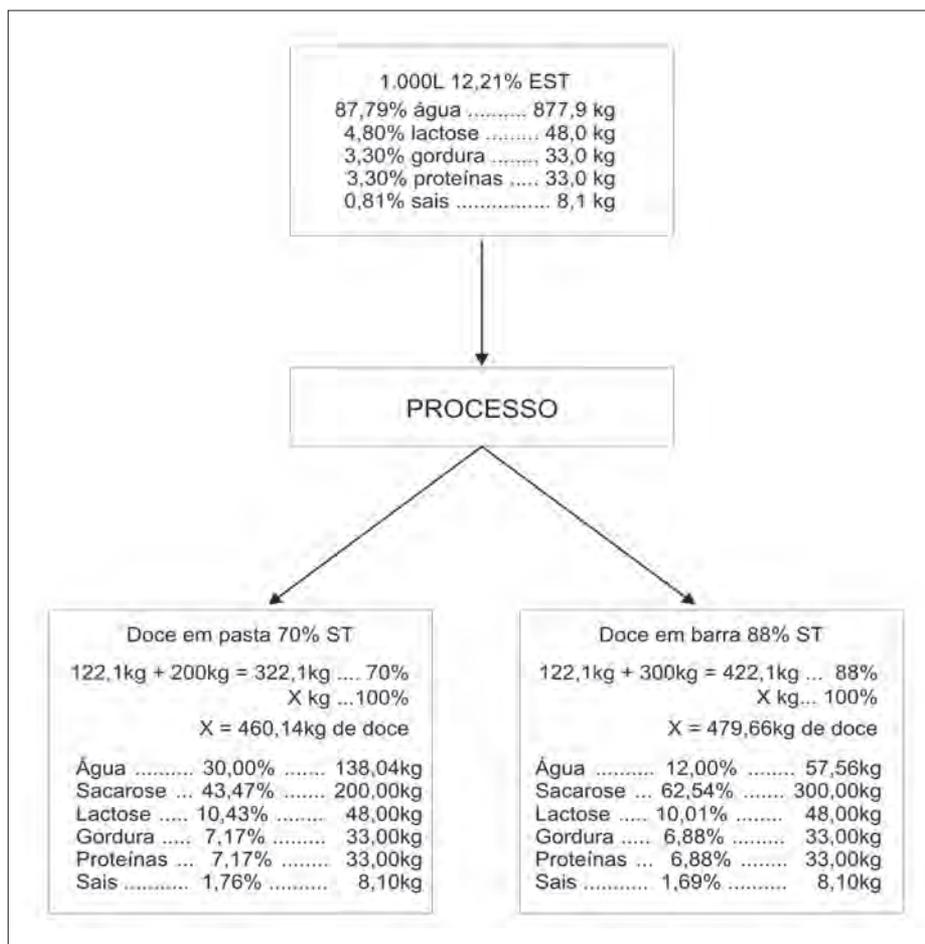


Figura 2 - Diferença de composição dos doces de leite em pasta e em barra
 NOTA: EST - Extrato seco total; ST - Sólidos totais.

O tempo de fabricação é determinante para as características do produto final, considerando que a cor, o sabor e, em especial, a viscosidade do doce de leite estão diretamente ligados ao tempo de processamento. Doces produzidos em um tempo muito curto apresentam coloração clara, sabor menos acentuado e baixa viscosidade.

Os teores de sacarose e lactose na solução do doce de leite em barra são mais altos do que no doce em pasta, sendo aquele mais suscetível à cristalização. Esta cris-

talização é necessária, para que o doce em barra tenha as características desejadas de textura e corte. Para isso, é submetido ao processo de cristalização controlada ou bateção. Nesse processo, o doce é submetido a uma intensa agitação, ao mesmo tempo em que é resfriado lentamente, o que o induz à formação de inúmeros cristais de lactose e sacarose, promovendo a textura do produto.

A quantidade de doce de leite obtida em um processo é determinada empregando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Massa de doce} = \frac{(\text{massa de sólidos lácticos} + \text{massa de açúcar})}{(\text{teor de sólidos totais no doce de leite})}$$

Quanto maior o extrato seco do leite e a quantidade de açúcar empregada, maior a quantidade de produto final. Esse raciocínio é limitado pela quantidade máxima de sacarose permitida pela legislação, que é de 30% sobre o volume de leite.

Na produção do doce de leite é permitido o uso de vários aditivos e ingredientes. Entre estes a glicose, o amido e a lactase. O emprego de glicose justifica-se para a obtenção de um doce de leite com mais brilho, sabor mais suave e viscosidade ligeiramente superior. Estas três características são definidas como paladar fino. O amido é usado como espessante e pode acarretar um aumento no rendimento, redução da formação de cristais perceptíveis ao paladar e ainda ser usado como agente de corpo, para facilitar a evaporação. Quando usado de forma incorreta pode reduzir o tempo de fabricação e ocasionar defeitos tecnológicos no produto final.

O trocador de calor mais empregado na fabricação do doce de leite é o tacho, caracterizado por possuir uma camisa interna em aço inox e uma camisa externa para a entrada do vapor. A capacidade de trabalho de um tacho varia de 25 L a 1.000 L de leite. Na Figura 3, estão ilustrados o desenho e as principais partes desse equipamento.

Em muitos casos a evaporação ocorre com a adição de toda a quantidade de leite e açúcar no início da fabricação. Porém, em algumas fábricas, parte do leite e do açúcar é adicionada no início do processo e o restante é colocado aos poucos durante o desenvolvimento deste. Esse método conhecido como fabricação em tacho de forma contínua permite processar uma quantidade de leite superior à capacidade nominal do tacho, como ilustrado na Figura 4.

O doce de leite pode ser obtido pelo emprego de evaporadores a vácuo e tacho (Fig. 5). O evaporador a vácuo reduz de forma considerável o consumo de vapor na indústria, além de aumentar notavelmente a capacidade de produção. Enquanto um tacho aberto consome, aproximadamente, 1,1 kg a 1,3 kg de vapor, para evaporar

1,0 kg de água do leite, um evaporador pode gastar apenas 0,1 kg a 0,3 kg, para evaporar a mesma quantidade de água. A desvantagem do evaporador a vácuo é que este não pode ser empregado como único equipamento para a produção do doce de

leite, já que não possibilita as modificações físico-químicas necessárias no leite. Desta forma, o leite associado com o açúcar é concentrado a vácuo para uma concentração de sólidos de 62°Brix a 66°Brix. Essa calda é, posteriormente, concentrada no tacho

por mais 20 a 40 minutos, de forma que possa adquirir as características de viscosidade e de cor desejadas no doce de leite.

DEFEITOS DO DOCE DE LEITE E PREVENÇÃO

Durante a concentração, várias mudanças físicas e químicas ocorrem. Dentre estas, algumas podem conferir ao doce características indesejáveis, o que implica em descaracterização do produto final. A principal característica indesejável no doce de leite é a arenosidade, resultante da presença de cristais grandes de lactose formados durante o período de estocagem e comercialização do produto. O aparecimento desses cristais deve-se à concentração da lactose presente no produto e sua consequente saturação.

Diversos recursos podem ser empregados para que esse defeito possa ser controlado ou até mesmo evitado durante o armazenamento do produto, dentre os quais o emprego de lactase, glicose, caseinatos, amidos e o processo de microcristalização.

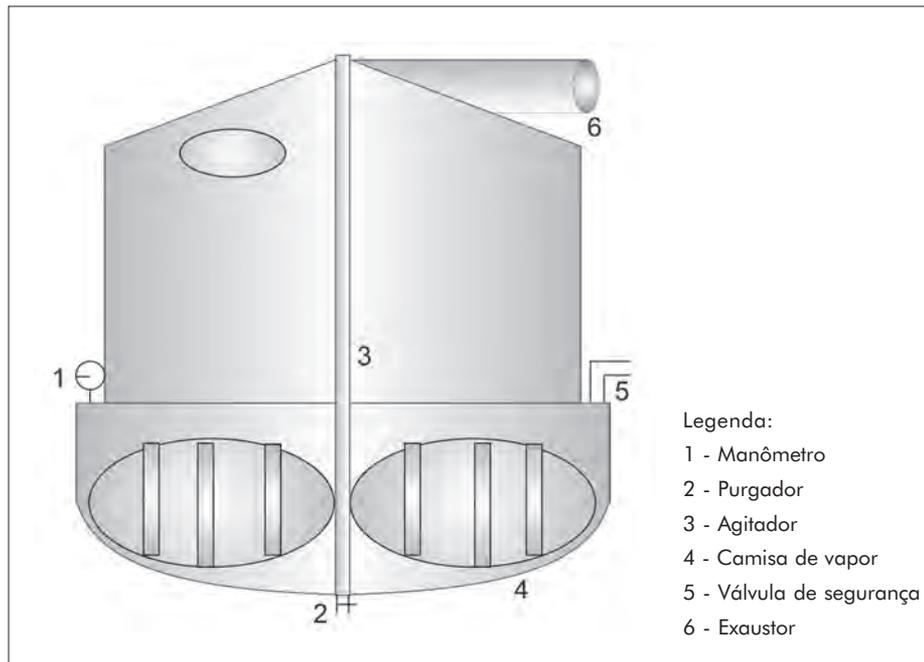


Figura 3 - Esquema de um tacho de fabricação de doce de leite

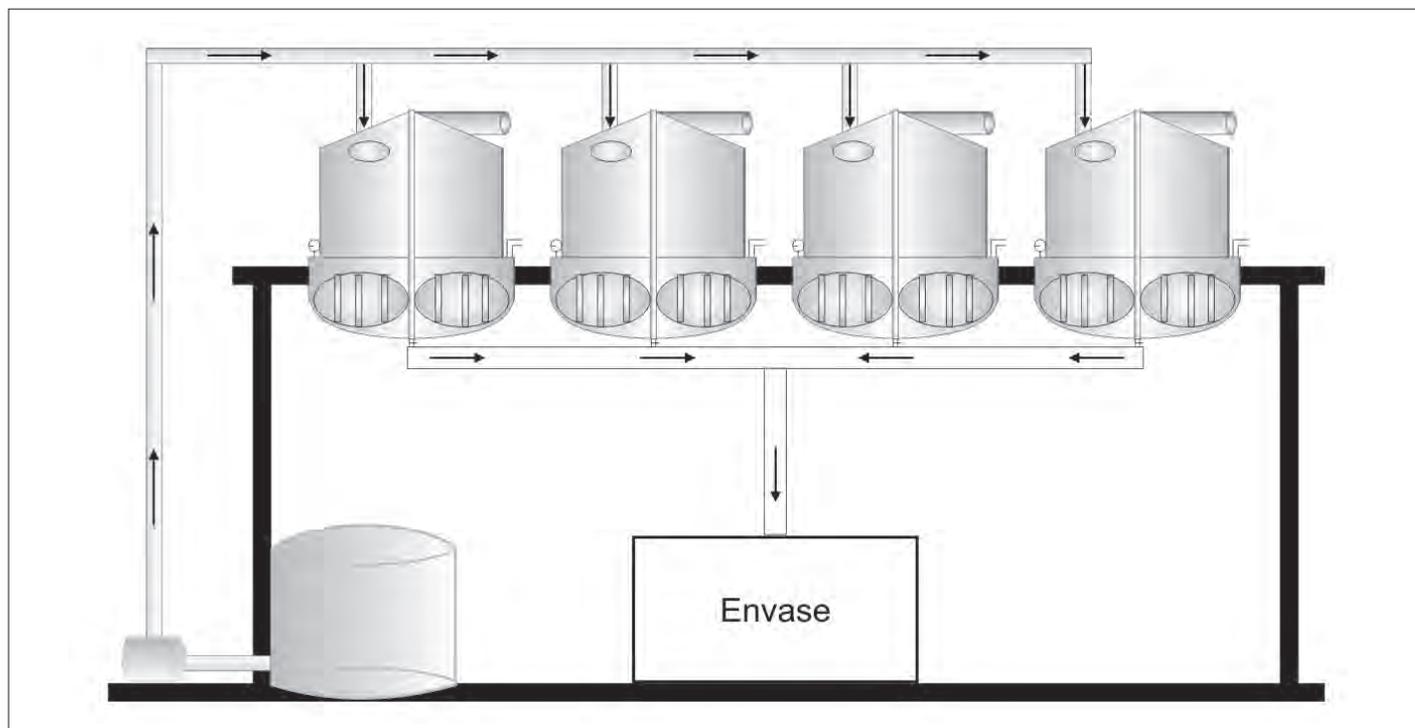


Figura 4 - Fabricação de doce de leite em tacho de forma contínua

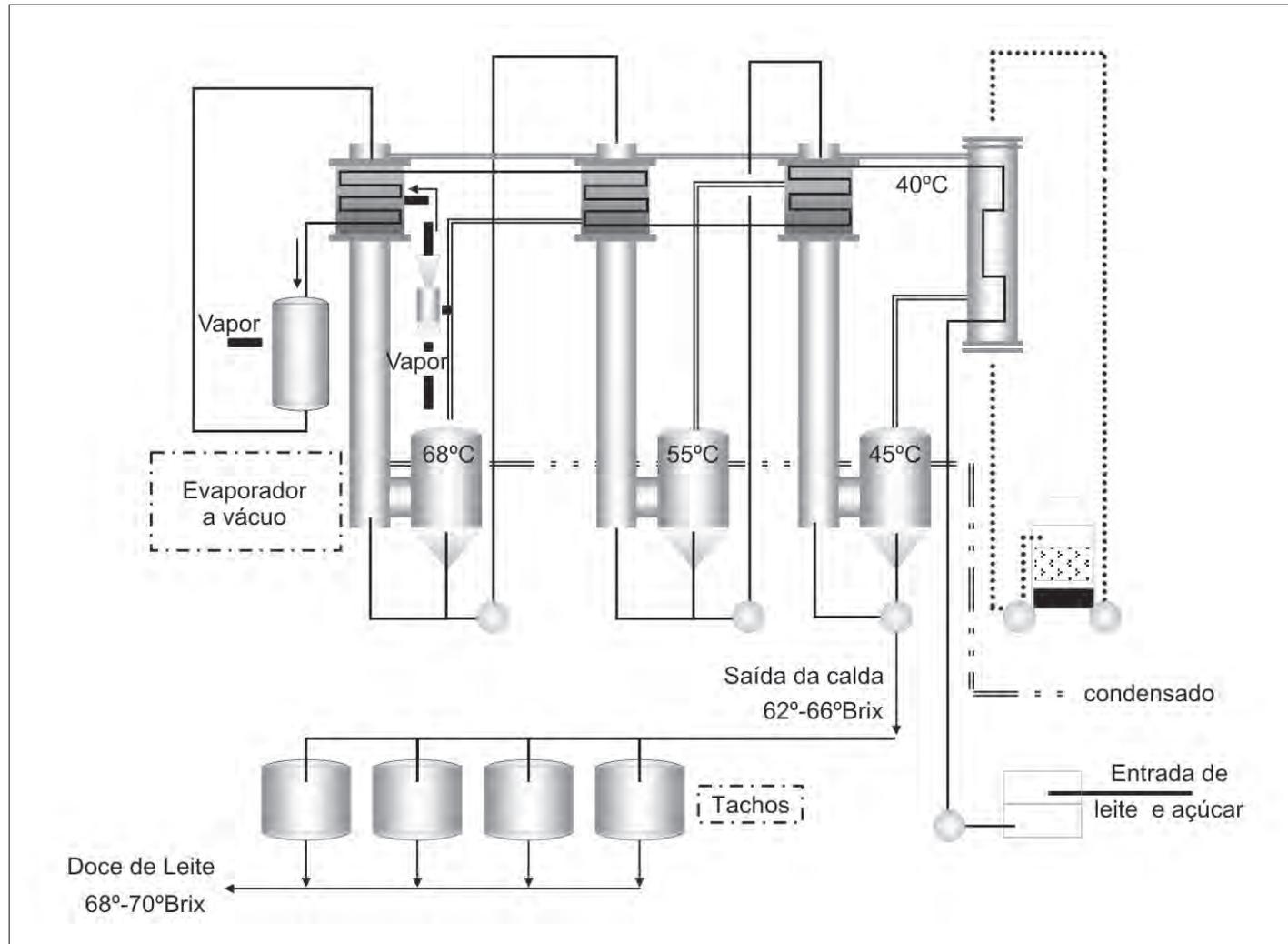


Figura 5 - Processo de produção em evaporador e tacho

Lactose

O uso da enzima lactase ou β -D-galactosidase apresenta um importante papel tecnológico, uma vez que sua ação sobre seu substrato principal, a lactose, promove a ruptura da ligação glicosídica e a conseqüente liberação de dois monossacarídeos com características muito distintas daquelas do açúcar de origem, isto é, maior solubilidade em água, maior poder edulcorante, além de serem diretamente fermentados e imediatamente absorvidos no intestino. Essas características podem implicar em algumas mudanças desejáveis durante o processo de fabricação do doce de leite.

Por meio da obtenção de açúcares mais solúveis com a hidrólise da lactose, o que

implica na diminuição da concentração desse açúcar no meio, pode-se controlar ou até mesmo evitar o surgimento de cristais perceptíveis de lactose durante seu armazenamento prolongado.

Para a fabricação do doce de leite com o uso de lactase é necessária sua adição ao leite pasteurizado e refrigerado e um controle constante da variação do índice crioscópico do leite, analisando-se, indiretamente, o percentual de hidrólise da lactose.

O controle rigoroso da concentração de lactose adicionada, do índice crioscópico e do percentual de hidrólise é indispensável, uma vez que essas variáveis são proporcionais ao prazo de validade desejado, ou seja, ao tempo para que o produto

não apresente cristais de lactose perceptíveis ao paladar do consumidor.

O leite hidrolisado deve ser submetido a um tratamento térmico, para que a enzima adicionada possa ser inativada e, assim, cessar o processo de hidrólise.

O uso da β -D-galactosidase apresenta grandes vantagens para a produção de doce de leite, mas atenção especial deve ser dada a algumas modificações que serão evidenciadas em decorrência da hidrólise, da intensificação da Reação de Maillard, do aumento ligeiro da viscosidade e do sabor adocicado do produto. Estas são as principais mudanças observadas e que devem ser levadas em consideração durante a fabricação do doce de leite.

Porém, quando todas as variáveis são

analisadas, o uso de pequenas doses da enzima com percentuais adequados de hidrólise implica na obtenção de um produto padronizado e com um longo período de vida útil.

Glicose

A glicose é um monossacarídeo de menor poder edulcorante, comparado à sacarose. É um açúcar redutor e apresenta grande facilidade de hidratação, ou seja, alta solubilidade. Esse monossacarídeo pode ser usado na fabricação de doce de leite como um agente que irá interferir diretamente na formação dos cristais, de seu desenvolvimento e crescimento.

A glicose, ao ser adicionada no final da fabricação, possui a capacidade de formar um complexo de proteína – dextrose, o qual é altamente hidratado. Esta alta hidratação implica em aumento da viscosidade do produto e interfere de forma negativa na formação de cristais perceptíveis ao paladar.

Com o aumento da viscosidade há maior dificuldade de um encontro entre moléculas de lactose liberadas da fase solúvel, para realizar ligações soluto-soluto e é este encontro das moléculas que proporciona o crescimento dos cristais que os torna perceptíveis.

A glicose então é usada na fabricação de doce de leite com o intuito de aumentar a viscosidade do meio e, com isso, evitar o crescimento dos cristais em função da dificuldade de movimentação das moléculas de lactose.

Porém, ao se utilizar a glicose como uma ferramenta de processo deve-se estar atento a algumas variantes que deverão ser levadas em consideração:

- usar proporções menores de bicarbonato de sódio, uma vez que a glicose oferece grande capacidade de realizar a Reação de Maillard, por ser um monossacarídeo, o que pode tornar o produto mais escuro e, assim, descaracterizá-lo;
- adicionar a glicose em solução com água morna para facilitar sua disso-

lução no final da fabricação e prevenir o escurecimento excessivo do produto.

Além disso, o doce de leite adquire características sensoriais e físicas mais agradáveis ao paladar do consumidor, denominado por alguns de paladar fino, o que é caracterizado por três fatores:

- sabor mais suave;
- brilho intenso;
- produto aveludado com maior viscosidade e sem percepção de cristais.

Amido

O amido é um polissacarídeo não redutor composto basicamente de moléculas de glicose em ligações α 1-4, principalmente.

O amido pode apresentar duas cadeias distintas de glicose: amilose e amilopectina. A amilose é caracterizada por apresentar somente ligações α 1-4, e a amilopectina é caracterizada por apresentar ligações α 1-4 e α 1-6 entre as moléculas de glicose, portanto, há ramificações nessa cadeia.

Esses dois tipos de cadeia caracterizam a qualidade do amido a ser empregado na fabricação, pois são elas que irão indicar se haverá uma boa absorção de água do produto sem que ocorram problemas posteriores. As cadeias de amilose e de amilopectina tendem a interligar-se e a formar a estrutura do amido. Porém, a amilose, por não apresentar ramificações, tende a unir-se com maior intensidade umas com as outras.

A amilopectina também apresenta ligações entre suas cadeias, porém, por apresentar ramificações, estas cadeias apresentam-se mais afastadas umas das outras. Essa presença ou não de ramificações indica se ocorrerá com maior ou menor intensidade retrogradação do amido e a conseqüente sinérese.

Durante a adição do amido ao produto, que deve ser a quente, sua cadeia tende

a realizar ligações de hidrogênio com a água presente no produto e, dessa forma, aprisiona a água e aumenta de volume. Com o resfriamento posterior do produto as cadeias de amilose tendem a se juntar novamente e, assim, ocorre a expulsão de grande parte da água anteriormente aprisionada. Esse processo de ruptura das ligações de hidrogênio e da reorganização da estrutura do amido é denominada retrogradação, que se apresenta como maior conseqüência à expulsão de água ou sinérese, e causa a aversão do produto pelos consumidores.

Estes problemas tornam-se menos intensos, quando o amido apresenta um maior número de cadeias de amilopectina. Após o resfriamento essas cadeias tenderão também a ligarem-se umas às outras, o que desfaz as ligações de hidrogênio, porém, como há ramificações presentes, haverá um impedimento espacial de junção destas, o que implicará em menor ou quase nenhuma expulsão de água (sinérese).

Portanto, para obter um produto de boa qualidade durante todo o prazo de validade o amido a ser empregado deve conter uma maior proporção de amilopectina, comparado à amilose, o que previne problemas posteriores durante o armazenamento e a comercialização do produto.

O amido pode ser empregado na fabricação de doce de leite, pois, ao absorver água do meio, tende a aumentar a viscosidade deste, o que dificulta a cinética dos cristais e o seu conseqüente crescimento. Entretanto, o uso inadequado do amido pode gerar alterações físicas e sensoriais do produto e, assim, descaracterizá-lo.

Além do aumento da viscosidade do produto em função da sua capacidade de hidratação, o amido também auxilia no aumento do rendimento e oferece uma textura mais consistente, quando utilizado em proporções legais.

Caseinatos

Os caseinatos são substâncias originadas a partir da concentração do leite e posterior extração da fração caseínica, principal-

mente. O caseinato comercial apresenta-se na forma de sólido, possui características tensoativas, é muito solúvel em água e apresenta alta capacidade de absorção e retenção de água e pode atingir uma proporção de 3:1 água:caseinato.

Em geral, o caseinato mais usado é o de sódio, amplamente empregado na indústria láctea como estabilizante de processo.

Além de uma alta solubilidade em água e grande capacidade de retenção de água, os caseinatos apresentam um pH alcalino, em geral entre 7,1 e 7,3. Portanto, sua aplicação na fabricação de doce de leite dispensa a neutralização da acidez do leite com bicarbonato de sódio, se isto ocorrer irá intensificar a Reação de Maillard e descharacterizar o produto.

Durante a fabricação, a solução de caseinato de sódio e água é adicionada ao leite antes de sua concentração.

Os caseinatos têm como princípio de ação a capacidade de reter grande quantidade de água em função de diversos fatores, um deles é a formação do complexo proteína-dextrose, o qual é altamente hidratado. Essa capacidade de absorção e retenção de água implica em um aumento da viscosidade do produto, fato que irá impedir a difusão da lactose no meio e diminuir, portanto, as chances de formação de cristais grandes e perceptíveis. Além do aumento da viscosidade, a retenção de água no produto implica na diminuição da concentração de lactose no meio, o que impede ou dificulta sua supersaturação e conseqüente cristalização.

Além disso, por se tratar de uma substância rica em proteína apresenta grande capacidade de associar-se à lactose presente, o que facilita e otimiza a Reação de Maillard.

Quanto mais alto o pH e mais longo o tempo de exposição, mais escuro será o doce, em função da intensificação da Reação de Maillard, o que implica em menor tendência à cristalização, pois haverá um maior número de moléculas de lactose que participam da reação.

Microcristalização

A microcristalização ou cristalização forçada é um processo utilizado nas indústrias de concentrados e desidratados de produtos lácteos, a fim de minimizar os problemas adquiridos por meio da concentração do leite, os quais implicam em uma grande tendência do açúcar presente, a lactose, em cristalizar-se, por apresentar baixa solubilidade.

A microcristalização é mais comum em lácteos concentrados de baixa viscosidade como o leite condensado, porém pode ocorrer também em doce de leite, com um espaço de tempo maior.

Durante o armazenamento e comercialização do produto, o processo de cristalização é progressivo, porém sem qualquer controle, o que implica na obtenção de poucos cristais de tamanhos variados e, em geral, perceptíveis ao paladar, tornando-se, portanto, um defeito no produto.

O processo de microcristalização tem como base submeter o produto a uma cristalização do açúcar presente, a lactose. Esta cristalização, porém, diferencia-se da que ocorre durante toda a vida útil do produto, pois é adquirida ainda dentro da indústria por meio de rigorosos controles, que irão proporcionar a obtenção de inúmeros cristais de pequeno tamanho, imperceptíveis ao paladar do consumidor.

Esse processo é utilizado principalmente na tecnologia de leite condensado, por ser um produto de viscosidade relativamente baixa e necessita, portanto, de um processo que interfira na formação e crescimento dos cristais, o que possibilita sua comercialização por um longo tempo.

A cristalização em doce de leite é inevitável e este defeito é o principal fator que determina a vida útil do produto. Com base nesse conhecimento muitas empresas utilizam o processo de microcristalização, o que minimiza o defeito e oferece um maior prazo de validade ao produto.

Alguns fatores devem ser respeitados para que o processo seja alcançado com sucesso:

- a) saturação da solução: para que a cristalização forçada ou microcristalização ocorra é necessário que a solução de lactose esteja no seu ponto de saturação. Somente assim ocorrerá a formação de ligações soluto-soluto altamente estáveis, as quais darão origem a formas mais organizadas, os cristais. Esse ponto de saturação é atingido ao submeter o leite a um processo de concentração, quando o solvente da lactose, a água, torna-se incapaz de manter-se em solução, forçando sua saturação;
- b) resfriamento do produto: a redução da temperatura do produto é essencial, uma vez que irá facilitar a saturação da solução. Porém, deve-se fixar uma temperatura ideal de microcristalização, a qual não deverá proporcionar um ganho significativo de viscosidade, o que poderá dificultar o processo;
- c) presença de núcleos de cristalização/semear: faz-se necessária a adição de núcleos, de cristalização os quais servirão de base para a formação dos cristais. Quanto maior o número de núcleos maior será o número de cristais formado e, em conseqüência, menor será o tamanho destes. O procedimento de semear consiste em distribuir os núcleos de cristalização, em geral lactose em pó no meio, o que oferece o suporte necessário para o surgimento de cristais desejáveis;
- d) agitação: é uma etapa importante e deve ocorrer durante todo o processo de microcristalização, pois implicará em uma melhor distribuição dos núcleos de cristalização e em um encontro mais homogêneo das moléculas de lactose com esses núcleos, o que possibilita a formação de muitos cristais, porém pequenos e imperceptíveis ao paladar;
- e) viscosidade: a viscosidade do produto, como foi citada, não deverá ser

muito alta, pois dificultará o encontro das moléculas de lactose do produto com os núcleos de cristalização, o que, em conseqüência, dificulta a formação de inúmeros cristais de tamanho pequeno.

Em leite condensado esse processo ocorre a, aproximadamente, 30°C, temperatura que permite uma boa viscosidade e saturação da solução. Porém, no doce de leite não há a possibilidade de atingir uma temperatura tão baixa, uma vez que o produto irá apresentar alta viscosidade além de problemas de contaminação durante o envase. Assim, uma temperatura ideal para que ocorra microcristalização em doce de leite é de, aproximadamente, 38°C, segundo literaturas recentes.

Um agravante em realizar a microcristalização em doce de leite é que, na maioria das indústrias, os equipamentos são muito ultrapassados e não há como controlar variáveis como temperatura e agitação, na fabricação de leite condensado ou doce de leite por processo contínuo.

PADRÕES DE IDENTIDADE E QUALIDADE

Os padrões de identidade e qualidade do doce de leite são integrantes do Regulamento Técnico Mercosul para Fixação de Identidade e Qualidade de Doce de Leite (MERCOSUL, 1996).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia de fabricação do doce de leite varia muito de acordo com a capacidade de produção de cada indústria, que pode ser de poucos litros a 30 mil litros por dia. É um produto tradicionalmente produzido na Argentina, Brasil, Chile e Uruguai. Apresenta no Brasil grande variação, não só quanto à composição físico-química, mas também quanto a cor, textura, validade e ingredientes usados. Possui a cristalização da lactose como o principal defeito de fabricação, o que limita a validade e a aplicação do produto.

REFERÊNCIA

MERCOSUL. Grupo Mercado Comum. Resolução nº 137, de 13 de dezembro de 1996. Aprovar o Regulamento Técnico MERCOSUL de Identidade e Qualidade de Doce de Leite, que figura em Anexo e forma parte da presente Resolução. Disponível em: <<http://www.ins.gov.py/bvsleg/alimentos/legislacion/mercosur/96137.doc>>. Acesso em: 4 fev.2007.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BOLANOWSKI, J. P. Controlled crystallization: key to product quality. **Food Engineering**, Philadelphia, v.37, n.12, p.56-60, Dec. 1965.

HAASE, G.; NICKERSON, T.A. Kinetic reactions of alpha and beta lactose: crystallization. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.49, n.4, p.757-761, Apr. 1966.

HARTEL, R.W. Controlling sugar crystallization in food products. **Food Technology**, Chicago, v.47, n.11, p.99-107, Nov. 1993.

_____; LIANG, B. Formation and growth phenomena of lactose nuclei under contact nucleation conditions. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72, n.11, p.2906-2915, Nov. 1989.

HOLSINGER, V.H. Physical and chemical properties of lactose. In: FOX, P.F. (Ed.). **Advanced dairy chemistry: lactose, water, salts and vitamins**. 2.ed. London: Chapman & Hall, 1997. v.3, p.1-38.

HOSKEN, F. S. Doce de leite: durabilidade e cristalização. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.24, n.147, p.10-17, nov./dez. 1969.

HOUGH, G.; MARTINEZ, E.; CONTARINI, A. Sensory and objective measurement of sandiness in dulce de leche, a typical argentine dairy product. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.73, n.3, p.604-611, Mar. 1990.

MARGAS, M.M.; COELHO, D.T.; CHAVES, J.B.P.; MARTYN, M.E. Influência da gordura, da glicose e do amido na cristalização do doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.37, n.221, p.25-30, maio/jun. 1982.

MARTINEZ, E.; HOUGH, G.; CONTARINI. Sandiness prevention in dulce de leche by

seeding with lactose. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.73, n.3, p.612-616, Mar. 1990.

MORRISSEY, P.A. Lactose: chemical and physicochemical properties. In: FOX, P.F. **Developments in dairy chemistry: lactose and minor constituents**. London: Applied Science, 1985. v.3, p.1-34.

MUIR, D. D. Lactose. **Journal of the Society Dairy Technology**, Huntingdon Cambs, v.43, n.2, p.33-34, May 1990.

NICKERSON, T.A. Lactose. In: WEBB, B.H.; JOHNSON, A.H.; ALFORD, J.A. **Fundamentals of dairy chemistry**. Westport: AVI, 1974. v.1, p.273-324.

_____. Lactose crystallization in ice cream: controle of crystal size by seeding. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.37, n.4, p.1099-1105, Apr. 1954.

_____; MOORE, E.E. Solubility interrelations of lactose and sucrose. **Journal of Food Science**, Chicago, v.37, n.1, p.60-61, Jan. /Feb. 1972.

PEREIRA, D.B.C.; SILVA, P.H.F. da; COSTA JÚNIOR, L.C.G.; OLIVEIRA, L.L. de. **Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos**. 2.ed. Juiz de Fora: Templo, 2001. 234p.

PERRONE, I.T. **Tecnologia de fabricação de doce de leite: instruções técnicas**. Juiz de Fora: EPAMIG-ILCT, 2000. 78p.

SANTOS, D.M. Arenosidade no doce leite. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**, Juiz de Fora, v.31, n.185, p.3-9, maio/jun. 1976.

TERÁN-ORTIZ, G. P. **Efeito de adição de gomas xantana e locusta na cinética de inibição de cristalização de açúcares em doce de leite**. 1998. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1998.

TWIEG, W.C.; NICKERSON, T.A. Kinetics of lactose crystallization. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.51, n.11, p.1720-1724, Nov. 1968.

WALSTRA, P.; GEURTS, T.J.; NOOMEN, A.; JELLEMA, A.; BOEKEL, M.A.J.S. **Ciência de la leche y tecnología de los productos lácteos**. Zaragoza: Acribia, 2001. 729p.

Efeito do tratamento térmico do leite sobre as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de iogurte e bebida láctea fermentada

Maximiliano Soares Pinto¹
Vanessa Aglaê Martins Teodoro²

Resumo - Tratamentos térmicos aplicados ao leite para a produção de iogurte e os seus efeitos sobre os constituintes do leite e sobre a cultura láctica termofílica. As tecnologias de processamento de bebidas lácteas fermentadas e de iogurte são muito semelhantes. É abordada a necessidade de estudos sobre o comportamento das bactérias lácticas em meios com baixo teor de extrato seco total, altas concentrações de açúcar e de hidrocolóides que é uma característica da composição de bebidas lácteas.

Palavras-chave: Laticínio. Produto fermentado. Processamento térmico.

INTRODUÇÃO

Binômios de tempo e temperatura aplicados ao leite para a produção de iogurte influenciam nas características do produto final. O crescimento da cultura, viscosidade, textura e estabilidade do gel são características que variam em função do tratamento térmico ao qual o leite é submetido. O tratamento térmico ideal do leite para a produção de iogurte é de 83°C a 85°C, por 15 a 30min até 90°C a 95°C, por 0 a 10min. Durante o tratamento térmico do leite ocorre a produção de fatores de estímulo e/ou inibitórios para a cultura termofílica empregada para a fabricação do iogurte. No entanto, quando se refere a bebidas lácteas fermentadas, as quais possuem características de composição muito diferentes da composição do iogurte, estes fatores são ainda desconhecidos. Neste trabalho são descritos

tratamentos térmicos aplicados ao leite, para a produção de iogurte e seus efeitos sobre os constituintes do leite e a cultura termofílica. É enfatizada também a necessidade de estudos sobre o comportamento das bactérias lácticas em meios com baixo teor de extrato seco total, altas concentrações de açúcar e de hidrocolóides, características da composição de bebidas lácteas.

FATORES DE ESTÍMULOS E INIBITÓRIOS PRODUZIDOS PELO TRATAMENTO TÉRMICO DO LEITE

Embora a aplicação de calor ao leite seja, em muitos países da Europa, utilizada como uma etapa da manufatura para aumentar a concentração de sólidos do leite, no Brasil o objetivo é inativar microrganismos patogênicos e deterioradores, produzir fato-

res de estímulo à cultura *starter* e promover alterações desejáveis nas propriedades físico-químicas dos constituintes do leite que, por sua vez, são relevantes para o processo de fabricação de iogurte. No entanto, torna-se impossível favorecer a produção de fatores de estímulos sem que ocorram concomitantemente outros que podem inibir o crescimento da cultura *starter* composta de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* adicionada ou não à outra cultura (Quadro 1).

As explicações para estes ciclos de estimulação/inibição/estimulação são descritas por Greene e Jezeski (1957abc). O estímulo inicial pode ser atribuído a múltiplos fatores (Quadro 2). A formação de cisteína, glutatona e tioglicolato e a expulsão de oxigênio resultam em efeito estimulatório.

¹Bacharel em Ciência e Tecnologia de Laticínios, M.Sc., Prof./Pesq. EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: max@epamig.br

²Médica-Veterinária, M.Sc., Prof^a/Pesq. EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: vanessa.teodoro@epamig.br

QUADRO 1 - Produção de fatores de estímulo ou de inibição da cultura termofílica em função do tratamento térmico aplicado ao leite para a produção de iogurte

Tratamento térmico	Efeito sobre o crescimento da cultura <i>starter</i>
62°C/30min e 72°C/40min	Estímulo
72°C/40min e 82°C/10 a 120min ou 90°C/1 a 45min	Inibição
90°C por 60 a 180min e autoclavagem a 120°C/15 a 30min	Estímulo
Autoclavagem por 120°C por mais de 30min	Inibição

FONTE: Greene e Jezeski (1957abc).

A inibição dá-se por meio do excesso da concentração de cisteína no leite acompanhado do aumento de compostos tóxicos voláteis. O segundo ciclo de estimulação dá-se pela redução dos valores de sulfuretos tóxicos como resultado do tratamento térmico posterior ou talvez pela formação de ácido fórmico.

EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DO LEITE

O tratamento térmico do leite é intensivamente estudado tanto nas alterações provocadas nos constituintes do leite, nas propriedades nutricionais, inativação de enzimas endógenas e/ou de origem bacte-

riana, como nas propriedades funcionais (Quadro 2) dos produtos derivados do leite, como exemplo a estabilidade térmica do leite UHT, leite evaporado e leite em pó.

Pode-se considerar a caseína como uma proteína termoestável, quando comparada às proteínas do soro. Durante o tratamento térmico do leite destinado à fabricação de iogurte, β -Lactoglobulina (β -Lg) e α -Lactoalbumina (α -La) são desnaturadas e enquanto β -Lg reage com outros componentes do leite, α -La induz interações somente após tratamento térmico severo. Algumas das possíveis interações são:

- a) associação de pequenos agregados de moléculas de β -Lg, para formar grandes agregados;

b) interações entre β -Lg e κ -caseína como resultado do tratamento térmico do leite envolvem interações hidrofóbicas de grupos SH expostos;

c) durante o aquecimento do leite a temperaturas inferiores a 90°C, as interações entre β -Lg e α -La com as micelas de caseína têm cinéticas similares. No entanto, quando o leite recebe tratamento UHT a α -La reage mais lentamente do que a β -Lg, em virtude da taxa de transferência de calor;

d) adesão de κ -caseína na superfície da membrana do glóbulo de gordura resulta na perda de triacilgliceróis e em mudanças no teor de lipídeos ao submeter o leite a um tratamento térmico de 80°C por 20 minutos.

Na prática, o tratamento térmico do leite é a principal operação unitária utilizada na manufatura de uma grande variedade de produtos lácteos. O binômio tempo/temperatura aplicado varia de temperaturas inferiores a 60°C por alguns segundos (termização) a 150°C por poucos segundos (UHT). O leite a ser usado para a manufatura do iogurte pode ser submetido a diferentes binômios de tempo/temperatura (Quadro 3).

QUADRO 2 - Algumas alterações físico-químicas no leite submetido ao tratamento térmico e conseqüências para a manufatura de iogurte

(continua)

Constituinte do leite	Alteração induzida pelo tratamento térmico	Relevância para a manufatura do iogurte	Conseqüência para o iogurte
Proteínas do soro	Desnaturação e agregação; inativação de imunoglobulinas	Quase completa	Inativação das lacteninas, redução da cremosidade
	Ativação da produção de grupos SH	Máximo a 90°C/10 min	Aroma de cozido, redução do Eh, formação de propriedades antioxidantes
	Interação entre α -lactoalbumina e β -lactoglobulina	Ocorre antes ou concomitantemente com a κ -caseína	Contribui para a estabilidade do gel
	Interação entre β -lactoglobulina e κ -caseína	Muito significativa	Minimiza a sinérese, aumenta o tamanho da micela e estabiliza o gel

(conclusão)

Constituinte do leite	Alteração induzida pelo tratamento térmico	Relevância para a manufatura do iogurte	Conseqüência para o iogurte
Caseína	Hidrólise parcial, liberação de glicopeptídeos de K-caseína	Significância limitada	Ligeiro aumento de aminoácidos livres e peptídeos
	Desfosforilação	Muito pequena	Pequena redistribuição de fósforo
	Agregação e desagregação entre as cadeias peptídicas por meio de ligações isopeptídicas	Ocorre especialmente entre micelas pequenas	Aumenta o tamanho da micela e a rede da matriz protéica
Enzimas	Inativação	Inativação de lipases e proteíases do leite e bactérias	Minimiza a rancidez e o sabor amargo
Outros	Decomposição de aminoácidos em componentes aromáticos	Efeito significante	Contribui para o <i>flavour</i>
	Reação de Maillard, formação da base de <i>Schiffs</i> , redução da lisina disponível	Perda de 0,3% de lisina	Significante quando o iogurte é fortificado com leite em pó ou concentrados protéicos submetidos a altos tratamentos térmicos
Lactose	Decomposição formando ácidos orgânicos furfural e hidroximetilfurfural	Ocorre em pequena escala	Reduz o pH e Eh, produz ácido fórmico e afeta o crescimento da cultura <i>starter</i> , contribui para o <i>flavour</i> do iogurte
Gordura	Formação de lactonas, metilcetonas e outras cetonas voláteis	Ocorre em pequena escala	Contribui para o <i>flavour</i>
	Hidrólise	Insignificante	Insignificante
Vitaminas	Inativação de algumas vitaminas hidrossolúveis	C, B ₁ , B ₆ , B ₁₂ e ácido fólico são reduzidos	Redução do valor nutritivo
Mínerais	Redistribuição do Ca, P e Mg entre as formas solúvel e coloidal	Efeito significativo. Modifica a estrutura da superfície da micela de caseína	Reduz o pH, afeta partículas da massa e diminui o tempo de coagulação
Gases	Redução das concentrações de oxigênio, nitrogênio e dióxido de carbono dissolvidos	Produção de microaerofilia para cultura <i>starter</i>	Segurança alimentar e minimiza defeitos tecnológicos

FONTE: Tamime e Robinson (1999).

NOTA: Eh - Potencial de oxirredução.

Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.28, n.238, p.75-79, maio/jun. 2007

QUADRO 3 - Efeito de diferentes tratamentos térmicos sobre a composição físico-química e microbiológica do leite

Tempo	Temperatura (°C)	Processo	Comentários
Poucos	≤ 65	Termização	Inativação de psicrotróficos; não causa outras mudanças irreversíveis
30min	65 a 72	Pasteurização em batelada	Inativação de patógenos presentes no leite, mas não de todas as células vegetativas. Inativação de algumas enzimas; sabor e proteínas do soro permanecem inalterados
15s	72	Pasteurização	
4s a 20s	85	Ultrapasteurização	Inativação de todas as células vegetativas e a maioria das enzimas. Esporos, proteinases ou lipases bacterianas não são inativados. Desnaturação das proteínas do soro
30min	85		
5min	90 a 95		
40min a 20min	110 a 120	Autoclave ou contêiner de esterilização UHT	Inativação de todos os microrganismos, esporos, alguns tratamentos UHT não inativam todas as enzimas. Alterações químicas, a cor e o sabor do leite são afetados
2s a 20s	135 a 150		

FONTE: Tamime e Robinson (1999).

EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO DO LEITE SOBRE CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS, MICROBIOLÓGICAS DE IOGURTE E BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

Durante a manufatura do iogurte, o leite é submetido a temperaturas acima de 70°C e as alterações físicas e químicas que ocorrem no leite são complexas e multifuncionais. Os impactos relevantes do processamento térmico sobre as propriedades funcionais do iogurte são a inativação de microrganismos patogênicos, e as mudanças nas propriedades físicas do gel, além da produção de efeitos inibitórios/estimulatórios e mudanças das propriedades físico-químicas do leite.

O tratamento térmico do leite destinado à fabricação de iogurte com temperatura entre 85°C e 95°C é suficiente para inativar a maioria ou todas as células vegetativas de microrganismos associados ao leite cru. No entanto, esporos e algumas enzimas termoestáveis não são inativados. A redução da competição propicia condições ótimas para o crescimento da cultura *starter* do iogurte. Invariavelmente, a qualidade micro-

biológica do leite cru e de outros ingredientes é de fundamental importância para elaboração de iogurte com qualidade satisfatória.

As mudanças nas propriedades das proteínas do leite provocadas pelo tratamento térmico afetam na formação do gel e no desenvolvimento da acidez. O ótimo das propriedades hidrofílicas das proteínas é obtido quando o leite é submetido ao tratamento térmico de 83°C/30 minutos (TAMIME; ROBINSON, 1999). No entanto, a acidez observada no momento da coagulação é inferior, se comparada ao tratamento de 90°C por 5 minutos e 85°C.

O tratamento a 80°C por 30 minutos possibilita melhores condições para a formação do gel. Esse fato pode ser atribuído a interações entre β -lactoglobulina e a caseína, uma vez que este tratamento desnatura mais de 90% de β -Lg e somente 60% da α -lactoalbumina. De acordo com Grigorov (1966 apud TAMIME; ROBINSON, 1999), a máxima hidratação da proteína ocorre quando o leite é aquecido a 85°C e decresce gradualmente à medida que a temperatura assume valores mais altos. Um decréscimo nas propriedades hidrofílicas do complexo caseína/ β -Lg pode afetar nega-

tivamente a estabilidade do gel o que compromete a qualidade do iogurte.

Os tratamentos térmicos com altos valores de tempo (85°/30 min; 90°C/30 min e 95°C/30 min) ocasionam em baixa acidez e alto pH na formação do coágulo (Quadro 4). Estudos devem ser feitos para que se tenha conhecimento dos valores de pH e acidez no momento da formação do coágulo no leite submetido a pasteurização lenta, uma vez que este tratamento constitui prática comum de pequenas indústrias e/ou produtores.

Segundo Tamime e Robinson (1999), o tratamento térmico do leite para produção de iogurte deve ser realizado entre 85°C e 95°C. No entanto, na prática, numerosas variações podem ser observadas.

Inúmeras são as características do leite influenciadas pelo tratamento térmico e estas alterações afetam de forma considerável a qualidade do produto final, nesse caso específico, o iogurte. Ainda hoje, várias indústrias pequenas produzem iogurte sem qualquer controle de fermentação.

Salji et al. (1984) verificaram a quantidade de bactérias lácticas e mofo e leveduras em iogurtes fabricados a partir de leites submetidos a diferentes tratamentos térmicos

QUADRO 4 - Influência do tratamento térmico do leite sobre pH, acidez e coagulação do leite para a fabricação de iogurte

Item	Tratamento térmico do leite					
	85°C	85°C/30 min	90°C	90°C/30 min	95°C	95°C/30 min
Tempo de coagulação	2,43	2,01	2,34	2,04	2,29	2,04
Acidez na formação do coágulo	0,63	0,49	0,63	0,50	0,63	0,50
pH na formação do coágulo	4,70	5,16	4,78	5,12	4,80	5,08

FONTE: Tamime e Robinson (1999).

e estocados a 4°C e 7°C. Nesse estudo, foi verificado decréscimo significativo do número de bactérias lácticas em iogurtes estocados a 4°C e 7°C, quando o leite foi submetido a tratamento UHT. O mesmo não ocorreu para mofos e leveduras. Neste mesmo trabalho foi observado que não houve diferença na pós-acidificação do produto após uma semana de estocagem a 4°C e 7°C, uma vez que a temperatura mínima de crescimento das bactérias que compõem a cultura é de 10°C.

EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO DO LEITE SOBRE CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DE IOGURTE E BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

Salji et al. (1984) constataram que o iogurte feito a partir de leite submetido a tratamento térmico de 83°C/30min possui maior aceitação sensorial, se comparado aos iogurtes feitos com leites submetidos a tratamento térmico de 95°C/5min e 145°C/5s. Nesse estudo, os tratamentos foram submetidos a avaliação sensorial durante quatro semanas. Além de ter obtido maior pontuação na escala hedônica, o iogurte feito a partir do leite tratado a 83°C/30min foi o que apresentou maior vida de prateleira.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O iogurte é considerado um alimento seguro, porque, além de o leite utilizado para a sua fabricação ser submetido a um tratamento térmico superior ao da pasteu-

rização, sua fermentação pela cultura composta de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* produz quantidades de ácido suficientes para baixar o pH do leite a valores menores do que 4.6 e inibir o crescimento de microrganismos patogênicos presentes.

Com relação à bebida láctea fermentada, não se pode dizer o mesmo. Não existem estudos com informações precisas sobre a segurança e a melhor tecnologia de processamento para bebida láctea fermentada. Estudos devem ser feitos para obtenção de informações precisas sobre a influência do tratamento térmico sobre a qualidade do produto final. Há de se considerar a importância desses estudos, uma vez que, além do leite e do soro, há presença de estabilizantes, emulsificantes e espessantes e também o uso de conservantes. O que se tem observado é que a indústria simplesmente processa a bebida láctea fermentada de modo idêntico ao método empregado para o processamento de iogurte.

Além disso, tornam-se necessários estudos sobre o comportamento da cultura termofílica em bebidas lácteas fermentadas. Não se sabe, por exemplo, se o mesmo tratamento térmico que ocasiona estímulo da cultura, durante a fermentação do iogurte, irá propiciar fatores de estímulo para o crescimento da cultura inoculada num ambiente onde os sólidos totais e a acidez inicial são menores, além da presença dos aditivos citados anteriormente.

Observam-se hoje, no mercado, bebidas lácteas fermentadas cada vez menos ácidas (50°D a 55°D). Esse fator corrobora o risco

para o consumidor, uma vez que pequenas quantidades de ácido não serão suficientes para baixar o pH a valores considerados seguros. Essa baixa acidez é provocada certamente pelo escasso crescimento da cultura láctica que, por sua vez, pode ser ocasionado por uma série de fatores como: presença de hidrocolóides, conservantes, grande concentração de açúcar além de possíveis compostos inibitórios formados durante o tratamento térmico, ao qual o leite é submetido.

REFERÊNCIAS

- GREENE, V.W.; JEZESKI, J.J. Studies on starter metabolism - I: the relationship between starter activity and the predrying heat history of reconstituted nonfat dry milk solids. *Journal of Dairy Science*, v.40, n.9, p.1047-1052, 1957a.
- _____; _____. Studies on starter metabolism - II: the influence of heating milk on the subsequent response of starter culture. *Journal of Dairy Science*, v.40, n.9, p.1053-1061, 1957b.
- _____; _____. Studies on starter metabolism - III: studies on cysteine-induced stimulation and inhibition of starter culture in milk. *Journal of Dairy Science*, v.40, n.9, p.1062-1071, 1957c.
- SALJI, J. P.; SAWAYA, W. N.; SAADI, S. R.; SAFI, W. M. The effect of heat treatment on quality and shelf life of plain liquid yoghurt. *Cultured Dairy Products*, v.19, n.3, p.10-14, 1984.
- TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. *Yoghurt: science and technology*. 2nd ed. Woodhead: CRC Press, 1999. 640p.

Projeto Via Láctea Miniúsina de leite: uma inovação da EPAMIG-CT/ILCT para transferência e difusão de tecnologia

Nelson Luiz Tenchini de Macedo¹

Luiza Carvalhaes de Albuquerque²

Resumo - Em função da alta demanda e das limitações do setor lácteo por transferência de tecnologia foi desenvolvido pela EPAMIG – Centro Tecnológico/Instituto de Laticínios Cândido Tostes (CT/ILCT), por meio da Coordenação de Transferência e Difusão de Tecnologia e Coordenação de Negócios Tecnológicos, um projeto itinerante denominado Via Láctea. Este Projeto difunde as tecnologias geradas ou adaptadas pela Empresa e seu emprego por produtores, o que permite o aumento do poder competitivo em mercados cada vez mais exigentes. Descreve-se a criação da Via Láctea como estratégia de Transferência e Difusão de Tecnologia da EPAMIG-CT/ILCT, seu mecanismo de atuação e resultados alcançados.

Palavras-chave: Laticínio. Leite. Setor lácteo. Ensino. Treinamento. *Brainstorming*. Projeto itinerante.

INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica ocorrida no século 20 transformou consideravelmente a sociedade, as organizações e a forma de comunicação destas com seus clientes e usuários. Essas mudanças, associadas a outras ocorridas na forma de gestão, na evolução da ciência e tecnologia mundial, provocaram grandes alterações em relação aos modelos de geração, difusão e transferência de tecnologias, em particular, os desenvolvidos pelos Institutos de Pesquisa com foco no desenvolvimento tecnológico voltado para a indústria.

O setor de lácteos no Brasil vem passando por transformações que refletem mudanças estruturais percebidas em todo o mundo. As práticas de produção e pro-

cessos industriais estão sendo redefinidas. Em consequência, é crescente a demanda por soluções tecnológicas por parte de empresas e técnicos do setor lácteo, que buscam adaptar as mudanças por meio da obtenção de processos mais eficientes e competitivos.

Considerando a demanda e as limitações encontradas para a transferência de tecnologia no setor lácteo, a EPAMIG por meio do Centro Tecnológico/Instituto de Laticínios Cândido Tostes (CT/ILCT) desenvolveu um projeto itinerante, denominado Via Láctea Miniúsina, com o objetivo de difundir as tecnologias geradas ou adaptadas pela Empresa com maiores possibilidades de utilização, com custo acessível, e métodos de fácil aplicação e adoção.

O público-alvo do Projeto inclui empresas, profissionais e a sociedade, pelo fato de a inovação tecnológica no setor laticinista constituir um instrumento facilitador do desenvolvimento econômico regional e nacional.

O Projeto é apresentado em simpósios, seminários, congressos e em eventos de divulgação técnico-científica, para técnicos e pesquisadores de Ciências Agrárias, e em exposições, feiras, dias de campo, vitrines, treinamentos, cursos, palestras para produtores e sociedade.

Essa é uma iniciativa da área de Difusão e Transferência de Tecnologia da EPAMIG-CT/ILCT, que faz o elo entre a área de Pesquisa e Desenvolvimento da Empresa e possibilita maior poder competitivo por

¹Adm. Empresas, Téc. Leite e Derivados, Prof. EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: tenchini@epamig.br

²Téc. Leite e Derivados, Especialista Marketing e Gerência pela Qualidade Total EPAMIG-CT/ILCT, CEP 36045-560 Juiz de Fora-MG. Correio eletrônico: luiza.albuquerque@epamig.br

parte dos produtores em mercados cada vez mais exigentes.

Uma característica peculiar do Projeto é a de oferecer aos usuários a oportunidade de conhecer e acessar um modelo de miniusina em funcionamento, o que permite a demonstração dos processos de produção de leite e derivados, bem como a apresentação das inovações tecnológicas de produtos, serviços, instalações, máquinas e equipamentos relacionados com o setor lácteo.

A Via Láctea Miniusina possui capacidade de processamento de 500 litros de leite por dia e é montada com fórmica e vidro de forma que permite o acompanhamento de todo o processo pelo visitante. Assim, durante a exposição, o beneficiamento de leite é demonstrado desde a sua recepção, incluindo os processos de pasteurização, fabricação de queijo fresco, mussarela, iogurte, bebida láctea, até a realização de análises laboratoriais para o controle da qualidade dos produtos. Além disso, são oferecidos cursos práticos de fabricação de queijos, iogurte e outros. O acompanhamento dos processos dá uma idéia do funcionamento de uma indústria e de seus equipamentos. A possibilidade de fabricação de produtos lácteos em pequena escala, dentro dos padrões de qualidade, é um outro aspecto importante repassado ao público-alvo.

Ao término da produção, os operadores da Via Láctea Miniusina prestam informações aos visitantes sobre produção, fornecedores de equipamentos, higienização, qualidade e outras dúvidas relativas ao processo. Os produtos ficam à disposição, após o processo de fabricação, para degustação, o que possibilita aos visitantes observar as características de qualidade do produto final.

Um aspecto interessante para o público é o caráter educativo do Projeto. Por meio deste, o consumidor é orientado para a importância de adquirir produtos de qualidade, fabricados por empresas idôneas.

PRINCIPAIS TÉCNICAS DE CAPACITAÇÃO EMPREGADAS

As principais técnicas utilizadas para transferência e difusão de tecnologia no âmbito do Projeto Via Láctea Miniusina são aulas expositivas, *brainstorming* e simulação.

A aula expositiva é a técnica mais empregada. Nesta, o instrutor repassa os conhecimentos, de forma expositiva, a um grupo de participantes. A técnica *brainstorming* é empregada principalmente para provocar a criatividade e a rapidez de raciocínio dos participantes. Na simulação são utilizados equipamentos para o treinamento de operações técnicas.

CUIDADOS ESPECIAIS PARA A MONTAGEM DA VIA LÁCTEA MINIUSINA

Por tratar-se de uma apresentação real para processamento de leite e derivados, alguns cuidados especiais na montagem são considerados:

- a) o tamanho mínimo da área para a realização dos trabalhos é de 36 m², 12 m de comprimento e 3 m de largura, na área principal, ou seja, área de processamento;
- b) são necessárias áreas de tamanho apropriado destinadas ao depósito de embalagens, insumos e vestiário, que deverão ser anexas à área principal;
- c) disponibilidade de tomadas de energia com voltagem apropriada aos equipamentos a serem instalados;
- d) a área principal da Miniusina deverá ser revestida com piso antiderrapante, de borracha, de cores em escala, de preferência branco, bege ou cinza, levando-se em conta que o local será lavado constantemente com produtos químicos alcalinos e ácidos;
- e) a iluminação deverá ser feita com lâmpadas fluorescentes, colocadas

em quantidade suficiente para manter o local bem iluminado;

- f) a área principal deverá ser provida de teto e ar condicionado;
- g) o fornecimento de água deverá ser abundante, para a limpeza do local e equipamentos, com duas entradas de água na parte principal;
- h) ralos de captação da deságua com caimento direcionado para estes;
- i) colocação de um quadro branco – para escrita com pincel – na sala de cursos, com tamanho mínimo de 1,20 m x 1,0 m.

EXPOSIÇÃO PASSO A PASSO

Os técnicos da EPAMIG-CT/ILCT são responsáveis pela instalação dos equipamentos, beneficiamento do leite e produção dos seus derivados, no próprio local. Além disso, conferem palestras, distribuem *folders* e atendem o público.

Inicialmente, o leite ordenhado nos concursos leiteiros é encaminhado para a Via Láctea Miniusina, onde é resfriado e armazenado em tanques de expansão. Em seguida, o leite é submetido à pasteurização e envasado em embalagens do tipo barriga mole (saquinhos plásticos). Uma parte do leite pasteurizado é usada para a fabricação de derivados como iogurte e queijo Minas Frescal. Os produtos são colocados à disposição dos visitantes para degustação.

PARTICIPAÇÃO DA VIA LÁCTEA MINIUSINA EM EVENTOS

Desde a sua criação, o Projeto Via Láctea Miniusina foi apresentado em diversas exposições agropecuárias e de negócios, com destaque (Quadro 1). Tem despertado grande interesse do público, incluindo técnicos, empresários, crianças e estudantes. Outro aspecto atrativo é que milhares de pessoas têm a oportunidade de conhecer e degustar produtos lácteos, considerando que são eventos de grande porte e realizados em capitais e em grandes cidades (Fig. 1 a 3).

QUADRO 1 - Apresentação do Projeto Via Láctea Miniúsina em eventos

Data	Local	Evento
Abril 2004	Goiânia-GO, Centro de Convenções	II Feira Técnica Internacional de Produtos para Indústria de Leite e Derivados, Congresso Internacional de Produtos Lácteos, III Encontro de Reciclagem Técnica de Laticínios
Junho 2005	Belo Horizonte-MG, Parque da Gameleira	Superagro 2005
Abril 2005	São Paulo-SP, Expo Center Norte	III Feira Internacional de Produtos para a Indústria de Leite e Derivados – Tecnoláctea
Março 2006	Belo Horizonte-MG	I Feira de Agricultura Familiar de Minas Gerais - Agriminas
Abril/Maio 2006	Uberaba-MG	Expozebu
Mairo/Junho 2006	Belo Horizonte-MG, Expominas	Superagro
Agosto 2006	Juiz de Fora-MG	55ª Expo Feira Agropecuária de Juiz de Fora
Mairo/Junho 2007	Belo Horizonte-MG, Expominas	Superagro



Figura 1 - Espaço da Via Láctea Miniúsina – Superagro 2006, Belo Horizonte-MG

AVALIAÇÃO JUNTO AO PÚBLICO DOS IMPACTOS CAUSADOS PELOS CURSOS E PELA VIA LÁCTEA MINIUSINA

Durante os eventos e após os cursos foram realizadas avaliações junto aos técnicos, empresários da área e leigos. Com base nos resultados constatou-se que os

objetivos do Projeto foram alcançados nos seguintes aspectos:

- a) inovação e aprimoramento do produto;
- b) contato do público com profissionais da área;
- c) metodologia e didática;
- d) demonstração da possibilidade de produção em pequena escala com qualidade;
- e) via de acesso de capacitação gratuitamente;
- f) ampla abrangência do público;
- g) resolução de dúvidas no local;



Erasmio Pereira

Figura 2 - Vista parcial do espaço interno da Via Láctea Miniusina à direita e visitação do público infantil



Erasmio Pereira

Figura 3 - Degustação de produtos lácteos fabricados na Via Láctea Miniusina

- h) aplicação prática no dia-a-dia;
- i) popularização do conhecimento para atingir a população carente e estudantes de escolas públicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em face dos resultados positivos observados na implementação do Projeto Via Láctea Miniusina, pode-se recomendá-lo como alternativa eficiente de transferência e difusão de tecnologia.

O caráter demonstrativo e, portanto, inovador torna o Projeto um elemento atrativo em eventos de grande porte, os quais envolvem um grande público, incluindo técnicos, pesquisadores, produtores e a sociedade. O fato de ser itinerante permite que o Projeto Via Láctea Miniusina seja apresentado em vários eventos ligados à cadeia produtiva do leite, desde que haja infraestrutura adequada para instalação.

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 fotografias 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 à Divisão de Publicações (DVPU) 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 lingüística 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. EPAMIG-CTSM, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras-MG. Correio eletrônico: epamig@ufla.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 enfatizar 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 Downloads.